

ISSN 0032-874X

ПРИРОДА

10-90



РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор
академик
Н. Г. БАСОВ

Кандидат физико-математических наук
А. И. АНТИПОВ

Доктор физико-математических наук
Е. В. АРТЮШКОВ

Член-корреспондент АН СССР
Р. Г. БУТЕНКО

Доктор географических наук
А. А. ВЕЛИЧКО

Академик
В. А. ГОВЫРИН

Заместитель главного редактора
Ю. Н. ЕЛДЫШЕВ

Член-корреспондент АН СССР
Г. А. ЗАВАРЗИН

Академик
В. Т. ИВАНОВ

Доктор физико-математических наук
Н. П. КАЛАШНИКОВ

Доктор физико-математических наук
С. П. КАПИЦА

Доктор физико-математических наук
И. Ю. КОБЗАРЕВ

Кандидат физико-математических наук
А. А. КОМАР

Академик
Н. К. КОЧЕТКОВ

Доктор философских наук
Н. В. МАРКОВ

Доктор исторических наук
П. И. ПУЧКОВ

Заместитель главного редактора
академик
Ю. М. ПУЩАРОВСКИЙ

Доктор философских наук
Ю. В. САЧКОВ

Заместитель главного редактора
доктор биологических наук
А. К. СКВОРЦОВ

Академик АН УССР
А. А. СОЗИНОВ

Академик
В. Е. СОКОЛОВ

Доктор геолого-минералогических наук
М. А. ФАВОРСКАЯ

Заместитель главного редактора
кандидат технических наук
А. С. ФЕДОРОВ

Заместитель главного редактора
член-корреспондент АН СССР
Л. П. ФЕОКТИСТОВ

Академик
В. Е. ХАИН

Доктор физико-математических наук
А. М. ЧЕРЕПАЩУК

Доктор физико-математических наук
В. А. ЧУЯНОВ

ПРИРОДА

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ
ПОПУЛЯРНЫЙ
ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
АКАДЕМИИ НАУК СССР

Издается с января 1912 года



НА ПЕРВОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ. Обыкновенная, или огненная, саламандра в типичном биотопе. См. в номере: Кузьмин С. Л. Огненная саламандра в мифах и действительности.

НА ЧЕТВЕРТОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ. Золотое кольцо с бриллиантами и австралийским опалом, изготовленное на Смоленской ювелирной фабрике (1967 г.). См. в номере: Здорик Т. Б. Опал.



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



© Издательство «Наука»
журнал «Природа» 1990

56 КРАСНАЯ КНИГА
Иваницкий В. В.
МОНГОЛЬСКИЙ ЗЕМЛЯНОЙ ВОРОБЕЙ

В НОМЕРЕ

3 КАКАЯ АКАДЕМИЯ НАМ НУЖНА

Интервью с Б. С. Соколовым

Центральное положение в АН СССР должны занять исследовательские коллективы и сами исследователи. Любая надстройка над ними имеет право на существование только в силу необходимости эффективно их обслуживать и должна быть им адекватной.

10 Глазовский Н. Ф. АРАЛЬСКИЙ КРИЗИС

Динамическое равновесие геосистем гигантского Аральского региона с 60-х годов нарушено из-за широкого развития орошения и химизации сельского хозяйства.

21 Анисимов В. Н. ЦЕНА ПРОДЛЕННОЙ ЖИЗНИ: ВЗГЛЯД ОНКОЛОГА

Сегодня необходимы принципиально новые подходы к охране здоровья и увеличению продолжительности жизни, чтобы не просто продлить жизнь, а добавить жизнь к годам.

28 Басов Н. Г. ПРОБЛЕМЫ КВАНТОВОЙ ЭЛЕКТРО- НИКИ

Широкое использование квантовых генераторов ведет к качественному преобразованию в производительных сферах общества. В этом направлении пройден большой путь, но задачи, все еще стоящие перед специалистами, масштабны и разнообразны.

36 Мирлин Е. Г. РОЖДЕНИЕ ОСТРОВА РОЖДЕСТВА

Эта маленькая частица суши в Индийском океане, видимо, возникла из-за подъема почти холодного блока океанской коры, а не горячей мантийной струи, как считали еще недавно.

44 КАМЕНЬ МЕСЯЦА Здорик Т. Б. ОПАЛ

49 Пушаровский Ю. М. ГЛУБИНЫ ЗЕМЛИ — КАКОВЫ ОНИ?

50 Кузьмин С. Л. ОГНЕННАЯ САЛАМАНДРА В МИФАХ И РЕАЛЬНОСТИ

54 Келюотис Р. УЛУЧШАЕМ ПРОМЫШЛЕННУЮ СРЕДУ

60 Курочкин Г. Н. «ЗОЛОТОЙ» КУРГАН СИБИРСКИХ СКИФОВ

Раскопан Большой Полтаковский курган — первый неразграбленный курган скифского времени в Южной Сибири, в котором погребены жрецы и члены их семей.

65 Корякин Ю. И. СКОЛЬКО СТОИТ ЧЕРНОБЫЛЬ

Существуют разные взгляды на то, как оценивать в рублях удар по экономике страны, который нанесла авария на Чернобыльской АЭС. Об одной из методик такого расчета, результаты которой уже достаточно широко обсуждались, рассказывается более подробно.

Арруа-Монен Ф. ВО ЧТО ОБОШЛАСЬ АВАРИЯ НА АЭС «ТРИ МАЙЛ АЙЛЕНД» [71]

Кузовкин А. И., Газеев М. Х. КОММЕНТАРИЙ [75]

78 ПОДНЯТЬ УРОВЕНЬ СОВЕТСКОЙ АСТРОНОМИИ

Способствовать решению многочисленных проблем, стоящих перед отечественной астрономией, добиться повышения ее статуса в научном мире — главная задача недавно созданного Астрономического общества СССР.

86 НАСЛЕДИЕ Фриш С. Э. ОТРЫВКИ ИЗ ВОСПОМИНАНИЙ

Воспоминания крупного ученого, потомственного петербургского интеллигента позволяют по-новому увидеть, как жили и действовали на крутых поворотах истории, в трагических и будничных ситуациях многие известные советские физики.

101 НОВОСТИ НАУКИ

117 КОРОТКО [85]

118 РЕЦЕНЗИИ

120 НОВЫЕ КНИГИ

ИНФОРМАЦИЯ [9, 82, 83]

ВСТРЕЧИ С ЗАБЫТЫМ

122 Бронштэн В. А. РАЗГРОМ ОБЩЕСТВА ЛЮБИТЕЛЕЙ МИРОВЕДЕНИЯ

127 АНКЕТА ЧИТАТЕЛЯ

CONTENTS

3 WHAT KIND OF THE ACADEMY DO WE NEED

An interview with B. S. Sokolov

Research institutes and researchers, the lynchpin of the USSR Academy of Sciences, should take the place they deserve. Any superstructure can be tolerated so far as it adequately serves them.

10 Glazovsky N. F. THE ARAL CRISIS

In the 1960s the dynamic equilibrium of the geosystem of the vast Aral region was disrupted by wide-scale irrigation and chemicalisation of agriculture.

21 Anisimov V. N. THE COST OF A LONGER LIFE AS AN ONCOLOGIST SEES IT

Today we have to exercise a new approach to health protection and longevity. People should not just live longer, they should be able to enjoy life.

28 Basov N. G. PROBLEMS OF QUANTUM ELECTRONICS

Wide use of quantum generators causes qualitative changes in the social productive spheres. Much has been already done but the tasks for the future are large-scale and varied.

36 Mirlin Eu. G. HOW CHRISTMAS ISLAND WAS BORN

This tiny patch of land amid the Indian Ocean was probably formed by a raised relatively cold part of the ocean crust rather than by a hot mantle stream, as it was generally believed until quite recently.

44 THE GEM OF THE MONTH Zdorik T. B. OPAL

49 Puscharovsky Yu. M. THE EARTH'S BOWELS — WHAT DO THEY LOOK LIKE?

50 Kuzmin S. L. THE FIERY SALAMANDER: MYTHS AND REALITY

54 Kalyuotis R. IMPROVING INDUSTRIAL ENVIRONMENT

56 Ivanitsky V. V. THE MONGOLIAN SPARROW

60 Kurochkin G. N. «THE GOLDEN BARROW» OF THE SIBERIAN SCYTHIANS

65 Koryakin Yu. I. HOW MUCH DOES CHERNOBYL COST?

There are several different approaches to calculating the damage to the Soviet economy done by the Chernobyl disaster. The article presents one of them in detail.

Arrois-Monnin F. THE COST OF THE THREE MILE ISLAND ACCIDENT (71) Kuzovkin A. I., Gazeev M. Kh. COMMENTS (75)

78 TO RAISE THE LEVEL OF SOVIET ASTRONOMY

The recently established the USSR Astronomic Society believes that it should contribute to the solution of many tasks facing Soviet astronomy and raise its authority in the world's scientific community.

86 HERITAGE Frisch S. E. EXCERPTS FROM REMINISCENCES

Reminiscences by a prominent scientist and descendant of a family of intellectuals from St. Petersburg shed a new light on the tragic events in the lives of outstanding Soviet physicists.

101 SCIENCE NEWS

117 NEWS IN BRIEF (85)

118 BOOK REVIEWS

120 NEW BOOKS INFORMATION (9, 82, 83)

MEETING THE FORGOTTEN PAST Bronstein V. A.

122 HOW THE SOCIETY OF WORLD STUDIES ENTHUSIASTS WAS CRUSHED

127 READERS QUESTIONNAIRE

КАКАЯ АКАДЕМИЯ НАМ НУЖНА

(Интервью с Б. С. Соколовым)



Борис Сергеевич Соколов, академик, советник Президиума АН СССР, заведующий лабораторией палеонтологин докембрия Палеонтологического института АН СССР, главный редактор журнала «Известия АН СССР, серия геологическая», президент Всесоюзного палеонтологического общества. Занимается проблемами региональной геологии, стратиграфии и палеонтологии. Герой Социалистического Труда. Лауреат Ленинской премии.

— Академии наук, подобной нашей по структуре и масштабам исследований, по положению в социальной, культурной и хозяйственной сферах, нет нигде в мире. Оправдано ли, на ваш взгляд, ее существование!

— Академии наук большинства стран больше всего похожи на Королевское общество Великобритании, а оно более или менее сходно с Московским обществом испытателей природы. В каком-то отношении и Академия наук СССР напоминает общества любителей природы, которые есть везде, но исторически сложилось так, что теперь у нее совсем другая нагрузка. Многие функции, которые должны были бы касаться только министерств и ведомств, постепенно перешли в ведение Академии наук. Естественно, Академия разрослась, и произошло все это в советскую эпоху. Скажем, до революции (а точнее, до 1925 г.) существовал только Геологический и минералогический музей им. Петра Великого (Ленинград) — других геологических организаций в Академии не было. Но с 1882 г. существовал Геологический комитет России как государственное учреждение. С началом же формирования планового хозяйства перестройка задела и академическую науку, в том числе геологическую — стали возникать новые организации (вместо музея Петра Великого, например, уже к 1930 г. возникло 5 геологических институтов).

Таким образом, уже в первые годы советской власти Академия взяла на себя несвойственные ей прежде научно-прикладные функции, стала выполнять и задания государственного характера. Именно поэтому наша Академия так не похожа на Академии других стран, где прикладную науку субсидируют фирмы и компании, а фундаментальная наука, как была, так и остается связанной в основном с университетами, хотя и фирмы вкладывают в нее все больше и больше средств. Трудно сказать, хорошо это или плохо, что мы имеем такую Академию — так исторически сложилось и исторически это

оправдано. Но деятельность Академии, несомненно, надо совершенствовать, а науку в университетах возрождать.

— **Кардинальные процессы, происходящие в стране, затронули и АН СССР. Какие тенденции, наметившиеся за последние годы, на ваш взгляд, наиболее примечательны!**

— Хотя мы привыкли считать Академию одной из наиболее демократичных организаций, ход перестройки здесь оказался в некоторых отношениях столь же непростым, как и в обществе в целом. Позволю себе коснуться этих общеакадемических вопросов, поскольку Отделение геологии, геофизики, геохимии и горных наук, которое мне пришлось возглавлять почти полтора десятилетия, — это часть Академии, и мы не можем делать вид, что возникшие проблемы касаются только вершины академического Олимпа. Более того, я убежден, что, если мы не найдем соответствующие ответы на уровне отделений и институтов, бюрократизация Академии будет продолжаться, наука — прижаться, а значительная часть общества так и останется в неведении — что же такое Академия и для чего она нужна.

Особое внимание этот вопрос привлек в 1989 г. во время выдвижения кандидатов в народные депутаты СССР — кампании, в которой Академия наук впервые в своей истории участвовала как общественная организация. Но является ли она в действительности общественной организацией, если ее существование обеспечивается государственным бюджетом и она подчинена Совету Министров СССР?

Из этой неопределенности проистекают следствия отнюдь не формального значения: как общественная организация, АН СССР не может быть приравнена ни к одному из известных научных обществ, ассоциаций, фондов или союзов, но как высшее научное учреждение СССР, подчиненное Совмину, она попадает в ту же категорию, что и правительственные министерства, с той лишь разницей, что имеет куда более скудное финансирование при том же стиле поручений и бюрократического контроля. Отсюда все негативные тенденции, и худшая из них — АН СССР постепенно превращают в «Министерство науки», и это при том, что в стране и так уже есть суперминистерство — Госкомитет по науке и технике.

— **Какой выход из создавшейся ситуации вы видите!**

— Думается, при современной ориентации на приоритетную роль научно-технического прогресса, провозглашаемой с самых высоких трибун, наиболее естественным было бы положение АН СССР непосредственно под эгидой Верховного Совета СССР. Более века назад, работая над статьей «Какая академия нужна России?», Д. И. Менделеев писал: такая, «в которой не будет входящих и исходящих бумаг. (...) Академия наук есть прежде всего центральное научное общество России, т. е. место высшей ученой деятельности. (...) Государству на каждом шагу нужно заботиться о науке для того, чтобы правильно идти в различных своих мероприятиях»¹. Сегодня эти мысли еще актуальнее, чем в 80-е годы прошлого столетия.

Формально АН СССР пока не стала научным правительственным ведомством. Но по существу она все более втягивается в текущий межведомственный круговорот, все больше теряет независимость от министерств и ведомств, в которой прежде всего должно быть заинтересовано государство. Высшим государственным интересам может служить только независимая Академия, способная ассимилировать и оценивать мировой опыт, определять стратегические направления науки и техники, быть оппонентом узковедомственных проектов, выступать арбитром при принятии правительственными органами научно-технических программ перспективного и поискового характера. В том, что сейчас научный потенциал Академии в значительной степени размывается на мелочи, на преодоление бездумно нагромождаемых трудностей, на «текучку», виновата не только сама Академия, но и правительственный аппарат.

— **Стало модным критиковать Академию: возлагать на нее ответственность за существенное отставание нашей науки от западной, возникающие во множестве критические экологические ситуации и т. п. Насколько справедливы эти обвинения!**

— Критиковать, конечно, есть за что. Но прежде надо разобраться, что Академии дано, а что не дано, какую базу она имеет и какими правами обладает, каков ее статус в государстве вообще.

¹ Менделеев Д. И. // Новый мир. 1966. № 12. С. 176—191.

Надо прямо признать, что при всей справедливости многих упреков в отношении к науке в нашем обществе преобладают обывательские представления, особенно к фундаментальным направлениям, не сулящим мгновенной отдачи. Немалый урон наносят и различные действия вышестоящих органов, недальновидность в обеспечении материальными и интеллектуальными ресурсами, прямое непонимание **выгодности** науки, и прежде всего ее фундаментальных направлений. Это в первую очередь относится к Академии наук СССР, которая до последнего времени получала всего 5—6 % общих ассигнований на науку в стране. К чему это привело, все мы, работающие в Академии, отлично видим.

Сейчас, когда внутри самой Академии нарастает тревога за судьбу фундаментальных исследований и понимание опасности отвлечения ученых, особенно крупных, на решение сиюминутных, прикладных задач, мы начинаем задумываться, что, может быть, такая грандиозная Академия, которая у нас сложилась, — не совсем то, что нам надо. Академии наук следует сосредоточиться на исследованиях действительно фундаментального характера. Но, к сожалению, наше представление о фундаментальной науке отличается от представлений правительственных органов. За фундаментальную обычно принимают так называемую большую науку, которая всегда требует много денег (нередко так и бывает!) — чем больше денег, тем фундаментальнее. Мы же в Академии считаем фундаментальной прежде всего ту науку, которая свободно развивается в новых направлениях, строго не планируется, которая течет без заранее заданного результата: от нее нельзя требовать, например, чтобы на один вложенный рубль она дала бы через два года 7 руб. прибыли. Это поисковая наука, в которой можно 10 лет идти ошибочным путем и это будет правильно — кто-то этот путь уже не повторит. Так что главное в фундаментальной науке — поисковый элемент, риск, но риск всегда оправданный: в истории науки еще не было бесполезных фундаментальных открытий, только они поднимали научно-технический прогресс на новый уровень.

Разумеется, и у нас нет безукоризненно точного, единого представления, что называть фундаментальной наукой (я бы вообще предпочел говорить о фундаментальных направлениях научных исследований), особенно когда речь заходит о фи-

нансовых вложениях в эту сферу. Но мы достаточно ясно представляем те области академической науки с ее действительно фундаментальными и поисковыми направлениями, которые не разрабатываются или слабо разрабатываются отраслевой наукой. Знаем мы и причины, тормозящие развитие академической науки: и организационные, и аппаратные, и материальные, и кадровые. Мы только еще недостаточно хорошо умеем устранять эти причины и больше тратим сил на обсуждение своих болезней, чем на их эффективное лечение и профилактику. А в этом и должна состоять наша перестройка.

— **Какие перемены произошли в Академии за последние годы и как вы их оцениваете — достаточно ли они радикальны!**

— Нашу перестройку мы начали, провозгласив, что не можем мириться с существованием науки в качестве придатка к своему неимоверно раздувшемуся аппарату, усилия которого сосредоточены главным образом на заботе о собственном сохранении. Но этот аппарат и не может вести себя иначе — он естественный элемент всеми порицаемой и тем не менее не без успеха продолжающей бороться за свое существование административно-командной системы.

И все же Академия пошла на существенное сокращение своих административных служб (теперь их численность меньше 1000 чел.), ликвидацию и слияние некоторых подразделений и — что, по идее, было самым радикальным — на устранение лишних звеньев в управлении самой наукой. В результате были ликвидированы секции Президиума АН СССР и центр тяжести руководства научным процессом переместился в отделения. Кроме того, несколько расширились права институтов и была создана новая система финансирования научно-исследовательских работ: не по институтам, а по научным программам и проектам, для которых предусматривалась конкурсная основа.

Мы потратили очень много времени на эту реконструкцию и приспособление к новым условиям планирования, финансирования и взаимоотношений между научными и административно-организационными структурами Академии. Но боюсь, все еще находимся в экспериментальной стадии перестройки, потребовавшей участия 11 вице-президентов, нового института советников при Президиуме АН СССР (из числа многоопытных академиком старшего поколения) и

еще значительного отвлечения ученых от их главного дела — научно-исследовательской работы. Опыт последних лет показывает, что экспериментальная стадия еще продлится, и важно с умением отобрать для будущего то, что оказалось положительным. Впрочем, я полагаю, что и в прошлом опыте не все было плохо, не все требовало ломки.

— Итак, сегодня, как и несколько лет назад, Академия стоит перед необходимостью серьезного совершенствования ее структуры. Какие меры представляются вам наиболее важными!

— Академии, конечно же, необходимо упрочить ее место и авторитет в обществе и государстве, избавиться как от несвойственных ей поручений, так и от навязанной роли «козла отпущения». Но самое главное — ей предстоит построить свою работу так, чтобы максимально эффективные занятия наукой и сферой ее приложений стали единственным делом ученого, чтобы сами исследователи и исследовательские коллективы академических институтов заняли центральное положение в Академии. Любая надстройка над этим определяющим звеном — административная, финансовая, организационная, хозяйственная, социальная, информационная и т. д. — имеет право на существование только в силу необходимости эффективно обслуживать это звено и должна быть ему адекватной.

Мне представляется, что длительное и устойчивое непонимание необходимости такой расстановки сил, а также отсутствие строгого отбора специалистов только по критериям талантливости и квалификации — главные причины глубокого отставания отечественной науки и средств ее обеспечения от науки развитых стран Запада.

Полагаю, что никто не усмотрит в моих рассуждениях стремления придать академической науке какой-то особый, элитарный смысл, отгородить ее от решения прикладных проблем, участия в непосредственных научно-практических разработках. Речь лишь о том, чтобы поставить научную работу на подобающее ей место, подчеркнуть первостепенное значение исследований в фундаментальных направлениях, прекратить растрату и экстенсивное использование научного потенциала страны и организовать, наконец, всю деятельность так, чтобы каждый занимался своим делом, занимался честно и квалифицированно.

Дальнейший разумный шаг перестройки Академии я усматриваю только в одном — продолжении децентрализации в управлении наукой, в перенесении внимания

на уровень научно-исследовательского института, лаборатории (или любой исследовательской группы), ученого-исследователя.

Если мы осознали, что обеднение государства стало результатом разорения сельского хозяйства из-за подавления и сковывания инициативы производителей и некомпетентного управления сверху, что экономика производства подорвана централизованным монополизмом ведомств, раскрыли глаза на многое другое в своей материальной и духовной жизни, ныне элегантно именуемое «негативными явлениями», то мы должны признать, что и в области науки первенство должно быть отдано творцам и производителям нового научного знания, а не громоздкому околонучному наросту, давно забывшему, кому и чему он обязан своим появлением на свет.

— Совершенно очевидно, что такая «переоценка ценностей» сулит немалые выгоды. И все же, какие преимущества может она дать конкретным академическим институтам и их подразделениям!

— Научно-исследовательские институты и их творческие группы (лаборатории, отделы и т. п.), возглавляемые подлинно авторитетными научными руководителями, а не администраторами, удобными для дирекции, должны получить максимальные права на свободу и независимость в своей деятельности. Освобожденные от излишней опеки институты и другие конкретные производители научного знания должны сами решить, в какого типа надстройках они нуждаются. Убежден, что с устранением множества бездарных инструкций и указаний они скоро научатся эффективно пользоваться своей свободой и независимостью, так как ценить и финансировать их будут только за вклад в науку, за выполнение конкретных научных проектов, а не за исполнительскую дисциплину и аккуратную отчетность. Придет и умение ценить время, подбирать и использовать кадры, дорожить репутацией и зарабатывать средства на развитие науки и поощрение исследовательского труда.

Институты и лаборатории должны стать совершенно самостоятельными в установлении любых связей как внутри страны, так и за ее пределами. Лимитирующим может быть только материально-финансовый фонд, формирование которого, конечно, требует привлечения опытных экономистов.

Перемещение центра тяжести в организации и управлении академической наукой (а может быть, отраслевой и вузовской) на

институты и лаборатории, несомненно, повысит качество научно-исследовательских работ, так как с неизбежностью устранил рутинные подходы к науке внутри институтов и вне их как невыгодные ни для научно-технического прогресса, ни для самих исполнителей.

Некоторые громоздкие институты, на мой взгляд, следует разделить на несколько; институты с тривиальной, дублирующей уже известные результаты тематикой — просто закрыть. Вообще, институты должны быть свободны в выборе направлений исследований и своей структуры, которая определяется директором и ученым советом.

— Но между последними, как известно, не всегда царит гармония. Как быть в таком случае!

— Это действительно так, но директор и ученый совет при участии научного коллектива могут предложить ту или иную структуру. За принятием структуры, отвечающей задачам реализации соответствующей научной программы, должны следовать выборы руководителей структурных подразделений. По моим представлениям, именно они должны образовывать обязательное выборное звено ученого совета, иначе будет утрачен естественный механизм его влияния на разрабатываемую научную программу. Разумеется, научный коллектив (и только он!) вправе избрать в ученый совет дополнительно необходимое количество крупных ученых, не являющихся заведующими лабораториями или отделами. Члены Академии должны входить в ученый совет, какой бы пост в институте они ни занимали.

Я говорю об этом столь подробно потому, что у нас нет еще строго установленной процедуры определения состава ученого совета, его взаимоотношения со структурой института. Вместе с тем известно, что в некоторых институтах перестройка началась с роспуска старых советов и избрания новых — это уже требовало приспособлять структуру института к персональному составу нового совета, а не к научной программе института, что вряд ли правильно, особенно когда речь идет об ученых — вовсе не лидерах. Замечу также, что ошибочно распространенное мнение, будто заведующий лабораторией (а он чаще всего является основателем того или иного научного направления) относится к категории административного аппарата и может не входить в состав ученого совета.

Вообще, ученый совет института дол-

жен быть наделен самыми широкими правами, как в науке, так и в кадровой политике, и то обстоятельство, что директор одновременно является председателем ученого совета, не должно использоваться для административного давления на последний. Я хотел бы подчеркнуть особое значение ученых советов еще и потому, что АН СССР — это не только 900 академиков и членов-корреспондентов, но и ее научно-исследовательские институты, из рядовых сотрудников которых вышло большинство членов Академии.

— После сказанного о месте научно-исследовательских институтов в структуре Академии возникает вопрос: не клоните ли вы вслед за ликвидацией секций к ликвидации отделений!

— Нет, не клоню. Сказанным я стремился только показать исключительное значение той конкретной области, где непосредственно добываются научные знания. Назвать их столь же важно, как и источники любого материального и духовного удовлетворения. Все они требуют одинакового внимания и заботы, как общества, так и правительства.

Что касается отделений, то пока я определенно не усматриваю необходимости в увеличении их числа (в частности, не вижу необходимости в создании отделения экологии — это не путь борьбы с экологическими кризисами). Скорее наоборот, ряд отделений имеет весьма размытые границы, и их количество и номенклатура нуждаются в упорядочении. В целом же отделения нужны для выработки комплексных стратегических направлений науки, экспертных оценок состояния различных наук в мире и СССР, координации исследований через систему своих научных советов, комитетов и комиссий, организации междисциплинарных связей, содействия международной, издательской и общественной деятельности.

Разумеется, в дальнейшем та или иная часть этих функций может быть передана соответствующим базовым академическим институтам. Однако при этом потребуются серьезный контроль во избежание возникновения монополизма: гипертрофия одних направлений науки в ущерб другим, апологетика некоторых научных концепций или теорий, журнальный диктат и т. п.

— Примерно полтора года назад Президиум АН СССР утвердил дополнительную программу фундаментальных исследований Академии наук СССР на период до 2000 г. — соответствующая часть этой про-

граммы координируется возглавлявшимся вами отделением. Вместе с тем существует и общесоюзная программа отделения. Как удастся сочетать работу по этим программам и, вообще, не слишком ли много программ «в одни руки»!

— Да, в последнее время мы фактически работаем по двум программам фундаментальных исследований: по общесоюзной программе отделения и по программе Президиума АН СССР. Они имеют самостоятельное финансирование, но в проблемном и тематическом отношении довольно близки и дополняют друг друга — я бы расценил это как материальное подкрепление наших исследований. В значительной степени программы объединяет и общее руководство. Полагаю, что в дальнейшем было бы логично рассмотреть вопрос об их слиянии, более четкой тематической рубрикации и менее претенциозных основах финансирования.

Пока финансирование программы Президиума устанавливается по типу грантов на конкурсной основе. Но в целях соблюдения истины следует сказать, что у нас просто не было времени провести подлинный конкурс проектов, да и сам тип грантов в СССР неизбежно будет отличаться от их западного прототипа, во многом действительно очень привлекательного, но требующего от участников проекта качеств, оценить которые сможет только руководитель проекта, а это могут оказаться специалисты, работающие не только в разных учреждениях, но и в разных городах. Легкость и свобода перемещения, проживания и необходимый рабочий и информационный комфорт пока остаются неразрешимой проблемой. Так что и в будущем конкурс проектов будет проходить у нас с существенными организационными ограничениями.

— В числе главных причин отставания нашей науки от западной вы назвали и неправильную расстановку сил в Академии, и отсутствие строгого отбора специалистов. А какова здесь роль разных объемов финансирования!

— Я не владею сейчас точными данными, но знаю, что разница вложений в науку «у нас» и «у них» измеряется порядками величин. При этом за рубежом основная часть вложений делается не государством, а фирмами. Это поразительно, но у нас до сих пор требуют внедрения результатов своих исследований, там же никто из ученых ничего не внедряет, наоборот — фирмы жадными глазами выискивают новейшие результаты и буквально выхватывают

их из рук. Иными словами, подход прямо противоположный.

Чтобы избавиться от нашего отставания, требуются две вещи: с одной стороны — хорошие головы, отбор талантливых молодых людей, а с другой — «пестование» их. Если уж воспитывать, так воспитывать как следует: нужна не только светлая голова воспитанника, но и светлые головы педагогов, и совершенствование в лучших лабораториях страны и, несомненно, за рубежом. Пора уже признать, что мир науки един, и чтобы вырастить хорошего специалиста, надо дать ему возможность не только кончить хорошей (а не любой!) институт или университет, но еще 2—3 года поработать по своей специальности в крупнейших зарубежных лабораториях — только после этого мы будем иметь настоящего специалиста. И когда он возвращается на родную землю, надо, чтобы у него была та же аппаратура, на которой он работал где-нибудь в Карлсруэ. Но все это, увы, невозможно, поскольку мы не имеем приличного финансирования.

— Насколько я понимаю, увеличение объема финансирования в ближайшие годы нам не грозит. А нельзя ли при тех же вложениях в науку попытаться изменить ситуацию в Академии путем новых подходов к выбору ее членов! Может быть, как-то изменить ее состав!

— Я не думаю, что стоит выбирать иначе, чем мы выбираем сейчас. Понятно, что должен быть конкурс и что в Академии должны попадать не те, кого по тем или иным причинам (например, по занимаемому положению) надо выбрать, а действительно талантливые ученые, известные в стране не только узкому кругу специалистов. Чтобы этого достигнуть, в теперешней ситуации я вижу только один выход: надо перестраивать психологию тех, кто наделен правом выбирать. А это, разумеется, непросто. К тому же вакансии иногда формулируются не потому, что в такой-то области науки появились крупные ученые с мировыми именами, а потому, что в такой-то области науки мы отстали (!?).

Еще совсем недавно члены-корреспонденты были лишены права выбирать новых членов-корреспондентов. Это вызвало массу неудовольствий. Многим же такое недемократичное решение представлялось разумным. Дело в том, что каждый член-корреспондент — это потенциальный академик, и при выборах некоторые из них голосуют за тех кандидатов, которые в дальнейшем не смогут составить им конкуренцию. В результате в Академию, может быть

и по этой причине, попали и не очень крупные ученые. Но члены-корреспонденты у нас в большинстве, поэтому преодолеть их решимость участвовать в выборах не удастся, да и не следует к этому стремиться.

— А может быть, стоит предоставить право выбирать действительных членов Академии докторам и членам-корреспондентам!

— Да, в целом такой демократичный подход вполне уместен, но сегодня вряд ли возможен. Нынешние члены Академии, насколько я их знаю, не допустят этого. Если же говорить о моем личном мнении, то вакансии должны формулироваться четко и в выдвижении кандидатов должен участвовать достаточно широкий круг самых квалифицированных специалистов страны. Например, в близкой мне стратиграфии я считал бы совершенно правильным, если бы все стратиграфы — доктора наук, кандидаты наук, члены-корреспонденты и академики — вместе обсуждали подходящих кандидатов в действительные члены академии и члены-корреспонденты. Но пока у нас есть устав, в котором написано, что Академия — это академики и члены-корреспонденты. Как будто 250 академических институтов — не Академия! По-моему, очень важно знать и учитывать мнение самого широкого круга ученых соответствующей сферы науки, но окончательные выборы, конечно, должны происходить в отделениях Академии. Высшее академическое ученое звание может присуждать только высшая ученая коллегия.

— И последний вопрос. Не кажется ли вам, что многие беды нашей науки в значительной мере связаны с тем, что она все больше «удаляется» от того, чем живет народ, становится все менее понятной и, как следствие, менее привлекательной для широкой общественности. Ведь прежде даже самые крупные ученые считали своим долгом заниматься популяризацией науки. Сегодня же для подавляющего большинства ученых это обуза. В чем дело! Почему порвалась эта связь!

— Мне кажется, все объясняется психологией некоторой элитарности со стороны членов Академии, а связана она с общим падением культуры. Я считаю, что настоящий ученый просто обязан писать таким языком, чтобы его труды были понятны не только коллегам, но и всем достаточно интеллигентным ученым, представителям других специальностей. Однако и этого мало. Надо периодически писать так, чтобы тебя понимали самые широкие круги читателей, т. е. выступать на страницах популярных изданий. В конечном счете все мы живем за счет народа и должны, отбросив ложный снобизм, объяснять ему, чем мы занимаемся, какие задачи перед собой ставим, как к ним продвигаемся. Для примера я привел бы список авторов «Природы» за 1912 г. — под ее основания — и современных авторов. Приходится с сожалением констатировать, что за годы Советской власти миссия просветительства из Академии наук практически ушла.

© Беседу провела Л. Д. Майорова

ИНФОРМАЦИЯ

Книги серии «ЧЕЛОВЕК И ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА» издательства «Наука»

Липовский Ю. О. В ХАНГАЙ ЗА ОГНЕННЫМ КАМНЕМ. 1987. 190 с. 75 к.

Лымарев В. И. МОРСКИЕ БЕРЕГА И ЧЕЛОВЕК. 1986. 160 с. 65 к.

Мизун Ю. Г. КОСМОС И ПОГОДА. 1986. 145 с. 50 к.

Семенова-Тян-Шанская А. М. МИР РАСТЕНИЙ И ЛЮДИ. 1986. 172 с. 30 к.

Сребродольский Б. И. ЗАГАДКИ МИНЕРАЛОГИИ. 1987. 160 с. 55 к.

Сребродольский Б. И. КОРАЛЛ. 1986. 134 с. 50 к.

Шарков Е. В. В ПОДЗЕМНЫХ МАСТЕРСКИХ ПЛУТОНА. (Что такое интрузивы?). 1986. 144 с. 50 к.

Адрес магазина: 252208, г. Киев, проспект «Правды», 80^б магазин «Книга — почтой» «Академкнига»



Н. Ф. Глазовский

АРАЛЬСКИЙ КРИЗИС

Умирающее на наших глазах Аральское море, катастрофические изменения природы Приаралья и всего гигантского Аральского региона, небывалое ухудшение условий жизни народов среднеазиатских республик — все это, так сказать, дела рук человеческих не оставляют, благодаря гласности, равнодушными не только советских людей, но и все мировое сообщество. В июле 1990 г. в американском городе Блумингтоне, в Центре азиатских исследований Университета штата Индиана состоялся первый зарубежный симпозиум по проблемам экологии Аральского региона. В октябре проводится международное совещание в г. Нукусе — столице Каракалпакии. Эти научные дискуссии должны наконец приблизить создание научно-обоснованной концепции улучшения экологической ситуации в регионе. В текущем году объявлен конкурс проектов ее оздоровления, в котором примут участие многие коллективы специалистов. Приходится констатировать, что, несмотря на уже вышедшие многочисленные правительственные (союзные и республиканские) постановления по поводу кризиса в Аральском регионе, общепринятой комплексной программы выхода из него пока не существует, как не существует и комплексной научной оценки последствий катастрофы и ее причин.

Мы предлагаем вниманию читателей журнальный вариант нескольких глав из готовящейся к печати книги Н. Ф. Глазовского «Аральский экологический кризис: причины возникновения и пути решения». Ее автор, долгое время работавший в Средней Азии и ныне активно участвующий в разработке концепции улучшения экологической ситуации в регионе, обобщил большинство научных работ по различным аспектам Аральской проблемы. В первой части публикации представлена общая характеристика региона и проанализирована трансформация природы, хозяйства и населения, произошедшая за последние 30 лет. В следующем номере речь пойдет об осознании Аральского кризиса научной общественностью и возможных путях его решения.



Никита Федорович Глазовский, доктор географических наук, заместитель директора Института географии АН СССР. Специалист в области природопользования и геохимии ландшафтов. Автор многих научных работ по этим проблемам, в том числе монографии «Соленакopление в аридных областях». М., 1987. Неоднократно печатался в «Природе».

Б АССЕЙН Аральского моря — единая природная система, все процессы в которой взаимосвязаны. Существование моря во многом зависит от того, как используют воды питающих его рек в их верхнем и среднем течении. Поэтому, с географической точки зрения, говорить просто об Арале методически неверно и следует рассматривать весь его бассейн, называемый Аральским регионом. В него включают бассейны Сырдарьи, Амударьи, Теджена, Мургаба, ряда мелких рек, стекающих с гор, а также бессточные области между реками и вокруг Аральского моря.

В административном отношении — это Узбекская и Таджикская ССР полностью, Туркменская ССР без Красноводской области, несколько областей Казахской и Киргизской ССР, а также часть Северного Афганистана и Северо-Восточного Ирана. Площадь советской части региона в этих границах составляет около 1,4 млн км², а всего региона — около 2 млн км².

Мощные горные сооружения на юге региона определяют направление рек, служат барьерами на пути воздушных масс, их соседство с Туранской равниной существенно влияет на размещение и особенности хозяйства региона.

В северных частях региона климат умеренно континентальный, в южных — субтропический. Основной перенос воздушных масс в верхней половине тропосферы и выше большую часть года направлен с запада на восток. А в нижней ветры в основном дуют из центральных частей региона, примерно от оси Аральского моря, к его периферии. О таком их направлении, а значит, и направлении переноса солей и пыли свидетельствует ориентация песчаных гряд, а также непосредственное наблюдение из космоса за перемещением пыльных бурь. Атмосферная влага поступает в основном с запада, но имеется и южный перенос, питающий ледники южных склонов Гиссаро-Алая, Памира и Тянь-Шаня.

На равнине выпадает 90—120 мм в год осадков, в предгорных районах — 400—500 мм, на западных склонах Тянь-Шаня — более 2000 мм, а в целом в регионе — около 500 мм. Большая их часть испаряется и транспирируется. Речной сток в среднем составляет около 116—120 км³ в год.

Значительны запасы подземных вод, не связанных с речным стоком. Так, потенциальные ресурсы пресных и слабосоленых вод в среднеазиатских республиках и Казахстане, по последним данным И. С. Зек-

цера, составляют 45 км³ в год, а используется 14 км³, запасы соленых и соленых вод еще больше.

Почвы равнинной части преимущественно серо-бурые, бурые, песчаные, солончаки, в горных районах их спектр очень широк. В районах многовекового орошения сформировались оазисные почвы.

Сельскохозяйственные угодья во всех среднеазиатских республиках и Казахстане заняты преимущественно пастбищами. Пашни занимают относительно небольшие площади и, за исключением распаханых целинных земель Казахстана, обычно приурочены к районам орошения. Основная их часть отведена под технические культуры, и прежде всего хлопок.

Аральский регион — один из центров возникновения цивилизации, древнейший очаг земледелия. Еще в VI тысячелетии до н. э., в эпоху джейтунской культуры, на предгорной равнине Копетдага возникли примитивные формы искусственного орошения. В низовьях Амударьи обнаружены следы существовавших в I тысячелетии до н. э. каналов шириной до 45 м¹.

Из-за сухости климата население группировалось преимущественно вдоль рек, вблизи источников и озер. При миграции рек мигрировало и население. С другой стороны, и человек влиял на водные ресурсы, сооружая каналы и дамбы.

Население Аральского региона — 31—32 млн человек: Узбекская ССР — 19 млн, Таджикская — 4,8 млн, Туркменская (без Красноводской области) — 3 млн, Нарынская и Ошская области Киргизской ССР — 2,1 млн, Чимкентская и Кызыл-Ординская Казахской ССР — 2,4 млн человек.

Многонациональное население быстро растет, особенно с начала 60-х годов. Естественный прирост населения на 1000 человек в Казахской ССР — 18,1, в Узбекской — 30,8, в Киргизской — 25,5, в Таджикской — 35,2, в Туркменской — 28,5, в то время как в РСФСР — 6,8, а в среднем по СССР — 10,2. В регионе самые большие семьи в стране: в Таджикистане в среднем — 6,48 чел.

Собственно Приаралье значительно меньше. В него включают Каракалпакскую АССР, Хорезмскую область Узбекской ССР, Ташаузскую область Туркменской ССР, Кызыл-Ординскую и южную часть Актобинской области Казахской ССР. Площадь Приаралья

¹ История древнего Востока. Зарождение древнейших классовых обществ и первые очаги рабовладельческих цивилизаций. М., 1983.



Аральское море 1.10.1979 г. (вверху) и 9.07.1989 г. (внизу). Снимки со спутника «Метеор».



Изменение очертаний Арала за 2000 г. береговая линия Арала последние 30 лет. Пунктиром [при отсутствии стока в него Амударьи и Сырдарьи]. обозначена прогнозируемая на 2000 г.

в этих границах около 480 тыс. км². Именно здесь, у самого Арала, в наибольшей степени проявляются все возникшие в последнее время экологические проблемы.

ИЗМЕНЕНИЯ АРАЛА

Площадь Аральского моря до последнего катастрофического падения его уровня составляла 68,32 тыс. км² (66,09 тыс. км² — водное зеркало и 2,23 тыс. км² — острова); объем воды — около 1066 км³, макси-

мальная глубина — 60 м, на большей части менее 30 м, соленость — от 10 до 12 ‰.

Особенностью моря были бухтовые берега «аральского типа» (выделенного еще Л. С. Бергом в 1908 г.) с многочисленными лагунами, мелководными узкими проливами между островами, периодически сообщаемыми с Аралом озерами и бессточными впадинами, которые служили естественными испарителями и существенно влияли на солевой баланс моря. Средне-многолетний водный баланс моря зависел



Озера, образовавшиеся в Приаралье из вод, сбрасываемых с орошаемых полей.

Фотохроника ТАСС.

в основном от соотношения речного стока (52—56 км³/год) и испарения (58—65 км³/год). Уловы рыбы достигали 40—50 тыс. т в год. Море использовалось также для судоходства (еще в 1969 г. было перевезено 150 тыс. т грузов). В дельтах Амударьи и Сырдарьи добывали свыше 1 млн шкурок ондатры, здесь же заготавливали тростник, используемый в качестве строительного материала и на корм скоту. Так было до катастрофического падения уровня моря на наших глазах из-за хозяйственной деятельности.

Впрочем, уровень Арала и в прошлом испытывал падения и подъемы. На основании изучения древних береговых линий и донных отложений полагают, что Аральское море сформировалось в плиоцене или даже в позднем плейстоцене. В верхнем плиоцене — начале четвертичного периода его уровень доходил до абсолютных отметок 73 м, т. е. был более чем на 20 м выше современного, а 150—130 тыс. лет назад

море сократилось. 25 тыс. лет назад уровень Арала был на 15—17 м выше, чем до последнего падения уровня (40,3 м в 1987 г.), а 22 тыс. лет — Арал, видимо, вновь отступил².

Колебался уровень и в более близкую к нам эпоху — вторую половину голоцена. Максимальная трансгрессия (отметки 56,5 м) была около 4—6 тыс. лет назад. Вместе с тем на протяжении последних 4 тыс. лет произошло и несколько крупных регрессий; в период максимальной уровень Арала спускался на 15—16 м ниже среднепогодного.

Эти изменения зависели не только от обводненности Средней Азии, но и от направления стока Амударьи. Судя по рукописям древних географов и историков, в конце IV и III тысячелетий до н. э. Амударья заполняла Сарыкамышскую впадину и сбрасывала часть своих вод по Узбою в Каспий, что подтверждают и археологиче-

² Вейнбергс И. Г., Ульст В. Г., Розе В. К. О древних береговых линиях и колебаниях уровня Аральского моря. Вопросы четвертичной геологии. Рига, 1972. Вып. 6. С. 69—89.

ские исследования, установившие широкое распространение неолитических стоянок вдоль русла Узбоя.

На рубеже III и II тысячелетий до н. э. значительная часть протоков Присарыкамьшской дельты была занесена аллювиальными отложениями и воды Амударьи, повернув на север, достигали Аральского моря. По-видимому, во II и, возможно, начале I тысячелетия до н. э. часть вод Амударьи вновь сбрасывалась по Узбою. Об этом говорят некоторые исторические свидетельства, правда, весьма противоречивые, и, главное, остатки культуры эпохи бронзы вдоль русел Ахчадарьи и Узбоя.

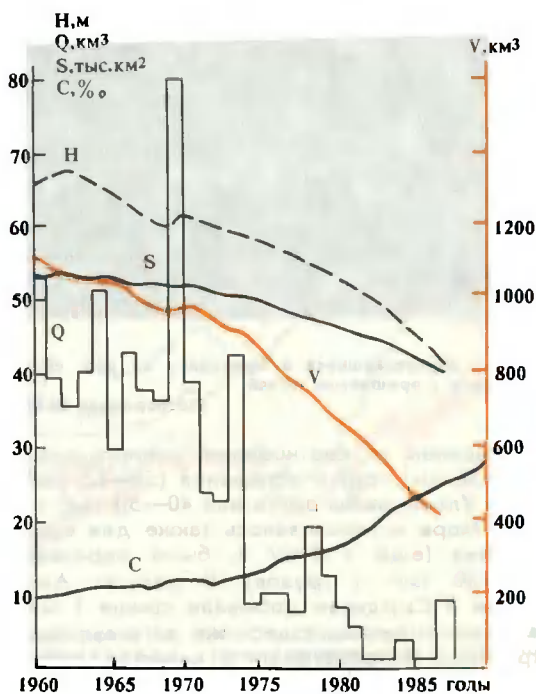
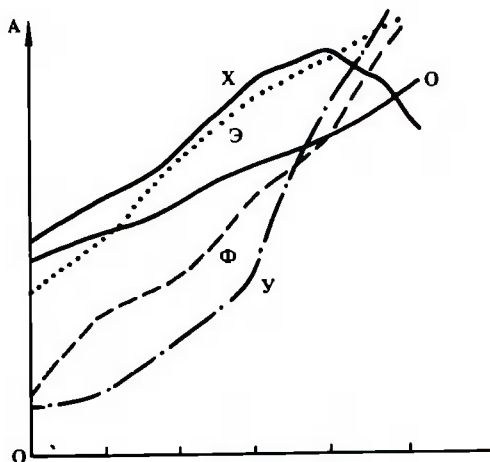
На рубеже II и I тысячелетий Амударья вновь повернула на север, и в последующие эпохи сток по Узбою возник лишь периодически и на короткое время: в X в.; после 1220 г. из-за разрушения дамб в период монгольского нашествия; в 70—80-х годах XIV в. при завоевании Хорезма Тимуром, а также во время максимального подъема уровня в Сарыкамыш³.

Затем на его месте образовался солончак с отдельными озерами, которые питались за счет подземных вод и периодических кратковременных прорывов Амударьи во время высоких паводков. Периодические изменения стока Амударьи должны были сказываться на уровне и солености Арала. Например, во время трансгрессии Сарыкамыша в конце XIV в. уровень Арала снизился, а его соленость повысилась настолько, что на дне началось осажде-ние гипса.

За последние 200 лет амплитуда колебаний не превышала 4 м, а в первой половине нашего столетия — 1 м.

ПРИЧИНА И СЛЕДСТВИЕ

С начала 60-х годов площадь орошаемых земель выросла в Узбекской и Таджикской ССР в 1,5 раза, в Казахской ССР в 1,7 раза и в Туркменской ССР в 2,4 раза. Развитие орошения сопровождалось значительными капитальными вложениями в сельское хозяйство. Так, основные производственные фонды сельскохозяйственного производства возросли в 5—7 раз, энергетические мощности в сельском хозяйстве в 6 раз, парк тракторов — в 3,2. Одновременно в 3,5—6 раз выросло потребление минеральных удобрений (на 1 га паш-



Вверху — тенденции антропогенного воздействия [A, усл. ед.] в Аральском бассейне: производство хлопка [X], энергетические мощности [Э], основные фонды [Ф] в сельском хозяйстве, площадь орошаемых земель [O], потребление удобрений [У]. Внизу — состояние Аральского моря: уровень [H], речной сток в Арал [Q], площадь моря [S], объем [V], соленость [C].

³ Низовья Амударьи, Сарыкамыш, Узбой. История формирования и заселения. Материалы Хорезмской экспедиции. Вып. 3. М., 1960.

ни в республиках Средней Азии оно в 2,5—3 раза выше, чем в РСФСР). При этом основные вложения были сделаны именно в мелиоративное строительство (табл. 1).

За период с 1959 по 1987 г. население возросло: в Узбекской ССР с 8,1 до 19 млн чел. (в 2 раза), в Таджикской ССР с 1,5 до 4,8 (в 3,2 раза), в Туркменской ССР с 1,5 до 3,36 млн человек (в 2,2 раза). В результате отбора воды на орошение резко снизился речной сток в Аральское море (вместо 56 км³ в год до начала 60-х годов — 7—11 км³ в середине 70-х годов, в 80-х же годах в течение ряда лет речные воды в Арал вообще не поступали).

Уровень Аральского моря упал с 53 м в 1960 г. до 40,3 м в 1987 г., площадь моря уменьшилась с 67 до 41 тыс. км², а объем — с 1064 до 404 км³. Соленость морских вод возросла с 10 до 24 ‰, а по последним данным — до 28—30 ‰.

Вместо естественной гидрографической сети возникла искусственная. По нашим расчетам, длина коллекторно-дренажной сети в аридной зоне СССР достигает 150—200 тыс. км, что в 10—15 раз больше длины основных рек этой зоны.

Из-за сброса дренажных вод в пустыню увеличились старые и образовались новые водоемы. Наиболее крупные из них — уже упоминавшийся Сарыкамыш и Арнасай.

Оз. Сарыкамыш у юго-восточного края плато Устюрт наполнилось водой, отводимой с левобережных орошаемых массивов в низовьях Амударьи. Сегодня его площадь около 3 тыс. км², объем 26 км³. Минерализация вод озера постоянно возрастает: от 3—4 г/л в начале 60-х годов до 12—13 г/л в настоящее время.

Таблица 1

Капитальные вложения в сельское хозяйство Узбекской ССР, млн руб.

Период	В целом в сельское хозяйство (без лесного хозяйства и заготовок)	В том числе в мелиоративное строительство
1956—1960	1 729	459*
1961—1965	3 120	1091*
1966—1970	5 441	2042*
1971—1975	9 226	5428
1976—1980	12 513	7227
1981—1985	14 877	7726
1986	2 738	1420
1987	2 767	1393

* Только в водохозяйственное строительство.

Оз. Арнасай (а точнее — Арнасайская озерная система) образовалось на месте солончака Айдар к северу от хр. Нуратау. Сюда отвели воды с орошаемых массивов левобережья среднего течения Сырдарьи. Площадь этого водоема в разные периоды составляла от 2330 до 1750 км², объем от 20 до 12,5 км³, а минерализация — от 4 до 13 г/л.

Здесь предполагалось создать интенсивное рыбное хозяйство, которое должно было частично компенсировать сокращение рыболовства на Арале. При этом не учли, что в дренажных водах, а следовательно, и водосборных озерах много пестицидов и различных компонентов удобрений, а рыба часто непригодна для употребления в пищу.

В дельтах Амударьи и Сырдарьи постоянно сокращается площадь естественных озер, и если их количество в первый период пересыхания водоемов увеличилось за счет дробления крупных озер, то в настоящее время и оно сокращается.

Усыхание Аральского моря привело к усилению континентальности климата в Приаралье. На прибрежных метеостанциях амплитуда летних и зимних температур воздуха увеличилась на 1,5—2,5 °С, на 0,5—3,3 °С возросла и амплитуда суточных температур⁴.

На 2—3 % уменьшилась среднегодовая влажность воздуха, а весной и летом это уменьшение достигло 9 %. Значительно увеличилась повторяемость засушливых дней. Так, если в 1950—1959 гг. их число составляло в г. Муйнаке 30—35, то в 1970—1979 гг. — 120—150. Исследования показали, что антропогенное воздействие на режим влажности превзошло влияние естественных циркуляционных факторов.

Из-за уменьшения влажности воздуха в приморских районах уменьшилась конденсация влаги в песчаных массивах Приаралья, а значит, ухудшились условия питания грунтовых вод и обеспеченность влагой пустынной растительности. По данным отдельных метеостанций, весенние заморозки сместились на более поздние сроки, а первые осенние, наоборот, наступают на 10—12 дней раньше. Таким образом, и весной, и осенью исчезло смягчающее влияние моря.

Если в 1950—1959 гг. максимум осадков приходился на февраль — март, а минимум — на сентябрь, то в 1970—1979 гг. на апрель и июль.

⁴ Молоснова Т. И., Субботина О. И., Чанышева С. Г. Климатические последствия хозяйственной деятельности в зоне Аральского моря. М., 1987.



Амударья, остановившаяся в нескольких метрах от Арала. 1989 г.

Фотохроника ТАСС.

Усилению континентальности климата способствует и рост в 3 с лишним раза отраженной солнечной радиации из-за увеличения более чем в 7 раз альbedo территории, занимаемой ранее Аральским морем.

Число дней с пыльными бурями увеличилось с 1966 по 1980 г. в прибрежных районах более чем на 50 %, а в отдельных пунктах — в 3,6 раза.

Протяженность пылевых потоков при пыльных бурях составляет в среднем около 170 км, а при фронтальных бурях — 270 км. Наиболее мощный вынос пыли происходит между устьем Сырдарьи и бывшим о. Уялы. Масса одного пылевого облака при песчаной буре достигает 1,68 млн т. Правда, увеличение числа пылевых бурь с 50-х по 70-е годы в 60 раз на глато Устюрт и в Каракалпакии связано, по нашему мнению, не столько с усыханием Арала, сколько с антропогенной деградацией растительного и почвенного покрова на самом Устюрте.

Увеличился и вынос солей с осушенного дна Арала. Современные его оценки колеблются от 13 до 231 млн т в год (более вероятны значения от 40 до 150 млн т)⁵. Из-за этого в 6—7 раз возросла и минерализация атмосферных осадков, причем не только в Приаралье, но и вдали от моря. Во многих случаях такое повышение связано с увеличением выноса солей из антропогенных солончаков на периферии и внутри орошаемых массивов. Солевой перенос сказывался на засолении почв и биологической продуктивности растений, минерализации речных вод в областях формирования стока рек Средней Азии.

Трансформируются ландшафты. На песчаных участках осушенного дна появились барханные массивы, на глинистых поверхностях около зарослей — бугры высотой от 30—40 см до 1 м. На бывших донных отложениях возникают почвы, преобразующиеся в песчаные комплексы или солончаки.

⁵ Рубанов И. В., Богданова Н. М. Количественная оценка солевой дефляции на осушающемся дне Аральского моря // Пробл. освоения пустынь. 1987. № 3. С. 9—16.

ГРУНТОВЫЕ ВОДЫ И СОЛИ

Во многих районах существенно изменился уровень грунтовых вод. Так, если в 1959—1964 гг. в Ташаузской области территории с уровнем грунтовых вод выше 2 м составляли 20 %, то в 1978—1982 гг. — 31,5 %. В целом в Туркмении на 87 % площади орошаемых земель уровень грунтовых вод выше 2,5 м и на 26 % — выше 1,5 м. В Узбекистане уровень грунтовых вод выше критического на 1,6 млн га. В то же время в дельтовых районах рек Средней Азии на нерошаемых и опустынившихся в результате падения уровня воды в реках и море территориях уровень грунтовых вод понижается со скоростью до 50 см в год и с начала 60-х годов упал на 10—15 м. На орошаемых же землях уровень поднимается с той же скоростью и во многих районах повысился на несколько метров. В Каракалпакии с 1975 по 1980 г. площади земель с критической глубиной уровня грунтовых вод увеличились с 72 до 90 %.

Из-за фильтрации вод Каракумского канала, объем которой за 16 лет составил 20,58 км³ (в среднем 1,29 км³ в год), сформировался мощный поток грунтовых вод от канала. В результате в полосе 2—3 км от канала они распределились, кроме того, образовались обширные подземные линзы пресных вод, а в межгрядовых понижениях — фильтрационные озера⁶.

Широко распространилась ирригационная эрозия. Только в Узбекской ССР ей подвержено свыше 0,6 млн га орошаемых земель, из-за чего ежегодно недобирается 0,35—0,4 млн т хлопка-сырца.

Подъем грунтовых вод и их испарение вызывают интенсивное вторичное засоление почв. Так, по данным туркменских почвоведов, в Мургабском оазисе за 8 лет площадь незасоленных и слабозасоленных земель уменьшилась с 50 до 25 %, а засоленных — возросла с 50 до 75 %. В Тенженском оазисе из 70 тыс. га орошаемых земель засолено 48 тыс. В Туркмении засолено около 400 тыс. га орошаемых земель, в Узбекистане — свыше 1,2 млн га, в Каракалпакии — 376,9 тыс. га.

В 1985 г. средне- и сильнозасоленные почвы составляли в Узбекистане 60 %, Туркмении — 80 %, Таджикистане — 35 %, Киргизии — 40 %, Казахстане — 60—70 % площади орошаемых земель⁷.

Поскольку значительная часть дренажных вод с орошаемых массивов сбрасывается в реки минерализация вод Сырдарьи повысилась в низовьях с 0,8 г/л в 1960 г. до 2,8 г/л в 1985 г., Амударьи — до 1,7 г/л.

В результате развития орошения изменилось соотношение различных составляющих речного стока. Вынос солей с орошаемых массивов превысил их вынос из ландшафтов в областях формирования речного стока. Несмотря на сокращение стока, поступление солей в крупные озера и Каспийское море увеличилось.

Особенно увеличился привнос солей в ландшафты на суше из-за фильтрации вод каналов, оттока грунтовых вод с орошаемых массивов, сброса дренажных вод на окраины оазисов. Таким образом, развитие орошения привело к мобилизации огромных масс солей, накопившихся ранее в ландшафтах, и перераспределению их на огромной территории аридных областей.

Твердый речной сток в целом уменьшился из-за сокращения водного стока, а также из-за того, что взвешенные наносы теперь аккумулируются в водохранилищах и оросительных системах (например, в бассейне Сырдарьи — 97 %).

ИЗМЕНЕНИЯ ЖИВОТНОГО И РАСТИТЕЛЬНОГО МИРА РЕГИОНА

При распашке и обводнении земель в первые же годы исчезают пятнистый полоз, длинноногий еж, тушканчики Северцова и малый, корсак, перевязка, резко сокращается численность черепахи, гребнепалого геккона и линейчатой ящурки. Снижается общая численность, но возрастает плотность большой и краснохвостой песчанок, ушастого ежа, карликовой белозубки на нераспаханных участках, берегах арыков и каналов. Появляются узорчатый полоз и желтопузик. В целом, по данным Л. А. Персиановой и др., в Джизакской области при обводнении из 27 видов млекопитающих исчезают 9, в угнетенном состоянии будут находиться 4, правда, могут появиться 2—3 новых. Из 21 вида пресмыкающихся полностью исчезнут 2, численность же 3—4 видов может возрасти.

В результате осушения дельты Сырдарьи водоплавающие птицы сместились отсюда на озера Тургая. Скопления розового и кудрявого пеликанов отмечаются к северу от границ прежнего арвала. Мигрирующие водоплавающие птицы скапливаются и на водохранилищах и образовавшихся фильтрационных озерах в Средней Азии.

⁶ Природа, техника, геотехнические системы. М., 1978.

⁷ Хакимов Ф. И. Почвенно-мелиоративные условия опустынивания дельт. Пуцнино, 1989.

На новых сбросных водоемах формируются и крупные зимовки водоплавающих птиц. Так, на водоемах Келифского Узбоя скапливаются до 500 тыс. птиц, а на водоемах, образованных в песках Сундукли в результате сброса вод Каренинским коллектором, — свыше 80 тыс.

По данным В. С. Залетаева и Н. М. Новиковой, с 70 до 30 видов уменьшилось разнообразие обитающих в Приаралье млекопитающих и с 319 до 168 — видов птиц. В результате исчезновения мест гнездования число гнездящихся видов птиц в низовьях Сырдарьи сократилось с 173 до 38.

Из-за опустынивания приречных лесов — тугаев, когда-то чрезвычайно флористически богатых, под угрозой исчезновения 54 вида высших растений, в том числе ряд реликтовых и эндемичных.

Вблизи каналов сухостойная — псаммофитная — растительность заменяется влаголюбивой — гидрофитной и фреатофитной.

В самом Аральском море, по данным летних полевых обследований, проведенных Н. В. Аладиным в 1989 г., почти полностью погибли представители аборигенной пресноводной и солоноватоводной фауны. Еще сохранились виды, завезенные из Черного и Каспийского морей, хотя и они находятся на физиологическом пределе выживания.

ЗАГРЯЗНЕНИЕ И ЗАБОЛЕВАНИЯ

Химическое загрязнение достигло небывалых размеров из-за применения значительного количества удобрений, гербицидов, дефолиантов. На орошаемых землях Средней Азии используют в 10—15 раз больше удобрений, чем в среднем по стране. Так, их количество, внесенное на гектар пашни в Узбекистане в 1987 г. составило 305,6 кг. К этому добавляется 54 кг/га различных гербицидов, дефолиантов и т. д. Большая часть этих удобрений и ядохимикатов, а вместе с ними и значительное количество микроэлементов попадает в воду.

В результате качество вод региона неудовлетворительное. Так, в сентябре 1989 г. в ряде рек и каналов Узбекистана содержание 6-валентного хрома достигало 8, меди — 18, фенолов — 6, сульфатов — 12 ПДК.

Пить эту воду просто опасно, но большая часть сельского населения ее использует. Например, в июне 1989 г. в крупных населенных пунктах Каракалпакской АССР минерализация водопроводной воды в 1,2—1,7 раза превышала ПДК.

Ухудшение качества среды обитания

из-за развития гидромелиорации и связанной с ней химизацией сельского хозяйства привело к росту заболеваемости населения и смертности. Так, в Узбекской ССР в 1980—1987 гг. число госпитализированных на 1000 человек возросло с 21,8 до 26,3; в Каракалпакской АССР — с 20,2 до 24,9.

Данные медицинских обследований показывают, что с начала 60-х годов значительно возросло число заболеваний желчнокаменной болезнью, хроническим гастритом, раком пищевода. Заболеваемость паратифом в Каракалпакии в 23 раза выше, чем в среднем по стране. За 10 лет здесь в 15 раз выросла общая смертность, в 1,6 раза увеличилась заболеваемость сердечно-сосудистой системы, в 2 раза — туберкулезом, в 5 раз — желчнокаменной болезнью, в 7—10 раз — раком пищевода. В Кызыл-Ординской области в низовьях Сырдарьи заболеваемость брюшным тифом за пять лет возросла в 20 раз.

У 60 % обследованных детей в Узбекской ССР и у 64 % в Каракалпакии выявлены отклонения в развитии здоровья. В 1987 г. в Узбекистане зарегистрировано 280 тыс. случаев заболевания инфекционным гепатитом.

В среднеазиатских республиках и Казахстане самый высокий уровень детской смертности в СССР, причем в 1970—1985 гг. здесь наблюдался и абсолютный ее рост на фоне снижения (за исключением Молдавии) в других республиках, несмотря на рост обеспеченности местами в больницах беременных и рожениц, а также числа детских поликлиник в Туркмении в 2,6, в Узбекистане в 3,5, в Таджикистане в 2,9 раз.

Усилилась социальная напряженность, о чем свидетельствует в частности, рост числа разводов в Узбекской ССР с 0,3 на 1000 жителей в 1960 г. до 1,5 в 1987 г.

Водные проблемы усиливают региональную и национальную отчужденность в Аральском регионе. Постоянно возникают разногласия, связанные с количеством и качеством водных ресурсов, поступающих из республик и областей, расположенных в верхних частях речных бассейнов, в регионы, расположенные ниже по течению; гидротехническим строительством, затрагивающим интересы разных союзных республик, и т. д.

Не оправдались надежды решить проблему занятости населения за счет расширения орошения. Абсолютное количество занятых в сельском хозяйстве за последние десятилетия непрерывно и устойчиво снижается. В колхозах и совхозах Голодной и Джизакской степей средняя обеспеченность трудовыми ресурсами составляет 70—75 %.

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВО

Ухудшение состояния окружающей среды отрицательно сказалось на эффективности сельского хозяйства. Даже слабое засоление почв снижает урожайность хлопчатника на 10—15 %, среднее — на 30—40 %, сильное — на 50—60 %. Увеличение в пахотном слое орошаемой почвы содержания солей до 1 % снижает урожай на одну треть, а при 2—3 % он погибает полностью.

Существующие оценки показывают, что за счет засоления почв в Узбекской ССР недобор сельскохозяйственной продукции составляет 30 %, Туркменской ССР — 40 %, Казахской ССР — 30—33 %, Таджикской ССР — 18 %, Киргизской ССР — 20 %⁸.

Из-за опустынивания снизилось сельскохозяйственное производство в дельтовых районах. Кроме скрытых имеются и прямые потери. Так, продуктивность орошаемых земель в Бостанлыкском районе (средняя часть бассейна Сырдарьи) с 1966 по 1978 г. вначале поднялась от 536 до 1126 руб./га, а затем снизилась до 951 руб./га. При этом удельные затраты возросли с 380 руб./га до 420 руб./га. Прирост затрат превышает прирост продукции⁹. Такая тенденция характерна для многих районов Аральского региона: в Гяурском районе Туркменской ССР за семь лет выход продукции с гектара орошаемых земель сни-

зился с 2—2,5 тыс. до 1,5 тыс. руб. и менее и т. д.

Возросла себестоимость сельскохозяйственной продукции. Повышение минерализации и изменение состава оросительных вод сказывается не только на ее количестве, но и на качестве. Так, увеличение содержания сульфат-иона в оросительных водах влияет на состав белка в зерне.

В итоге валовой сбор хлопка в Средней Азии и Казахстане после 1980 г. не растет (табл. 2). Урожайность хлопка в 80-е годы также стала падать и в 1986 г. в Туркмении упала до уровня 50-х годов, в общем объеме заготовок снижается удельный вес первого и второго сортов. Уменьшается и урожайность других культур, выращиваемых на орошаемых землях.

Низкая эффективность орошаемого земледелия помимо уже перечисленных причин связана и с некоторыми другими, в частности неподготовленностью многих, по отчетам якобы готовых к реальному орошению оросительных систем. В некоторые годы до 43 % площади земель, на которых была построена оросительная сеть, так и не орошались. Из-за плохого ее качества и эксплуатации в Узбекистане и Казахстане в 1964—1967 гг. из орошения выбывало больше земель, чем вводилось. Использование для орошения неподготовленных земель привело, с одной стороны, к резкому ухудшению почвенно-мелиоративной обстановки, с другой — к низкой урожайности на орошаемых землях.

В дельтовых районах Сырдарьи и Амударьи из-за снижения речного стока началось опустынивание. Обсохли тростниковые заросли в мелководных озерах, осушились

⁸ Там же.

⁹ Воропаев Г. В., Исмаилов Г. Х., Федоров В. М. Моделирование водохозяйственных систем аридной зоны СССР. М., 1984.

Таблица 2

Средний ежегодный валовой сбор хлопка-сырца (тыс. т) и урожайность хлопчатника (ц/га)

Республика	1940	1950	1960	1961— 1965	1966— 1970	1971— 1975	1976— 1980	1981— 1985	1986	1987
Узбекская ССР	1386 15	2282 20,1	2949 20,3	3337 21,9	3982 25,1	4895 28,5	5459 29,4	5159 26,7	4989 24,3	4858 23
Казахская ССР	93 9,2	62 10,3	49 11,5	217 19,5	241 20,9	305 26,6	317 27	302 23,3	333 25,9	312 24,4
Киргизская ССР	95 14,8	120 18,9	126 17,7	157 20,6	173 23,5	205 27,6	208 28,3	87 19,1	68 23,5	73 23,5
Таджикская ССР	172 16,2	289 22,9	399 23,2	523 24,2	649 27,1	810 30,7	906 30,7	917 29,8	922 29,4	872 26,9
Туркменская ССР	211 14	276 18	363 16	449 17,8	726 23,9	1011 23,1	1130 22,4	1142 21,4	1137 17,5	1272 20,1

поймы (на 980 тыс. га — в низовьях Амударьи и на 200 тыс. га — в низовьях Сырдарьи). Урожайность тростниковых сообществ снизилась с 30—40 до 0,7—1,3 ц/га.

В низовьях Сырдарьи к 1978 г. 114 тыс. га аллювиально-луговых почв стали солончаками, 532 тыс. га болотных и лугово-болотных почв обсохло, 31 тыс. га опустынилось и 55 тыс. га трансформировалось в солончаки. Таким образом, около 732 тыс. га, по существу, вышло из сельскохозяйственного оборота. Продуктивность пастбищных и сенокосных угодий сократилась с 30—40 до 13—15 т/га.

В результате изменения растительности общий кормовой запас сократился с 1200 до 500 тыс. т, а продуктивность злаково-разнотравных и разнотравных лугов — в 3 раза.

Уменьшились запасы лекарственных растений, в том числе солодкового корня. В Приаралье почти исчез промысел ондатры: с 70—230 тыс. шкурок в 1950—1960 гг. до 72 штук в 1978 г.

В результате усиления переноса солей через атмосферу происходит их осаждение на растительности, в том числе на тутовнике. Возможно, с этим связано снижение закупок коконов тутового шелкопряда в Каракалпакии.

Сокращение площади пастбищ и уменьшение их продуктивности отрицательно сказались на поголовье овец и коз, снизившемся в 1981—1988 гг. с 8961,1 до 8539,9 тыс. голов, а следовательно, на производстве шерсти и каракуля.

Практически прекратилось рыболовство на Арале. Ранее уловы двух рыбокомбинатов, 10 рыбозаводов и 17 рыболовческих колхозов составляли около 40 тыс. т рыбы в год. В настоящее время рыболовство ведется лишь на оставшихся озерах, а также на ряде озер — приемниках дренажных вод.

Оценки экономических потерь (возможных и реальных) в бассейне Арала, связанных с развитием орошения и падением уровня моря, производились рядом авторов. Сотрудники Института водных проблем АН СССР в 1973 г. прогнозировали, что из-за падения уровня Арала валовой доход может снизиться на 15—30 млн рублей за год. Однако уже в 1980 г. ежегодные потери лишь в низовьях Амударьи составляли по крайней мере 92,6 млн руб.

На наш взгляд, минимальный общий ущерб, нанесенный природе и хозяйству региона, очень грубо можно оценить по стоимости мероприятий, направленных на ликвидацию последствий Аральского кри-

зиса. По существующим оценкам, это по меньшей мере 37 млрд руб.

Реальные потери с учетом недобранной сельскохозяйственной продукции, ухудшения здоровья населения, а также компенсационных затрат будут значительно выше.

Таким образом, можно констатировать, что геосистемы Аральского региона, находившиеся до 60-х годов XX в. в динамическом равновесии, из-за широкого развития орошения и связанной с ним интенсивной химизации сельского хозяйства пришли в дестабилизированное состояние. В некоторых случаях ряд показателей (валовое производство, урожайность) вроде бы сохраняется стабильным, но эта мнимая стабильность достигается вовлечением в оборот все новых и новых орошаемых земель при деградации орошаемых прежде. Так что здесь здесь своеобразная «ползучая устойчивость» хозяйственных систем, существующих при экстенсивной форме природопользования за счет деградации природной среды.

В заключение перечислим основные причины Аральского кризиса:

ошибочная стратегия размещения производительных сил, ориентированных на водоемкие производства;

непомерное расширение посевов водоемких культур, в первую очередь риса, введение монокультур, и в частности хлопчатника, потребовавшего большого количества минеральных удобрений и гербицидов;

освоение низкопродуктивных трудно-мелиорируемых земель с высокой засоленностью или тяжелым механическим составом почв, неблагоприятными гидрогеологическими и геоморфологическими условиями и т. д.;

низкое качество проектирования, строительства и эксплуатации оросительных систем;

недостаточная обоснованность оросительных норм и их превышение на практике;

отсутствие научных прогнозов альтернативных путей развития хозяйства региона и его влияния на природную обстановку.

(Окончание в следующем номере.)

Материал подготовила М. Ю. Зубрева.

В. Н. Анисимов**Цена продленной жизни:
взгляд онколога**

Владимир Николаевич Анисимов, доктор медицинских наук, руководитель лаборатории экспериментальных опухолей Научно-исследовательского института онкологии им. Н. Н. Петрова Минздрава СССР. Основные научные интересы связаны с проблемой взаимосвязи процессов возникновения злокачественных новообразований и старения.

ЧЕЛОВЕЧЕСТВО стремительно стареет. Если в 1975 г. 5,3 % из живших на Земле 4,09 млрд людей превысили 65-летний рубеж, то к 2000 г., по некоторым оценкам, 6—8 % населения планеты будет старше этого возраста. В экономически развитых странах уже сегодня 10—14 % населения составляют пожилые люди, а к 20-м годам XXI в. их доля удвоится¹. Крупные города становятся городами пенсионеров. Так, в 5-миллионном Ленинграде их уже около 1 млн. Следует учитывать, однако, что постарение населения в развитых странах обусловлено не столько увеличением продолжительности жизни, сколько снижением рождаемости. Вместе с тем, как считает известный американский геронтолог К. Дихтвальд², «у нас есть все основания быть признательными медицине, фармакологии и здравоохранению за те достижения, которые за последние 100 лет способствовали повышению жизненного уровня и резкому увеличению продолжительности жизни». Если до начала века лишь 1 из 10 человек преодолевал рубеж 65 лет, то сейчас до такого возраста доживает около 80 % населения. К 2000 г. в мире будет в 2 раза больше, чем в 1970 г., жителей в возрасте 80 лет и старше.

ДЕМОГРАФИЯ И БОЛЕЗНИ

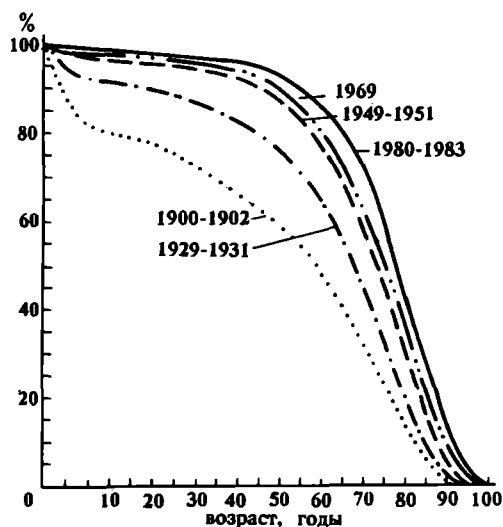
Стремительный рост средней продолжительности жизни во многих странах существенно изменил демографическую ситуацию и породил надежды, что в ближайшем будущем средняя длительность жизни человека³ превысит 85-летний рубеж и геронтология наконец-то займется не тем, как

© Анисимов В. Н. Цена продленной жизни: взгляд онколога.

¹ Aging in Today's Environment. Committee on Chemical Toxicity and Aging. Washington, 1987.

² Dychtwald K. // Impact Sci. Soc. 1986. Vol. 143. P. 13—21.

³ Когда демографы говорят о средней продолжительности жизни человека в таком-то году, обычно имеют в виду число лет, которое предстоит прожить родившемуся в этот год поколению, при условии, что на протяжении его жизни коэффициенты смертности будут такими же, как в год рождения.



Изменение кривой выживаемости (на примере США).

прибавить годы к жизни, а как добавить жизнь к годам. Однако в 60—70-е годы темпы роста средней продолжительности жизни, особенно в экономически развитых странах резко снизились. В некоторых из них, несмотря на очевидный прогресс медицины и социального обеспечения, даже намечилось увеличение смертности. Лишь Япония продолжает удивлять мир не только бурным развитием новейших технологий, но и ростом средней продолжительности жизни, которая уже давно превысила 80 лет у женщин и неуклонно приближается к этому рубежу у мужчин.

И все же множество публикаций говорит о повсеместном увеличении продолжительности жизни человека. Впрочем, несмотря на сообщения о случаях удивительного, иногда мифического долголетия, приходится констатировать, что максимальная продолжительность жизни человека в Древнем Риме, средневековой Европе и в последней трети XX в. по-прежнему составляет около 100 лет. По мнению московских демографов, видовая продолжительность жизни современного человека — 95 ± 2 года⁴. На основании расчетов зависимости биологической составляющей смертности от возраста они установили, что прирост средней продолжительности жизни в нашем столетии обусловлен снижением смертности от случайных

причин, не связанных непосредственно с возрастом (катастрофы, несчастные случаи, заболевания с высокой летальностью). Между тем в описываемом зависимость смертности от возраста уравнении Гомпертца—Мейкема

$$R = R_0 e^{\alpha t} + A,$$

где A — смертность от причин, не связанных с возрастом, R — вероятность смерти людей возраста t , R_0 — смертность в момент рождения ($t=0$), α — константа, первое слагаемое не меняется на протяжении современной истории человечества.

Кривая выживаемости человека становится все более «прямоугольной», т. е. все больше людей доживает до зрелого и пожилого возраста, тогда как максимальная продолжительность жизни не увеличилась.

Задача современного здравоохранения — сократить разрыв между средней и максимальной продолжительностью жизни, устранив не поддающиеся лечению возрастные повреждения. Если в далекие времена человечество страдало от чумы, холеры и оспы, а позднее — от туберкулеза, дифтерии, гриппа, крупозной пневмонии, то сегодня характер заболеваемости кардинально изменился и на первый план в развитых странах вышли сердечно-сосудистые заболевания, рак, сахарный диабет, психическая депрессия, ожирение, уносящие не менее 85 из 100 человек. По мнению экспертов Научной группы по эпидемиологии старения Всемирной организации здравоохранения, чем выше продолжительность жизни, тем больше человеко-лет население живет с плохим здоровьем.

Очевидно, что многие факторы современного образа жизни (гиподинамия, переизбыток алкоголя и курение) нейтрализуют усилия медицины по снижению смертности. По данным английских эпидемиологов, с особенностями диеты, употреблением спиртных напитков и курением связано более 2/3 случаев злокачественных новообразований у человека. Но потребление табака в некоторых странах за последние годы сократилось, а средняя продолжительность жизни существенно не увеличилась. Следует заметить, что условия жизни, привычки, характер питания и многие другие факторы меняются быстро, иногда на протяжении жизни одного-двух поколений. Все это затрудняет анализ биологической сущности происходящих явлений, осложняемых и тем, что расчеты продолжительности жизни появившегося на свет поколения не могут учи-

⁴ Гаврилов Л. А., Гаврилова Н. С. // Биология продолжительности жизни: количественные аспекты. М., 1986.

тывать изменений, ожидающих его представителей даже в ближайшем будущем.

Наряду с математическим моделированием взаимоотношений между возрастом, болезнями и смертностью, несомненно важны эксперименты на животных. При изучении влияния генетических факторов и условий внешней среды на продолжительность жизни нет конкурентов знаменитой дрозофиле, малая длительность жизни которой позволяет экспериментатору очень быстро получить ответ на интересующие его вопросы. Когда же речь идет о старении и болезнях человека, видимо, предпочтительнее эксперименты с лабораторными мышами и крысами, которые часто умирают от тех же болезней, что и человек (на одном из первых мест среди причин смерти у них новообразования).

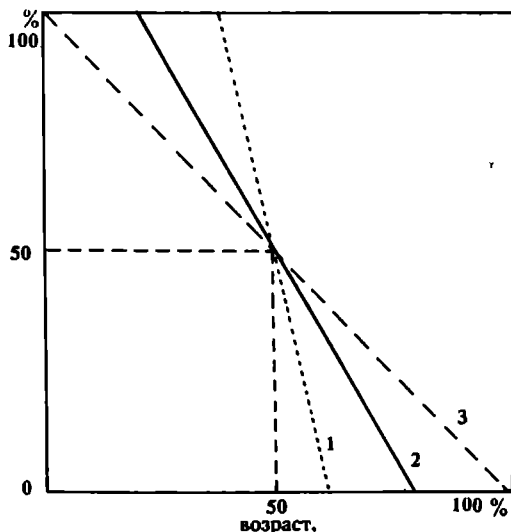
ПАРАДОКС GERONTOLOGII

Допустим, что условия жизни членов отдельной популяции не меняются на протяжении многих поколений, но различаются в разных популяциях одного вида. Одинаковы ли будут причины смерти в этих группах с одинаковой средней, но разной максимальной продолжительностью жизни?

Один из парадоксов геронтологии, точнее, ее раздела, изучающего геропротекторы (вещества, увеличивающие продолжительность жизни), в том, что исследователь в результате многочисленных экспериментов получает ответ лишь на один вопрос: меняет ли продолжительность жизни то или иное воздействие? И почти никогда не задается другим: от чего все же умерли животные контрольной группы и те, жизнь которых продлили?

Дело доходило до курьезов. Скажем, β -аминопропионитрил продлевал жизнь мышей, но вызывал у них тяжелое заболевание — латиризм, что, видимо, принималось авторами как неизбежная плата за «дополнительную» жизнь. Американские исследователи на 40% продлевали жизнь мышей с помощью L-диоксифенилаланина (ДОФА) — предшественника катехоламинов, синтезируемых в клетках нервной системы⁵. Однако огромные дозы ДОФА вызывали у всех мышей помутнение роговицы, т. е. животные слепли. Но причины смерти мышей-долгожителей экспериментаторы, увы, не указывают.

Справедливости ради следует отме-



Выживаемость в трех гипотетических популяциях с одинаковой средней продолжительностью жизни и большой (1), средней (2) и малой (3) скоростью старения.

тить, что в крупных геронтологических центрах патологоанатомическое исследование контрольных и подопытных животных производится всегда. Более склонны делать это онкологи-экспериментаторы. Им часто приходится оценивать канцерогенность новых химических веществ, в том числе и предполагаемых геропротекторов.

Позволим себе сделать небольшое отступление и пояснить причину интереса онколога к геронтологии. Дело в том, что в онкологии хорошо известно, что с возрастом частота большинства новообразований увеличивается. Некоторые объясняют это накоплением с возрастом дозы канцерогенного воздействия. Ясно, что с увеличением времени экспозиции канцерогена частота опухолей должна увеличиваться. Другие полагают, что с возрастом частота опухолей растет вследствие закономерных онтогенетических изменений внутренней среды организма, т. е. возникающих при старении нарушений метаболизма, гормональной регуляции, снижения активности иммунной системы и т. п.⁶ Эти гипотезы соответствуют двум основным теориям современной геронтологии: стохастической, рассматривающей старение как результат накопления в организме ошибок, повреждений, ведущих к нарушению его функций, сниже-

⁵ Cotzias G. S., Miller S. T., Nicholson A. R. et al. // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 1977. Vol. 71. P. 2466—2469.

⁶ Peto R., Parish S. E., Gray R. G. // IARC Sci. Publ. 1985. № 58. P. 43—53; Дильман В. М. Четыре модели медицины. Л., 1987.

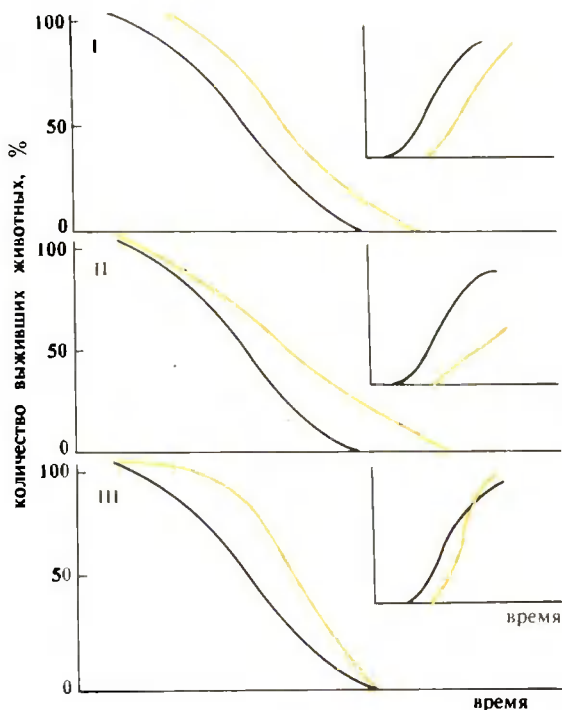
нию надежности и т. п.; и теории программированного старения, включающей регуляторные, иммунологические и нейроморальные аспекты. Известно, что зависимость частоты большинства новообразований человека и животных от возраста также описывается экспоненциальным уравнением. Сопоставление параметров уравнений смертности и заболеваемости раком в одной и той же популяции представляет самостоятельный интерес и могло бы служить темой отдельной публикации⁷.

ГЕРОПРОТЕКТОРЫ — ИНСТРУМЕНТ ИССЛЕДОВАНИЯ

Один из подходов к исследованию взаимосвязи старения и опухолеобразования заключается в оценке влияния препаратов, увеличивающих продолжительность жизни животных, на развитие у них новообразований. Известно более 20 геропротекторов с различными механизмами действия. Изучая развитие опухолей при их применении, можно глубже понять характер взаимодействия двух фундаментальных биологических процессов — старения и канцерогенеза.

В 1978 г. Н. М. Эмануэль и Л. К. Обухова предложили классификацию известных к тому времени геропротекторов на основе кинетических особенностей их действия⁸. В первую группу вошли геропротекторы, не влияющие на скорость старения популяции⁹, но сдвигающие вправо его кривую выживаемости, во вторую — вещества, увеличивающие максимальную продолжительность жизни, но не влияющие на выживаемость животных в раннем возрасте, в третью — увеличивающие среднюю продолжительность жизни благодаря большей выживаемости в раннем возрасте, но не меняющие максимальную длительность жизни.

Эта классификация учитывала только характер изменения кривой выживаемости, но не причину смерти животных контрольной и опытной групп или механизм действия геропротектора, что также имеет принципиальное значение. Выяснилось, что



Влияние трех типов геропротекторов на продолжительность жизни подопытных животных и частоту развития новообразований [на врезке; по оси ординат — число больных животных, %]: I — геропротектор в равной мере увеличивает продолжительность жизни всех особей, скорость старения популяции не меняется, новообразования развиваются позднее, чем в контрольной группе, но с такой же частотой; II — геропротектор снижает скорость старения, новообразования развиваются позднее и с меньшей частотой; III — геропротектор не увеличивает максимальную продолжительность жизни, растут наклон кривой выживаемости, скорость старения и частота развития новообразований. [Здесь и далее черные линии относятся к контрольной группе].

при использовании геропротекторов I группы частота развития опухолей у животных не менялась, а только увеличивался латентный период опухоли. Весьма благотворно сказывалось действие геропротекторов II группы: в этом случае не только продлевался латентный период опухолей, но и существенно снижалась их частота. Наименее эффективны оказались геропротекторы III группы — в ряде случаев частота новообразований возрастала.

Расчет коэффициента корреляции между скоростью старения популяции, определяемым константой α и частотой опухолей, показал, что он близок к 1, тогда как никакой зависимости между частотой опухо-

⁷ Anisimov V. N. // *Carcinogenesis and Aging*. Vol. 1, 2. Florida, 1987; Анисимов В. Н. // *Вестн. АМН СССР*. 1989. № 8. С. 84—91.

⁸ Emanuel N. M., Obukhova L. K. // *Exp. Gerontol.* 1978. Vol. 13. P. 25—29.

⁹ Для индивидуума скорость старения связана с понятием биологического возраста и определяется изменением во времени какого-то набора констант, выбранного на уровне клетки, ткани, органа, системы органов или всего организма. Скорость старения популяции равна скорости ее вымирания (константа α в уравнении Гомперца).

лей и средней продолжительностью жизни обнаружено не было¹⁰.

Таким образом, между частотой возникновения опухолей и скоростью старения популяции в целом существует прямая связь. Зная также, что некоторые факторы внешней среды, способствующие образованию опухолей (избыточное питание, особенно потребление жиров, круглосуточное освещение, химические канцерогены, ионизирующая радиация и др.), вызывают преждевременное старение, можно предположить, что скорость старения в этих случаях есть функция дозы такого воздействия.

Понятно, что способ, используемый человечеством для увеличения продолжительности жизни, при котором скорость старения увеличивается, а максимальная продолжительность жизни не меняется — самый неэффективный и невыгодный — он как раз и обеспечивает увеличение заболеваемости раком. Чем круче наклон кривой выживаемости, тем, очевидно, будет круче нарастать частота злокачественных и доброкачественных новообразований, что и происходит во всех развитых странах.

ТРИ ПУТИ БОРЬБЫ СО СТАРОСТЬЮ

Прежде чем обсуждать средства воздействия и перспективы продления активной и здоровой жизни, посмотрим, какие вещества и воздействия относятся к тому или иному типу геропротекторов. В I группу входят антиоксиданты, отодвигающие начало старения. Их применение в геронтологии связано с именем Д. Хармэна, высказавшего предположение о том, что старение связано с образованием в организме свободных радикалов и предложившего использовать вещества, препятствующие образованию свободных радикалов или связывающие их в организме, для увеличения продолжительности жизни¹¹. К ним относятся, в частности, известный радиопротектор 2-меркаптоэтанолламин; бутилированный гидрокситолуол (ионол), применяемый в пищевой промышленности как консервант; аналог витамина В₆ эпигид (2-этил-6-метил-3-оксипиридин), созданный в Институте химической физики АН СССР. Однако первый из этих препаратов неудобен в работе и обладает неприятным запахом; ионол в больших дозах у некоторых видов животных вызывает

опухли пищевода и легких, а эпигид угнетает гонадотропную функцию гипофиза.

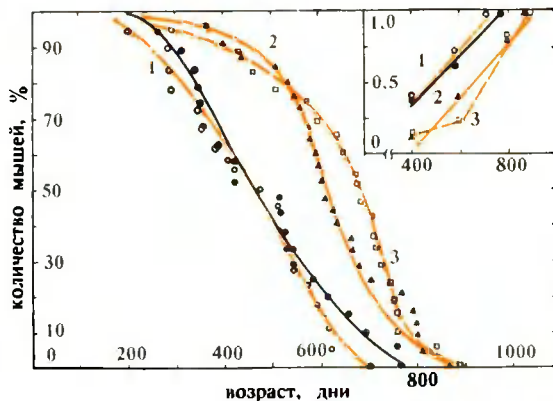
Хотя токоферол (витамин Е) считается антиоксидантом, но по механизму действия он относится скорее к III группе геропротекторов, увеличивает при этом частоту развития доброкачественных опухолей у крыс. В секторе геронтологии АН БССР в качестве геропротектора использовали известный химикам комплексон — натриевую соль этилендиаминотетраацетата (ЭДТА — Na₂), связывающий ионы тяжелых металлов¹². Это, по мысли авторов, должно препятствовать образованию межмолекулярных сшивок с возрастом и тем самым увеличивать продолжительность жизни. Действительно у подопытных крыс средняя продолжительность жизни увеличилась и реже наблюдались инфекционно-воспалительные процессы. Однако в старческом возрасте у крыс, получавших этот препарат, заметно повышалась частота злокачественных опухолей. К аналогичному эффекту вело и добавление к питьевой воде малых количества тяжелой воды.

Как действуют геропротекторы из II группы, увеличивающие максимально продолжительность жизни? 70 лет назад Т. Осборн с соавторами обнаружили, что у крыс, содержащихся на малокалорийной диете, продлевалась репродуктивная способность. В 1934 г. К. Мак-Кей показал, что ограниченное питание может почти на 50 % увеличить продолжительность жизни крыс по сравнению с животными, евшими вдоволь. Эти опыты были многократно повторены в разных лабораториях мира. Выяснены многие молекулярные механизмы такого влияния, особенности деятельности нейроэндокринной системы в условиях сдерживающей рост диеты. Оказалось, что наиболее эффективно продлевает жизнь животных ограничение питания сразу после прекращения грудного кормления. Однако при этом резко замедлились их рост и половое созревание. Анализ кривых выживаемости групп, содержащихся на ограниченном рационе, показал, что при этом замедляется скорость старения популяции в соответствии с типом действия II группы геропротекторов (т. е. максимальная продолжительность жизни возрастает). В различных режимах такой диеты замедляется старение иммунной системы и снижается частота старческих болезней грызунов — гломерулонефрита, миокардиодистрофии, атеро-

¹⁰ Harman D. // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 1981. Vol. 78. P. 7124—7128.

¹¹ Анисимов В. Н. // Докл. АН СССР. 1984. Т. 275. С. 222—226.

¹² Дубина Т. Л., Берлов Г. А. // Бюлл. экспер. биол. мед. 1974. № 9. С. 36—39.



Влияние разных геропротекторов на выживаемость и смертность (на врезке; по оси ординат — показатель смертности, по оси абсцисс — возраст, дни) самок мышей: 1 — пептидный фактор переднего гипоталамуса, 2 — тималин, 3 — эпиталамин.

склероза и, прежде всего, новообразований. Правда, при некоторых видах диеты, например при ограничении в рационе белка, частота многих видов патологии не меняется, а частота некоторых новообразований — даже увеличивается. Трудно примириться и с существенным замедлением полового созревания или даже прекращением циклической функции яичников, что часто наблюдается у животных, содержащихся на рационах с резким ограничением калорий.

Наиболее оптимальна, по мнению специалистов, диета с пониженным содержанием жиров, поскольку их избыток в рационе современного человека во многом определяет избыточность веса и подверженность сердечно-сосудистым заболеваниям и злокачественным новообразованиям. Вместе с тем снижению веса тела, улучшению многих показателей углеводного и жирового обмена и нормализации иммунных функций способствует антидиабетический препарат фенформин. В лаборатории В. М. Дильмана в Ленинграде удалось выявить его отчетливый геропротекторный и антиканцерогенный эффект (продолжительность жизни мышей увеличивалась на 25 %, а частота развития спонтанных опухолей значительно снижалась). При назначении фенформина крысам циклическая деятельность репродуктивной системы сохранялась на нормальном уровне дольше, чем в контроле. Схожий эффект давал и другой антидиабетический препарат того же ряда — буформин.

Большое внимание геронтологов привлекают иммуномодуляторы — средства, ре-

гулирующие функцию иммунной системы. Ведь именно в снижении активности иммунной системы с возрастом видят многие исследователи основную причину старения и развития патологий, свойственных пожилому возрасту, включая рак. Пересадка ткани главного органа иммунной системы — вилочковой железы (тимуса) от новорожденных животных старым восстанавливала у них иммунные функции, но продолжительность жизни при этом не увеличивалась. Если же пересадку проводили в молодом возрасте, жизнь животным удавалось продлить. Понятно, что эти результаты имеют важное теоретическое значение, но вряд ли применимы на практике. Более обнадеживающими представляются исследования влияния на продолжительность жизни пептидных биорегуляторов (цитомединов), выделенных из вилочковой железы, эпифиза, костного мозга, сосудов и некоторых других органов. Один из таких препаратов — тималин, полученный из тимусов телят, — уже применяется в клинике для лечения некоторых иммунодефицитных состояний. В экспериментах он увеличивал продолжительность жизни мышей и снижал у них частоту развития новообразований. Однако эффект был отчетлив, лишь когда тималин начинали вводить сразу после наступления половой зрелости.

Другой сходный препарат (эпиталамин) выделен из шишковидной железы (эпифиза). В опытах на мышках двух линий и на крысах он увеличивал среднюю (на 25—36 %) и максимальную продолжительность жизни, продлевал нормальную функцию иммунной и репродуктивной систем, благотворно сказывался на ряде показателей обмена веществ. Некоторые свойства препарата, в том числе и геропротекторные, сохранялись и при назначении его животным среднего возраста¹³. В отдельных случаях эпиталамин восстанавливал способность к деторождению у старых самок крыс с уже «выключившейся» репродуктивной функцией. Почему же препарат из эпифиза оказался столь эффективным?

Все загадки этой железы, которую Декарт считал вместилищем души, до конца еще не разгаданы. Шишковидная железа контролирует биологические ритмы организма, водно-солевой обмен, нейроэндокрин-

¹³ Анисимов В. Н., Морозов В. Г., Хавинсон В. Х. // Докл. АН СССР. 1987. Т. 293. С. 1000—1004; Anisimov V. N. // The Pineal Gland and Cancer. D. Gupta et al., eds. London—Tubingen: Brain Research Promotion, 1988. P. 107—118; Anisimov V. N., Loktionov A. S., Khavinson V. Kh., Morozov V. G. // Mech. Ageing and Develop. 1989. Vol. 49. P. 245—257.

ную и иммунную системы, служит своеобразным посредником между внешней средой и внутренними системами организма. С возрастом роль эпифиза ослабевает. По мнению американского исследователя Р. Уолкера, увеличение продолжительности жизни животных при ограниченной диете — следствие замедления этого ослабления, что согласуется с геронпротекторными и противовоспалительными действиями препаратов эпифиза. Напротив, избыток освещенности или круглосуточное освещение снижают активность эпифиза, нарушают репродуктивную функцию, ведут к ее преждевременному прекращению, прибавке веса тела и увеличению частоты развития новообразований¹⁴.

КАК ПРИБАВИТЬ ЖИЗНЬ К ГОДАМ

Итак, в эксперименте удается продлить жизнь животных. Но зачастую цена этого несоизмерна задаче — развиваются нарушения и даже патологические процессы, включая рак, которые, конечно же, снижают ценность прибавленных месяцев (у мышей и крыс) или лет жизни (если экстраполировать на человека). Наименее «выгодный» путь — увеличивать среднюю продолжительность жизни без увеличения ее максимальной длительности. Именно на этом пути нас поджидает резкий рост возрастных патологий, прежде всего сердечно-сосудистых заболеваний и рака. Другими словами, за продление жизни за счет снижения смертности в детском и молодом возрасте человечество расплачивается наступлением «болезней цивилизации» в старости.

Думается, дальнейший прогресс профилактической медицины невозможен без принципиального изменения подхода к охране здоровья и увеличению продолжительности жизни. В условиях бурной индустриализации, урбанизации и нарастающего загрязнения окружающей среды можно надеяться лишь на частичное ослабление неблагоприятного воздействия этих факторов на организм. Весьма действенным в этой ситуации может оказаться выбор образа жизни — отказ от курения и алкоголя, изменение рациона питания и т. п. — для снижения заболеваемости раком и некоторыми другими болезнями цивилизации.

В США большой размах приобрела начатая в 1985 г. и рассчитанная на 15 лет программа борьбы с раком¹⁵. Главная цель ее — уменьшить к 2000 г. смертность от рака на 50 %. Важнейшая часть программы — пропаганда здорового образа жизни. Специалисты считают, что отказ от курения и крепких спиртных напитков, а также сокращение потребления жира с обычных 37—38 % (от всех калорий) до 30 %, увеличение на 50 % потребления фруктов и овощей, содержащих большое количество витаминов А, С и Е и растительных волокон, существенно снизят риск возникновения рака, главным образом желудочно-кишечного тракта, молочной железы, матки, предстательной железы, органов дыхательной системы и мочевого пузыря — наиболее частых его разновидностей в наше время. Более того, есть основания ожидать и увеличения максимальной продолжительности жизни.

Эти подходы частично уже реализуются и в общесоюзной комплексной программе научных исследований «Продление жизни» с участием ряда институтов АН и АМН СССР, Минздрава СССР и республиканских министерств, университетов и медицинских вузов.

Хотя многие механизмы старения и канцерогенеза еще не раскрыты, продлить жизнь человека реально уже сегодня. Здоровый образ жизни, разумная диета (обеденная жирами и обогащенная растительными волокнами и витаминами), фармакологические препараты, нормализующие возрастные гормонально-метаболические и иммунологические сдвиги, — вот путь к долголетию без сегодняшней платы за него в виде злокачественных опухолей и сердечно-сосудистых заболеваний¹⁶.

Памятуя об увеличивающемся воздействии на человека канцерогенных факторов внешней среды (химических агентов, ионизирующего и ультрафиолетового излучений), не следует забывать и о средствах, защищающих генетический аппарат от повреждения, — антиоксидантах, антимуtagenах и других, изучение которых еще только начинается.

¹⁵ Greenwald P., Sondik E. J. // Natl. Cancer Inst. Monographs. 1986. Vol. 2. P. 1—74.

¹⁶ Фролькис В. В., Мурадян Х. К. Экспериментальные пути продления жизни. Л., 1988; Анисимов В. Н. // Carcinogenesis and Aging. Vol. 1, 2; Дильман В. М. Указ. соч.

¹⁴ Анисимов В. Н., Reiter R. J. // Вопр. онкол. 1990. Т. 36. № 3. С. 259—268.

Н. Г. Басов Проблемы квантовой электроники

Высшие награды Академии наук СССР — золотые медали им. М. В. Ломоносова за 1989 г. — присуждены Н. Г. Басову и Х. А. Бете (США).

Работы Ханса Альбрехта Бете охватывают многие области теоретической физики — квантовую механику, квантовую электродинамику, ядерную физику, теорию твердого тела, астрофизику. Одно из важнейших достижений Бете связано с проблемой энергетики звезд. За анализ термоядерных процессов в звездах, открытие циклов реакций, являющихся источником их энергии, он был удостоен в 1967 г. Нобелевской премии.

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. За фундаментальные исследования в области квантовой электроники, которые привели к созданию мазеров и лазеров, Басову совместно с А. М. Прохоровым и Ч. Таунсом в 1964 г. была присуждена Нобелевская премия. В основу публикуемой статьи легла лекция, прочитанная Николаем Геннадиевичем весной 1990 г. при вручении ему Ломоносовской медали.



Николай Геннадиевич Басов, академик, советник Президиума АН СССР, директор отделения квантовой радиофизики Физического института им. П. Н. Лебедева АН СССР. Председатель правления Всесоюзного общества «Знание». Герой Социалистического Труда, лауреат Ленинской премии, Государственной премии СССР, Нобелевской премии.

В 1954 г. в Колумбийском университете (США) и Физическом институте им. П. Н. Лебедева АН СССР практически одновременно появились первые квантовые генераторы — мазеры на пучке аммиака. Появились, конечно, не в результате чудесного озарения, а как закономерное следствие развития наших представлений о природе излучения, его квантовой сущности. Чудесным было другое — стремительное развитие квантовой электроники за прошедшие тридцать с лишним лет, не только существенно расширившее возможности оптики и спектроскопии, но и оказавшее сильное влияние на многие области физики, химии, кибернетики, биологии, медицины, технологии, измерительной техники, теорию и практику метрологии. Использование особенностей когерентного излучения открыло совершенно новые возможности для решения кардинальных проблем энергетики, информатики, техники и технологии. Широкое использование разнообразных квантовых генераторов означает качественное преобразование в производительных сферах общества, подобное внедрению в жизнедеятельность человека электричества. В этом направлении пройден уже большой путь, но задачи, стоящие перед большой армией специалистов по квантовой электронике, масштабны и разнообразны. Здесь мне хотелось бы кратко осветить состояние некоторых разделов квантовой электроники и рассказать о том, какими видятся пути их дальнейшего развития.

Краткая история становления квантовой электроники

1990 г. М. Планк	Гипотеза о квантах излучения
1913 г. Н. Бор	Квантовая природа спектров
1916 г. А. Эйнштейн	Идея о существовании вынужденного излучения
1927 г. П. Дирак	Квантовая интерпретация эффекта вынужденного излучения
1940 г. В. А. Фабрикант	Идея о возможности наблюдения вынужденного излучения при разряде в газовых системах
1950 г. Е. Парсел, Р. Паунд	Экспериментальное получение стимулированного излучения при инверсии ядерных спинов
1953—1954 гг. Н. Г. Басов, А. М. Прохоров, Дж. Гордон, Ч. Таунс, Х. Цайгер	Разработка физических принципов мазеров. Получение генерации в сантиметровом диапазоне на молекулах аммиака
1955 г. Н. Г. Басов, А. М. Прохоров	Идея использования трехуровневой системы и оптической накачки для получения инверсии
1956 г. Н. Бломберген	Теория малошумящего парамагнитного усилителя по схеме трех уровней
1957 г. Х. Сквилл, Г. Фехер, Х. Зейдель	Создание парамагнитного усилителя на кристалле
1958 г. Ч. Таунс, А. Шавлов, Н. Г. Басов, А. М. Прохоров, А. Джаван	Идея использования эффекта вынужденного излучения в оптическом диапазоне,
1959 г.	Первая конференция по квантовой электронике
1960 г. Т. Мейман	Создание рубинового лазера
1960 г. П. Сорокин, М. Ственсон	Создание лазера на флюорите
1960 г. А. Джаван, В. Беннет, Д. Эриот	Создание He — Ne-лазера
1961 г. Е. Снитцер	Создание Nd-лазера
1958—1961 гг. Н. Г. Басов, Б. М. Вул, О. Н. Крохин, Ю. М. Попов	Разработка теории различных типов полупроводниковых лазеров
1962—1964 гг. Фирмы «General Electric» и IBM, Массачусетский технологический институт, ФИАН	Создание полупроводниковых лазеров

ЛАЗЕРНЫЙ ТЕРМОЯДЕРНЫЙ СИНТЕЗ

При слиянии ядер тяжелого дейтерия и трития (тяжелых изотопов водорода) образуется ядро гелия и выделяется 17,6 МэВ энергии. Это простейшая ядерная реакция синтеза, для осуществления которой ядрам нужно сообщить значительную кинетическую энергию, чтобы они могли преодолеть су-

ществующий между ними кулоновский барьер отталкивания. Это можно сделать, нагрев смесь дейтерия и трития до солнечных температур (около 100 млн градусов). Один из возможных способов решения этой непростой в земных условиях задачи — облучение мишени мощным лазером в течение короткого промежутка времени. Нагрев мишени — обычно это полный стеклянный шарик, наполненный DT-смесью при давлениях ~ 100 атм, — приводит к увеличению давления внутри нее. Она взрывается, и продукты реакции сферически разлетаются. Если температура плазмы достаточно высока, во время разлета могут происходить термоядерные реакции. Разлету вещества мишени препятствуют только силы инерции, поэтому такую схему реакции называют инерциальным синтезом.

Скорость взаимодействия частиц существенно увеличится, если при облучении заставить испаряться стеклянную оболочку мишени и сжать ее давлением паров из стенки. Сжатие можно осуществить так, что вещество внутри мишени будет сравнительно холодным, а нагреется и «загорится» только его центральная часть, которая будет «поджигать» окружающее вещество. Для этого плотность потока энергии лазера на поверхности мишени должна достигать 10^{14} — 10^{15} Вт/см² при длительности вспышки ~ 1 нс. Таков принцип лазерного термоядерного синтеза.

Сегодня исследованы важнейшие физические процессы, происходящие при сжатии и горении мишени. Для этого используются специально разработанные многочисленные экспериментальные методики, позволяющие следить за процессами в мишени (в ФИАНе их около 30, причем весьма сложных и разнообразных).

Вся совокупность полученных к настоящему времени экспериментальных результатов указывает на практическую реализуемость следующего этапа в развитии лазерного термоядерного синтеза — достижения плотностей сжатого газа ~ 200 г/см³ (для сравнения: плотность твердого водорода $\sim 0,1$ г/см³) и зажигания мишени при энергии лазера ~ 200 кДж.

В последние годы исследования в области ЛТС активизировались во многих развитых странах. Так, финансирование по инерциальному синтезу в США, где, как и в Японии, существует национальная программа по ЛТС, достигает 200 млн долл. в год. Планируется создание Европейского лазерного центра, в задачи которого входит создание лазера с энергией в сотни килоджоулей. Мы надеемся, что в работе этого центра

примут участие и сотрудники нашего института.

Можно ожидать, что близко к порогу зажигания мишени удастся подойти на крупнейшей современной установке «Нова» в Ливерморской лаборатории (США), энергия которой около 130 кДж.

Основные этапы развития лазерного термоядерного синтеза

1961 г. Н. Г. Басов, Предложение использовать лазеры для осуществления управляемого синтеза
О. Н. Крохин

1968 г. Н. Г. Басов, Регистрация термоядерных нейтронов в лазерной плазме
П. Г. Крюков, О. Н. Крохин, Ю. В. Сенатский, С. Д. Захаров

1971 г. Н. Г. Басов, Первая многопучковая установка для сжатия сферических мишеней «Кальмар» («Русский монстр») (США)
Ю. Н. Крохин, Г. В. Склизков, С. И. Федотов, А. С. Шиканов
1972 г. Ливерморская лаборатория, Лос-Аламосская лаборатория и др. (США) Начало финансирования Национальной программы по ЛТС в США

1974 г. Физический институт им. П. Н. Лебедева и Институт прикладной математики им. М. В. Келдыша
Концепция низкоэнтропийного сжатия оболочечных мишеней

1975—1978 гг. ФИАН Первые эксперименты по сжатию оболочечных мишеней в низкоэнтропийном режиме (достигнуты плотности дейтерия 8 г/см^3)

1978 г. Ливерморская лаборатория Запуск неодимового лазера «Шива» с энергией 10 кДж (достигнут выход нейтронов $3 \cdot 10^{10}$)

1978 г. Лос-Аламосская лаборатория Запуск CO_2 -лазера «Гелиос» с энергией 10 кДж
1979—1980 гг. Институт лазерной технологии (Япония) Концепция рентгеновских мишеней и мишеней типа «Кэнон-болл»

1979 г. Ливерморская лаборатория Достигнута плотность сжатого горючего 20 г/см^3

1981—1982 гг. ФИАН Запуск 108-канального лазера «Дельфин» (достигнуты устойчивое сжатие высокоаспектных мишеней и скорость «схлопывания» 200 км/с)

1983 г. Ливерморская лаборатория Запуск неодимового лазера «Новетта» с энергией 20 кДж

1983 г. Институт лазерной технологии (Япония) Запуск неодимового лазера «Гекко» с энергией 30 кДж

1985—1989 гг. Ливерморская лаборатория Запуск неодимового лазера «Нова» с энергией 130 кДж (достигнуты плотность горючего 30 г/см^3 и нейтронный выход $3 \cdot 10^{13}$)

1990 г. Ливерморская лаборатория Обращение в конгресс США о финансировании лазера с энергией 10 МДж

В то же время интенсивно разрабатывается элементная база и создаются проекты лазерных установок с энергиями в несколько мегаджоулей, на которых будут возможны эксперименты с мишенями с большим коэффициентом усиления по энергии. Так, в Ливерморской лаборатории разработан проект лазера «Афина» на неодимовом стекле с энергией 10 мДж, начата экспериментальная отработка его элементов. В Лос-Аламосской лаборатории (США) разрабатывается мегаджоульный криптон-фторовый лазер. Запуск установок такого масштаба не только приблизит создание термоядерного реактора на основе ЛТС, но и предоставит в распоряжение ученых уникальный физический объект — микровзрыв с энерговыделением 10^7 — 10^9 Дж, представляющий собой мощный источник нейтронного, нейтринного, рентгеновского и γ -излучения. Это существенно расширит горизонты физических исследований, поскольку появится возможность изучать вещество в экстремальных состояниях, физику горения в этих условиях, специфические лазерные эффекты, сверхмощные магнитные поля и многое другое.

Уже начата разработка лазерных термоядерных реакторов, экологически чистых и достаточно безопасных, поскольку лазеры пространственно отделены от реакторных камер. Ведется работа по получению водородного топлива на основе радиолиза воды.

ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ ЛАЗЕРЫ

С 1959 г., когда возникли первые идеи полупроводниковых лазеров, и до настоящего времени ФИАН занимает лидирующее положение в разработках этих самых массовых изделий квантовой электроники (выпуск инжекционных лазеров в 1989 г. превысил 20 млн). Инжекционные лазеры обеспечивают высококачественное печатание текстов, с их помощью осуществляется волоконно-оптическая связь, в том числе через Атлантический и Тихий океаны, они успешно вытесняют в быту традиционные электромагнитные проигрыватели, обеспечивая фантастическое качество воспроизведения звука и изображения с помощью компакт-дисков. Малые размеры полупроводниковых лазеров (доли миллиметра), высокий КПД (40 % и более), простота питания (даже от обычной батарейки), возможность модуляции частоты до 10^{10} Гц дают им несомненное преимущество перед другими типами лазеров. По существу, именно благодаря инжекционным лазерам возникла и бурно развивается новая отрасль науки и техники — оптоэлектроника,

очетающая достижения пока еще более развита электроники с преимуществами использования световых сигналов.

Острая фокусировка лазерного луча позволила повысить плотность записи как постоянной, так и оперативной информации на два порядка по сравнению с самой современной магнитной, значительно увеличила надежность ее хранения. На этой основе создаются сверхбольшие информационные архивы (до 10^{15} бит) с быстрым поиском нужной информации.

Оптика открывает возможности для ассоциативной памяти, когда из большого массива информации выбирается та ее часть, которая содержит определенный признак. Это позволит значительно увеличить производительность средств уже существующей вычислительной техники.

Сейчас во всем мире, в том числе и нас в отделении квантовой радиофизики ФИАН, ведутся исследования, направленные на создание сверхбыстродействующих ИВМ, в которых полупроводниковые лазеры будут одними из главных элементов. Современная технология позволяет создавать поледовательности инжекционных лазеров, выходная мощность которых достигает $0,01 \text{ Вт/см}^2$ при КПД около 40%. Дальнейшее развитие этих работ позволит по-новому подойти к созданию компактных технологических лазеров, лазеров для медицины и дальней космической связи. Возможно, именно эти многоэлементные лазеры будут эффективно подсвечивать более мощные вердотельные лазеры, предназначенные для термоядерного синтеза. Но для реализации этих возможностей требуется развитие новейших технологий, например с использованием металлоорганических соединений, молекулярно-пучковой эпитаксии. Сейчас разрабатывается сложнейшее технологическое оборудование, которое позволит снизить стоимость единицы мощности полупроводниковых лазеров.

Еще в 1964 г. в ФИАНе был создан первый полупроводниковый лазер с накачкой пучком быстрых электронов. Такой метод возбуждения позволил в начале 70-х годов создать лазерную электронно-лучевую трубку, проецирующую телевизионное изображение на экран площадью 12 м^2 . Ныне мы получаем изображение для трех основных цветов с яркостью, превосходящей яркость имеющихся и проектируемых электронно-лучевых трубок других типов. Поэтому мы надеемся, что дальнейшее развитие телевизионных проекционных систем будет опираться на созданную в ФИАНе лазерную электронно-лучевую трубку.

ЕДИНЫЙ ЭТАЛОН ВРЕМЕНИ, ЧАСТОТЫ И ДЛИНЫ

Принципиально новые возможности открыла квантовая электроника в области измерения частоты и длины, составляющих метрологическую основу науки и техники.

До конца 60-х годов эталонная секунда имела астрономическое происхождение (так называемая эфемеридная секунда), точность определения которой не превышала 10^{-9} . Затем за единицу длины была принята длина волны оптического перехода криптона, относительная точность которой составляла также 10^{-9} , что связано с доплеровским уширением линии. Уже первые эксперименты с мазером на молекулах аммиака, проведенные в ФИАНе, позволили повысить точность воспроизведения частоты и, соответственно, временных измерений до 10^{-11} .

С 1967 г. мазеры совместно с цезиевым репером составляют комплекс измерения и хранения времени, обеспечивающий точность 10^{-13} . Однако стандартом длины до 1983 г. оставался оптический переход в криптоне, дающий в 10 тыс. раз худшую точность.

То, что стандартами частоты и длины долгое время оставались источники световых волн разных диапазонов, не случайно. Аналогичные измерения длины в радиодиапазоне, несмотря на значительно большую стабильность частоты цезиевого стандарта, существенно грубее из-за большой длины ($\sim 1 \text{ см}$) волны излучения. В то же время использование криптонового стандарта длины одновременно и как стандарта частоты понизило бы точность временных измерений на четыре порядка. Наконец, отсутствовали и до настоящего времени отсутствуют способы измерения частоты тепловых источников оптического диапазона.

С появлением лазеров ситуация в корне изменилась. С одной стороны, методы нелинейной лазерной спектроскопии позволили избавиться от доплеровского уширения и на 5—6 порядков поднять разрешающую способность спектроскопии оптического диапазона. Столь значительное повышение точности оптических измерений позволило к настоящему времени разработать транспортируемые лазерные стандарты частоты, приближающиеся по стабильности к цезиевому стандарту. С другой — высокая монохроматичность лазерных источников позволила развить технику преобразования частот и непосредственно сравнить частоты лазеров оптического диапазона с цезиевым стандартом. Тем самым осуществлен переход к единому оптическому стандарту частоты, времени и длины, при введении ко-

торого измерение скорости света перестает быть необходимым.

Произшедшее благодаря высокостабильным лазером частотно-метрологическое освоение диапазона спектра от сверхвысоких частот до оптических позволяет перейти к постановке ряда экспериментов принципиального значения. Среди них — повышение на 2—3 порядка точности определения постоянной Ридберга, проверка гипотезы Дирака об изменении во времени фундаментальных констант и др. Последний эксперимент может быть реализован в настоящее время с точностью $\sim 10^{-13}$ долговременными сравнениями частот цезиевого и лазерного стандартов, поскольку их значения определяются различными комбинациями мировых констант.

Другой фундаментальный эксперимент, стоящий в повестке дня, — исследование стабильности излучения пульсаров. Согласно современным астрофизическим представлениям, эти космические радиоисточники представляют собой гигантские волчки, возникшие после гравитационного коллапса звезд. Большая масса (10^{30} — 10^{31} кг), быстрое вращение и огромный момент инерции (10^{38} кг·м²) обеспечивают высокую стабильность скорости вращения такого «космического маховика». В результате многолетних наблюдений (ФИАН, ВНИИФТРИ) за сигналами пульсаров с периодами $\sim 1,5$ нс выяснилось, что стабильность излучения этих космических объектов столь высока, что начинает сказываться неточность шкалы времени, задаваемой первичным цезиевым эталоном.

Следовательно, пульсары дают возможность создать специальную шкалу времени, а ее сравнение с существующей и разрабатываемыми атомными шкалами времени позволит обнаруживать и измерять характерные времена физических процессов, определяющих размеры «атомной» и «космической» единиц времени с точностью 10^{-13} и выше.

Время и длина не единственные физические величины, измерение которых сводится к частотным измерениям.

Благодаря открытию эффекта Джозефсона и квантового эффекта Холла построение системы физических эталонов, сводящихся к одному, наиболее точному виду измерений, а именно частотному, можно продолжить в область электромагнитных величин, т. е. вольт, ом и ампер выразить через единицу времени — секунду, эталон которой на несколько порядков превышает точность эталонов других физических величин.

ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Уже в конце 50-х — начале 60-х годов, когда появились первые, еще маломощные лазеры, а величина энергии из-за отсутствия специальных калориметров измерялась по числу лезвий, пробитых сфокусированным лазерным излучением, физики осознали огромные возможности применения лазеров в промышленности, в технике и технологиях.

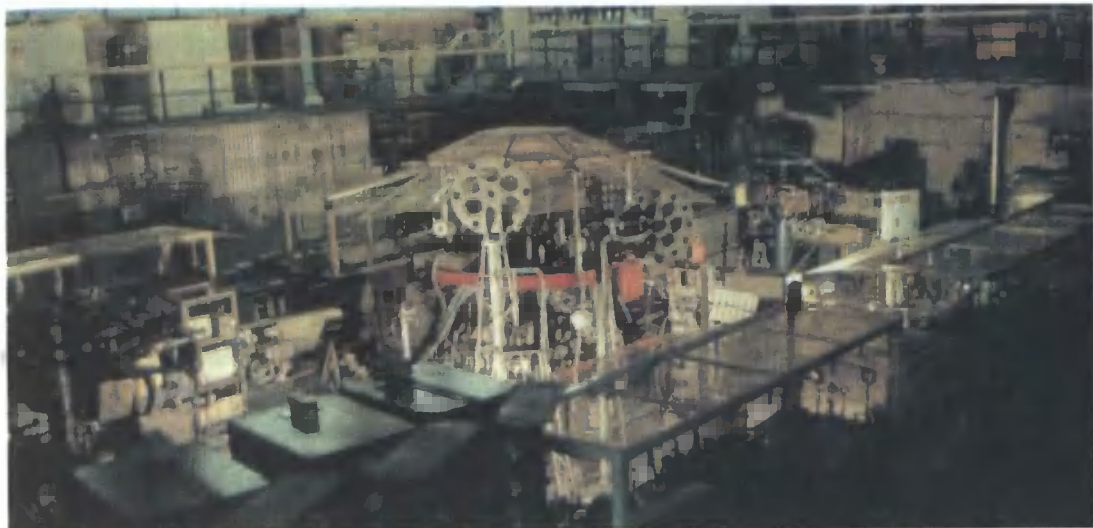
Первые технологические разработки по рекомендации ФИАН были выполнены для часовой и ювелирной промышленности. Уже в конце 60-х — начале 70-х годов сверление отверстий в часовых камнях и алмазных фильерах в СССР было переведено на лазерное.

В настоящее время разработаны и применяются самые разнообразные производственные процессы на основе лазерной технологии: термообработка поверхности (закалка, упрочнение, легирование, остекловывание), сварка и резка материалов, сверление отверстий, наплавка. Лазерная технология не только повышает производительность труда, но и значительно улучшает качество обработки. Она позволяет обрабатывать детали, не нагревая ее целиком и тем самым исключая термические деформации и потери энергии. После лазерной обработки не нужна так называемая финишная доводка. С большим экономическим эффектом применяется лазерная технология при резке и сварке материалов, обработка которых другими способами трудоемка и дорога. Среди них — титановые сплавы, керамика, алмазы, бетон. С помощью лазеров можно производить обработку изделий через прозрачные перегородки и в труднодоступных местах. И что еще очень важно — лазерная технология открывает путь к полной автоматизации производственных процессов.

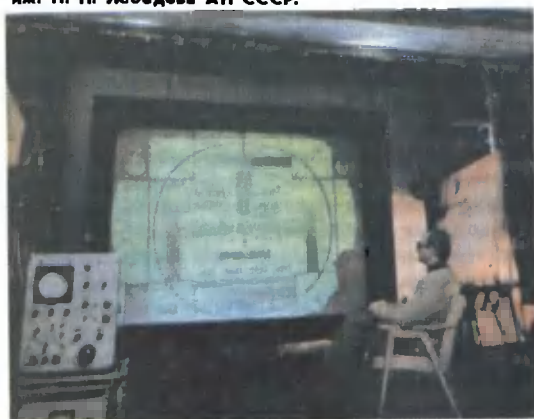
Все это обусловлено уникальными свойствами лазерного излучения — пространственно-временной когерентностью и монохроматичностью.

Немалую роль в развитии лазерной техники и технологии сыграл ФИАН. Ему принадлежат разработки многих лазеров, в том числе электроионизационных СО₂- и СО-лазеров. Они составляют основу уже созданных и создаваемых в настоящее время лазерных технологических установок.

Придавая большое значение развитию лазерной технологии в стране, ФИАН организовал в 1980 г. филиал в Куйбышеве, где разработаны и внедрены в промышленность лазерная сварка и раскрой материалов. Широко применяется лазерная закалка и упрочнение инструмента. При этом износостой-



Установка «Дельфин» в Физическом институте им. П. Н. Лебедева АН СССР.



Телевизионное изображение, полученное с помощью полупроводникового лазера с электронной накачкой.

кость увеличивается в 2—20 раз. Здесь же интенсивно развивается бесконтактная лазерная диагностика. Это измерение и контроль размеров и линейных перемещений, качества материалов и изделий, статических и динамических деформаций. Так, разработанный совместно с 4-м Государственным подшипниковым заводом лазерный дефектоскоп определяет величину и расположение дефекта, демонстрируя его прямо на экране дисплея. Сейчас же применяется выборочный контроль, осуществляемый по старинке с помощью микроскопа.

Успехи лазерной технологии в нашей стране были бы более существенными, если бы промышленность наладила индустриальный выпуск технологических лазеров. Пока же мы вынуждены развивать в филиале

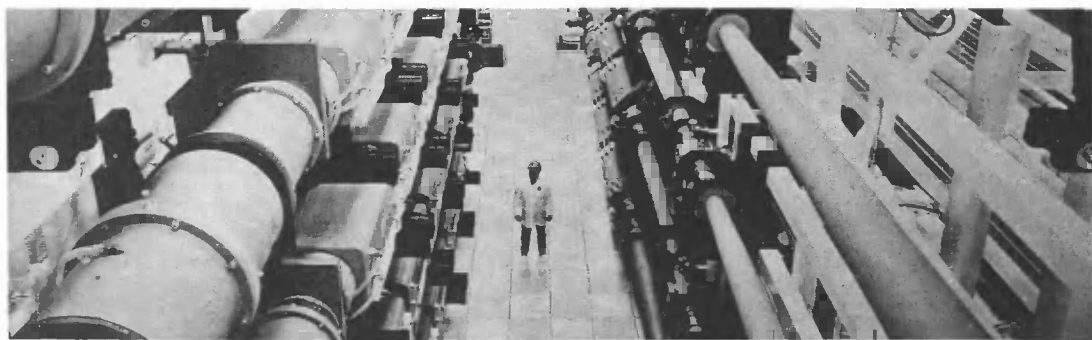
ФИАН не только фундаментальные исследования в области лазерных технологий, но и разработку и организацию выпуска технологических лазеров. Сейчас по инициативе филиала заводы Куйбышева в кооперации налаживают изготовление CO_2 -лазера с длиной волны 10,6 мкм и мощностью 5 кВт; изготовлен опытный образец электроионизационного CO -лазера с длиной волны 5 мкм, энергией 400 Дж и частотой повторения импульса 10 Гц; проводятся исследования, цель которых — разработка технологического химического йодкислородного лазера с длиной волны 1,3 мкм и мощностью 1 кВт.

Однако, несмотря на все эти успехи, надо признать, что объем лазерной технологии в нашей стране сильно отстает от мирового уровня.

ЭЛЕКТРОИОНИЗАЦИОННЫЕ ЛАЗЕРЫ И ХИМИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ

В начале 70-х годов мы предложили использовать для накачки газовых лазеров высокого давления разряд, поддерживаемый электронным пучком. Лазеры такого типа широко известны специалистам в настоящее время под названием электроионизационных.

Первым успешным экспериментам предшествовали длительные обсуждения механизмов передачи энергии и заряда в электроионизационном разряде. Некоторые физики считали, что разряд в газе высокого давления, помещенном в постоянное электрическое поле, зависит исключительно от плотности ионизирующего пучка и электропроводность газа определяется конкуренцией процессов рождения и рекомбинации



Установка «Новая» в Ливерморской лаборатории (США).

электронно-ионных пар. Существовало и другое мнение, согласно которому электронный пучок поддерживает электропроводность газа высокого давления за счет регенерации электронно-ионных пар во всем объеме разряда. Эти электронно-ионные пары «растаскиваются» электрическим полем, в результате чего в непосредственной близости от катода возникает экранирующая «шуба» из положительных ионов. В таких условиях падение потенциала в прикатодной области оказывается весьма значительным, а напряженность поля из-за малых размеров области столь высокой, что образующиеся при ионизации электроны разгоняются до энергий, достаточных для ионизации нейтральных молекул, т. е. в прикатодной области происходит лавинная ионизация. Она деформирует распределение электрического потенциала в разряд так, что не менее 20 % приложенного к разрядному промежутку напряжения падает в тонком ($\sim 0,2$ мм) катодном слое. В остальной области, значительно большей по размерам, напряженность поля достаточна лишь для возбуждения внутренних степеней свободы молекулы, но не для ионизации. Электропроводность области объемного разряда обеспечивается ионизирующим электронным пучком. Удельное энерговыделение в прикатодной области также в десятки раз больше, чем во всей области объемного разряда.

Для лазеров прикатодная область вредна, она является источником оптических, электрических и тепловых неоднородностей (а при большом энерговыделении — и ударных волн), поэтому в электроионизационных лазерах применяются всевозможные ухищрения, призванные снизить влияние прикатодного слоя на область объемного разряда, в которой происходят возбуждения внутренних степеней свободы молекул и генерация лазерного излучения.

В области разряда электроны, ускоренные до энергий в несколько электрон-вольт, возбуждают молекулы газа. Если скорость процессов релаксации меньше скорости передачи энергии, возбуждив один из компонентов смеси (например, N_2), можно передать энергию другому, «излучающему» (например, CO_2), и создать условия для генерации оптического излучения. В возбужденных таким образом газовых смесях удается осуществить и химические реакции, подмешав к возбужденному газу другой, способный образовывать с ним химические соединения. Можно также катализировать химические реакции, возбуждая, скажем, смеси реагентов, нейтральных в основном и активных в возбужденном состоянии.

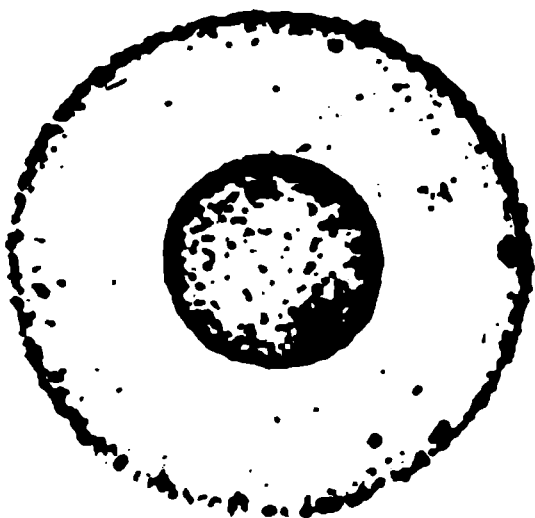
Мысль о возможности инициирования химических процессов при электроионизационном возбуждении возникла вскоре после первых работ по лазерам. Она подкреплялась рядом косвенных экспериментальных данных, свидетельствовавших о химической активности разряда электроионизационных лазеров: в процессе работы в активном объеме нарабатывались небольшие количества соединений, производных от компонентов исходной смеси. Стала очевидной необходимость экспериментальной проверки и теоретического исследования процесса электроионизационного химического синтеза. Соответствующее исследование было вскоре выполнено сотрудниками ФИАН и Новомосковского филиала ГИАП (Государственный институт азотной промышленности и продуктов органического синтеза), изучившими синтез окиси азота в электроионизационном разряде. Молекулы азота и кислорода не очень удобны для экспериментальной проверки теории, поскольку для инициирования цепных реакций $N_2 + O \rightarrow NO + N, O_2 + N \rightarrow NO + O$ необходимо накопить во внутренних степенях свободы молекулы N_2 не менее 3 эВ. Усугубляют ситуацию также обратная реакция $N + NO \rightarrow$

→ N₂+O и тушение колебательного возбуждения N₂ на молекуле NO. Тем не менее эксперименты продемонстрировали рекордную для плазмохимических процессов величину энергозатрат на синтез молекулы NO (15 эВ) и могут быть снижены по крайней мере втрое за счет оптимизации технологического процесса.

Эти результаты были получены в конце 70-х годов и совпали по времени с всплеском интереса во всем мире к реакциям колебательно возбужденных молекул. М. Капителли в Италии, Дж. Д'Агостино в США, В. Д. Русанов и Д. И. Словецкий в СССР получили аналогичные результаты, и к началу 80-х годов сложилось представление о том, что колебательное возбуждение молекул может весьма эффективно увеличивать скорость элементарного взаимодействия, но не всегда — надо подбирать реагенты и условия. Собственно, поиском химических процессов, для активации которых существенно колебательное возбуждение, и занимались наши экспериментаторы, пока в 1978 г. не синтезировали полимер азота и фосфора — полифосфонитрид, заставивший по-новому взглянуть на роль прикатодной области в химическом синтезе в электроионизационном разряде.

Эксперименты с азотом и парами фосфора показали, что в прикатодной области за счет высокой напряженности электрического поля происходят разогрев ионов и передача их энергии нейтральным молекулам при столкновении. Если среднее удельное энерговыделение в разряде составляет 0,5 Дж/см³, то удельное энерговыделение в прикатодном слое достигает 6—8 Дж/см³ и выше, а температура возрастает до 4000 К. При этом вещество диссоциирует на атомы и радикалы и, например, в смеси азота и паров фосфора над поверхностью катода образуется зона толщиной несколько длин свободного пробега частиц, содержащая атомы N и P, а также радикалы P₃. Эти атомы и радикалы, достигая поверхности металла, образуют с ним химические соединения. Регулируя температуру катода, можно обеспечить их диффузию в глубь катода и образование промежуточных слоев с прогнозируемыми свойствами.

В рассматриваемом процессе образуются не только нитриды и фосфиды металла. На модифицированной металлической поверхности осаждается полимер P₃N₃ с разным (в зависимости от режима) соотношением x и y. Установлено, что его образование происходит как в прикатодной области, так и в остальном объеме разряда, где основную роль играют процессы с учас-



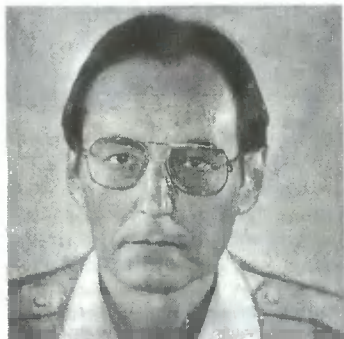
Рентгеновская микрофотография мишени ЛТС, изготовленной в ФИАНе [толщина стеклянной оболочки 1,2 мкм, диаметр 470 мкм]. Высокая степень сферичности мишени и качество поверхности необходимы для подавления гидродинамических неустойчивостей при сжатии [допустимые отклонения сферичности и толщины зависят от длины волны возбуждения и не должны превышать 2—3 %].

тием колебательно возбужденных молекул.

Возникшая на стыке лазерных и физико-химических исследований электроионизационная плазмохимическая технология представляет значительный прикладной интерес. Достаточно сказать, что применение электроионизационной технологии позволило весьма просто образовывать на поверхности металла слои фосфидов и нитридов металла, обладающие повышенной твердостью и износоустойчивостью, а синтезированный неорганический полимер полифосфонитрид обладает очень высокой термохимической устойчивостью и может быть успешно применен для улучшения качества пластмасс и других материалов, в роли эффективного поглотителя и даже высокоэффективного безбалластного удобрения (если его вносить совместно с культурами почвенных бактерий, переводящими азот и фосфор в форму, усваиваемую растениями).

Из всего многообразия достижений квантовой электроники я остановился здесь лишь на тех, которые наиболее близки моим научным интересам. Но и немногие приведенные примеры демонстрируют возможности и перспективы этой области человеческого знания, в зарождении и становлении которой мне посчастливилось принимать участие и которая в значительной степени будет определять нашу жизнь в XXI в.

Е. Г. Мирлин **Рождение острова Рождества**



Евгений Гилельевич Мирлин, доктор геолого-минералогических наук, заведующий отделом геологии и полезных ископаемых Мирового океана Центрального научно-исследовательского геологоразведочного института Министерства геологии СССР, руководитель Координационного центра стран-членов СЭВ по морской геологии и геофизике «Интерморгео». Специалист в области тектоники и геофизики дна океана. Автор многочисленных статей и ряда монографий по этим проблемам. Неоднократно публиковался в «Природе».

К НАШЕМУ неожиданному посещению о. Рождества в Индийском океане в 1989 г. более всего подходит поговорка: «Не было бы счастья, да несчастье помогло». Экспедиция на судне «XVII съезд профсоюзов» НПО «Южморгеология» работала на Маскаренско-Австралийском геотраверзе, который протягивается от Маскаренских о-ов до Австралии и пересекает все наиболее крупные структуры дна Индийского океана. Здесь, в северо-восточной, наиболее древней его части, с 1986 г. специалистами объединения проводятся комплексные геолого-геофизические исследования. Рейс подходил к концу, когда заболел один из членов экипажа. Понадобилась срочная медицинская помощь. Как выяснилось, ближайшая больница — на о. Рождества, принадлежащем Австралии.

Правительство этой страны проявило гуманность и разрешило незапланированный заход на остров. Уже на нем удалось быстро договориться с местными властями о проведении геологической экскурсии. Так мы оказались первыми советскими геологами, побывавшими на этом уникальном острове. Он относится к той категории малых островов в бескрайнем Мировом океане, которые издавна притягивают естествоиспытателей необычным строением, флорой и фауной. Для нас, морских геологов, эта частичка суши особенно интересна и потому, что загадка ее возникновения тесно связана с более общей проблемой — деформациями земной коры под океанами.

НЕМНОГО ОБ ИСТОРИИ И ОСОБЕННОСТЯХ ОСТРОВА

Остров назван в честь праздника Рождества, поскольку именно в этот день 1643 г. был впервые замечен английским капитаном В. Минорсом. Расположен он в 290 км к югу от индонезийского о. Ява, его максимальная длина около 22 км, возвышается он над дном глубоководных котловин на 4300 м. Долгие годы остров оставался необитаемым, и лишь в 1688 г. английский исследователь В. Дам-



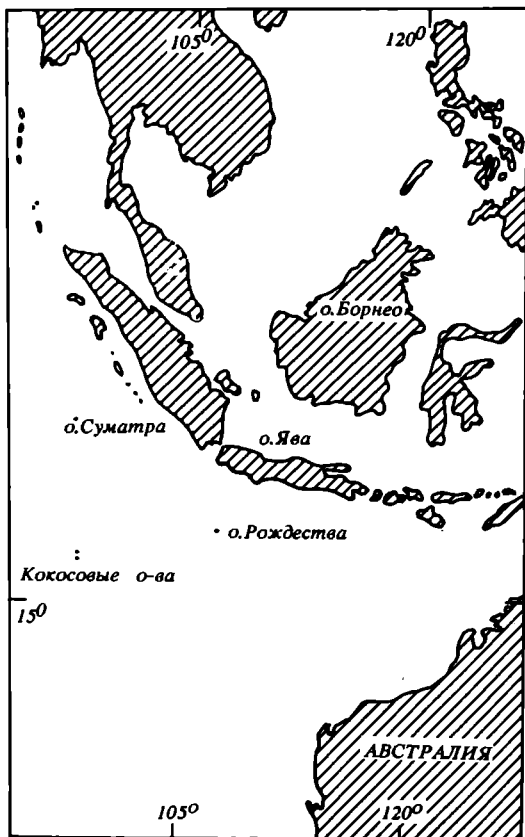
Скалистый обрыв, усеянный новорожденными крабами.

пьер побывал на нем и составил первое описание островной фауны. Моряки его судна остались в восторге от кушаний, приготовленных из местных птиц и красных крабов. Видимо, именно слухи о кулинарных достоинствах здешней фауны послужили тому, что остров долго был временным пристанищем для европейцев, следовавших в Австралию и обратно.

Посетил остров и знаменитый английский океанограф Дж. Меррей во время известной экспедиции 1872—1876 гг. на корабле «Челленджер». Именно он на основе анализа собранных на острове образцов пород предсказал открытие на нем залежей

фосфоритов, а после закрепления прав Британской короны на остров стал инициатором их добычи. Кроме того, он поддержал интенсивные исследования его природной среды, проведенные в конце XIX — начале XX в.

Великобритания передала остров Австралии в 1958 г. Добыча фосфоритов, начатая в 1897 г., продолжается и по сей день, правда, постепенно снижаясь из-за роста ее стоимости, а также стремления общественности ограничить промышленную деятельность с целью охраны животного и растительного мира. Несмотря на столь продолжительную добычу фосфоритов, 75 % уникальных тропических джунглей острова остались нетронутыми. Несомненно, это заслуга и тех, кто охраняет его природу. В 1980 г. на 12 % территории острова был введен режим национального парка, что способство-



Положение о. Рождества в Индийском океане (до Австралии около 1400 км, до ближайшего о. Ява — 290 км).

вало охране уникальной экосистемы. Ее неповторимость подтверждается обилием эндемичных видов фауны и флоры: 4 вида и 6 подвидов птиц, 2 вида растений, 5 — рептилий, 2 — крабов, 2 — летучих мышей и множество видов насекомых. Наиболее интересный вид — сухопутные крабы, которых можно встретить в изобилии на всех 137 км² территории острова и которые играют важнейшую роль в экологии тропического леса.

Один из местных зоологов объяснил нам, что на земном шаре нет другого места со столь высокой плотностью крабов. Наиболее распространен красный краб. Это мы сможем увидеть собственными глазами. В полутемной глуши тропического леса, куда с трудом пробивается солнечный свет, вспыхивают яркие красные звездочки: это крабы, в изобилии покрывающие землю и даже карабкающиеся на корни гигантских деревьев. Травы в лесу нет — ее поедают крабы. У них

на острове практически нет врагов. Люди их всячески оберегают: водитель небольшого грузовичка, на котором мы путешествовали по острову, старался объезжать каждого краба, выбегавшего на дорогу, а их было невероятно много и на асфальте, и на глинистом проселке. Опасность для них представляют лишь более крупные крабы-грабители, поедающие своих меньших собратьев.

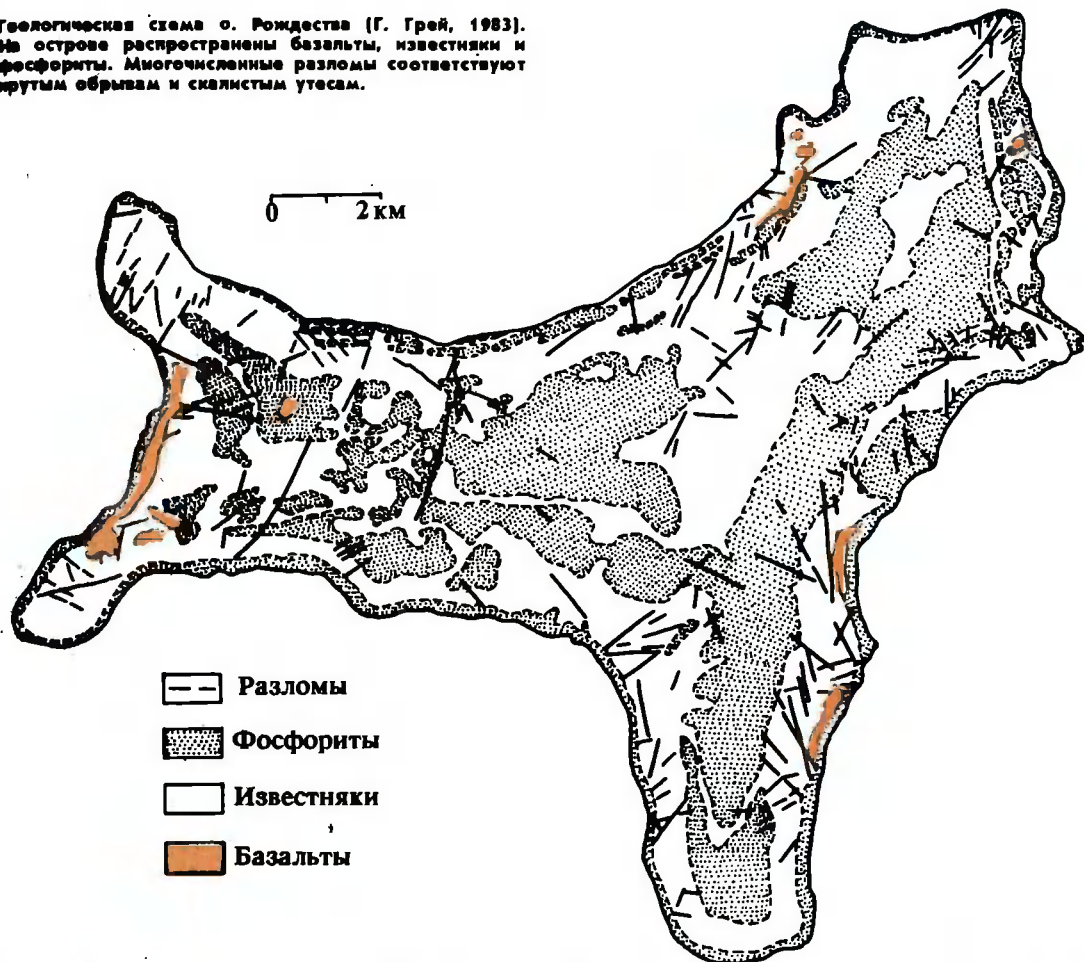
Раз в год красные крабы устремляются к океану, где у берега происходит их размножение. В этот сезон все пути к берегу буквально кишат ими. Но и в такое время население острова (свыше 2000 человек) старается оберегать своих беспокойных соседей, которые приносят им много неудобств, оккупируя каждый метр свободной площади вокруг жилых домов. «Мы понимаем, что живем на острове, представляющем такую же ценность, как и уникальные Галапагосские острова», — сказал нам один из местных жителей. Приятно встретить столь развитое чувство ответственности за сохранение жизни!

ГЕОЛОГИЯ ОСТРОВА

Еще одно несомненное богатство острова — фосфориты. Впрочем, о. Рождества не единственный в Мировом океане, где они известны. Фосфориты встречаются на многих подводных горах и островах вместе с вулканическими породами и известняками. В частности, на подводной горе в 50 км к юго-западу от острова драгой были подняты мелководные известняки и фосфориты. Их скопления сосредоточены чаще всего на верхних частях и склонах плосковершинных подводных гор — гайотов — и залегают на глубинах от 350 до 4000 м. Они встречаются на всех широтах, за исключением полярных областей океана.

Образование фосфоритовых залежей связывают с апвеллингом — подъемом холодных и богатых фосфором вод океана на небольшие глубины. Фосфор, попадая в приповерхностную зону высокой биологической продуктивности вместе с холодными водами, потребляется различными морскими организмами: фитопланктоном, зоопланктоном, рыбами, а также птицами. Их остатки смешиваются с другим осадочным материалом, образуя богатые фосфоритом донные отложения. Из этой схемы следует, что необходимые условия формирования подводных фосфоритовых отложений — апвеллинг, поднимающий обогащенную фосфором воду к поверхности, высокая биологическая продуктивность, ограниченное поступление материала с суши.

Геологическая схема о. Рождества (Г. Грей, 1983). На острове распространены базальты, известняки и фосфориты. Многочисленные разломы соответствуют крутым обрывам и скалистым утесам.



Рельеф о. Рождества и в самом деле создает представление о нем как о плосковершинной горе, выступающей над поверхностью океана: внутреннее почти плоское плато, слегка углубляется к центру острова и резко обрывается к береговым террасам. Высота плато над уровнем океана в среднем 200 м, хотя имеются три холма — на западе, северо-востоке и юге острова, которые возвышаются более чем на 300 м.

Характерная особенность рельефа внутреннего плато и его склонов — многочисленные крутые протяженные скалистые утесы и невысокие обрывы. Их образование связывают с относительно молодыми разломами — свидетелями непрекращающейся тектонической активности.

На острове встречаются три типа пород: базальты, известняки и фосфориты в виде довольно плотных и крупных образований, валунов, галек, глин, обогащенных фосфором. На внутреннем плато базаль-

ты не видны и обнажаются лишь вдоль обрывов на склонах береговой террасы. Возраст образцов относительно свежих базальтов 29—35 млн лет. Осадочные породы относятся к раннетретичным. Следы недавней вулканической активности на острове не обнаружены.

На некоторых участках, где фосфориты добывались с конца прошлого века, их слой полностью выработан до поверхности подстилающих коралловых известняков, имеющей весьма характерный вид и состоящей из многочисленных «башенок» высотой до метра. Они покрыты почвенным слоем и поросли травой, но в целом создается впечатление, что поверхность плато в этих районах как бы изрыта оспой. Такой рельеф, как считают местные геологи, мог образоваться в эпоху, когда коралловый риф надстраивал выступающий из воды остров и его срезала волновая эрозия.



Нашествие красных крабов.

Распространенные в пределах плато известняки, поверхность которых вскрыта в районах старых фосфоритовых разработок, в большинстве своем представляют собой отмершие коралловые постройки. Характерно, что скелеты коралловых полипов найдены даже на самых высоких точках острова — это подтверждает, что остров когда-то скрывался под океаном.

МОДЕЛИ ФОРМИРОВАНИЯ

До недавнего времени геологическая история острова представлялась довольно простой, соответствующей классической схеме образования коралловых островов. Около 50 млн лет назад, в эоцене,

Австралийская литосферная плита пересекла один из восходящих мантийных «плюмажей», формирующих в верхней мантии Земли «горячие точки». На поверхности плиты возникли вулканы и среди них — вулканический цоколь будущего о. Рождества. С тех пор вулкан вместе с плитой переместился примерно на 15° к северу, а его вершина, первоначально выступавшая над поверхностью океана, постепенно погружалась и надстраивалась коралловыми рифами. В результате ее полностью перекрыли коралловые известняки и образовалась лагуна, окруженная рифовыми постройками. Из-за возникшего на дне возвышения, вероятно, сформировался восходящий поток глубинных холодных обогащенных фосфором вод. 25 млн лет назад, в начале миоцена, началась интенсивная колонизация острова птицами, сопровож-



Тропический лес с множеством крабов.

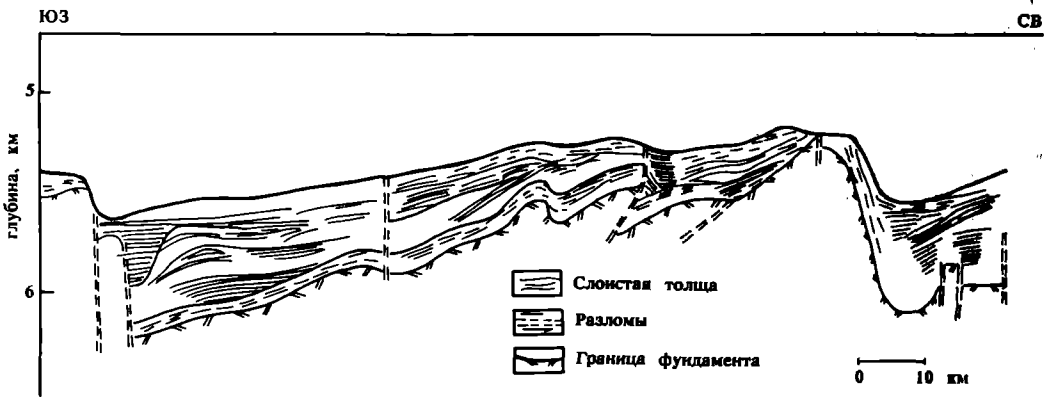
дававшая отложением толщ гуано, обогащенных фосфором. Дождевые воды переносили растворенный фосфор, отлагавшийся в «ловушках», в том числе в углублениях между известковыми «башенками». Многократные колебания уровня океана привели к образованию террас на склонах центральной плато.

Однако в последние годы австралийские геологи получили данные, которые заставили их внести коррективы в эту простую и, казалось бы, логичную схему. Выяснилось, например, что цоколь острова сложен не изверженными породами, а, главным образом, горизонтально залегающими осадками (известняками), содержащими морскую фауну, чередующимися с

базальтами. При этом фрагменты базальтов иногда как бы впечатаны в известковую матрицу.

По крайней мере часть базальтов образовалась при подводных излияниях — на острове встречаются так называемые подушечные лавы, возникающие только в воде.

На основе этих новых данных предложена альтернативная модель геологического развития острова. Его возникновение связывают с крупномасштабным изгибом океанской литосферы, которое сопровождалось ее растрескиванием и магматизмом. С изгибом связан и общий подъем уровня дна глубоководной котловины; эта возвышенность служит как бы пьедесталом для о. Рождества и других близлежащих подводных гор и отмелей. Таким образом, цоколь острова — не вершина вулкана.



Строение осадочной толщи на наклонных ступенях океанского дна (толща осадков уменьшается от погруженных их частей к приподнятым; видны наклонные разломы).

на, срезанная подводной эрозией, а поверхность седиментации (накопления осадков), поднятая на значительную высоту. В дальнейшем на ней началось образование рифов и сформировалась толща коралловых известняков. Поскольку в осадочных отложениях бывшей лагуны костных остатков птиц не обнаружено и в то же время на береговых террасах довольно много галечных отложений фосфоритов, возможно, они образовались в неглубоком водном бассейне, существовавшем в период подъема кровли литосферного блока. Предполагается, что фосфор из океанской воды извлекали морские организмы, а затем их остатки в виде биогенного детрита отлагались на дне, за счет чего и сформировались осадки с повышенным содержанием фосфора.

Итак, вместо «горячей точки», объясняющей рождение о. Рождества в первой модели, подъем древнего и относительно холодного блока океанской литосферы из-за ее деформации — во второй. Интересно, что еще в 1973 г. П. Л. Безруков и Ю. М. Пущаровский высказали предположение о блоковой структуре о. Рождества, проанализировав данные 54-го рейса «Витязя» и результаты глубоководного бурения в этом районе¹.

Если модель «горячих точек» в мантии и следов их воздействия на океанскую литосферу разработана достаточно подробно, то внутриплитные деформации только начинают изучать. Долгое время считалось,

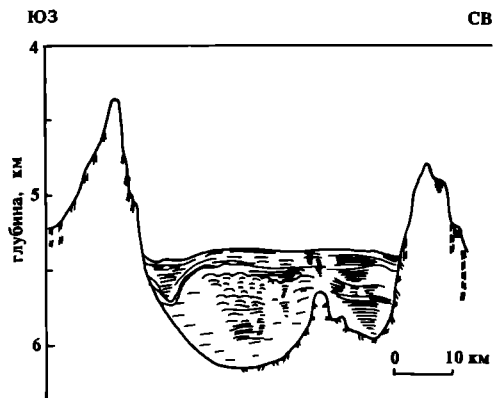
что литосфера океанов после ее формирования в рифтовых зонах срединно-океанических хребтов вообще не подвергается деформации и по мере удаления от оси хребтов, остывая, монотонно погружается. Однако в последние годы появились данные, убедительно свидетельствующие, что по крайней мере в ряде регионов Мирового океана значительные площади литосферных плит деформированы.

Так, в центральной части Индийского океана, а также в северной Атлантике — к северу от Исландии — в пределах плит обнаружена сейсмичность, они раздроблены на блоки разных размеров, а осадочные слои смяты в складки. Этот геологический феномен в последние годы привлекает значительное внимание исследователей многих стран. Он тем более интересен, что в трудах А. В. Пейве и Ю. М. Пущаровского выдвинута концепция тектонической расслоенности литосферы, согласно которой в ней возможно смятие и скучивание. Таким образом, казалось бы, частный вопрос о рождении о. Рождества приобретает общее значение. Но если остров возник из-за деформации океанской литосферы, ее признаки должны присутствовать и в прилегающих к нему глубоководных котловинах северо-восточной части Индийского океана. Наши исследования вдоль Маскаренско-Австралийского геотраверса, включавшие эхолотный промер, сейсморазведку, магнитометрические и гравиметрические измерения, подтверждают это предположение.

ПРИЗНАКИ ДЕФОРМАЦИИ ЛИТОСФЕРЫ

Высокочастотная сейсмическая аппаратура позволила получить достаточно подробную картину строения осадков, неизбежно меняющуюся при изгибе или

¹ Пущаровский Ю. М. «Витязь» снова в Индийском океане // Природа. 1973. № 11. С. 46—53; Пущаровский Ю. М., Безруков П. Л. // Геотектоника. 1973. № 6.



Складчатый характер осадочной толщи.

дроблении плиты. В осадочной толще и подстилающем «акустическом» фундаменте оказалось немало разломов трех типов: только в фундаменте; в фундаменте и частично в осадках; сплошные (т. е. пересекающие поверхность фундамента и осадки и четко проявляющиеся на дне в виде уступов, ступеней, локальных поднятий).

Очевидно, тип разлома зависит от возраста тектонического нарушения. Первые — самые древние, последние — самые молодые. Современные разломы прослеживаются на многих сейсмических профилях (даже там, где мощность осадков максимальна) — значит, тектоническая активность продолжается и широко распространена.

Выделяются разломы с наклонными поверхностями смещения слоев. Там, где они встречаются, фундамент имеет так называемое чешуйчатое строение, т. е. разделен на пластины, переместившиеся по горизонтали и образовавшие асимметричные гряды в рельефе дна.

Следующая особенность строения осадочной толщи — ее складчатость. Правда, складки высотой от десятков до сотен метров встречаются лишь на отдельных отрезках сейсмических профилей протяженностью не более 20 км. В складки смяты не только древние осадочные слои, но и относительно молодые. Характер осадочной толщи и наличие разломов определенного типа свидетельствуют о преобладании в этом районе сжатия литосферы. Это подтверждает и механизм (тип подвижек) в очагах землетрясений, зафиксированных в северо-восточной части океана. Это сжатие — вероятнее всего, результат столкновения Индостана с Евразией.

Еще один признак деформаций — широкое распространение на дне наклонных ступеней протяженностью от 120 до 320 км (высота уступов от 200 до 1660 м). Они наиболее отчетливо проявляются в северной части региона, исчезая к югу. При этом количество осадков уменьшается от наиболее погруженных к наиболее приподнятым частям ступеней. Меняется и характер разреза: в центральной части ступени есть и однородные, и слоистые осадки, а края сложены только слоистыми.

В центральной части Индийского океана деформация литосферы привела к образованию крупных поднятий высотой 1—3 км. Встречаются они и в северо-восточной части океана. К ним относится хр. Роу (к юго-востоку от о. Рождества), возвышающийся над котловинами на высоту примерно 3,5 км. По палеомагнитным данным, его возраст меньше возраста окружающей литосферы. Возможно, и хр. Роу образован изгибом литосферы, сопровождавшимся дроблением ее на блоки и формированием многочисленных ступеней.

На склонах хр. Роу, действительно, масса ступеней, высотой от 150 до 500 м, а шириной — от 500 м до 20 км, покрытых осадками толщиной 250—300 м (примерно столько же осадков у подножия поднятия). Поэтому естественно предположить, что хр. Роу — аналог поднятия, ставшего «цоколем» о. Рождества.

Итак, в северо-восточной части Индийского океана имеются несомненные признаки деформации плит океанской литосферы; различные по размерам блоковые структуры, ограниченные разломами, раздробленный фундамент, многочисленные молодые разломы и складки в осадочной толще, крупные поднятия дна и наклонные ступени. Вероятнее всего, они связаны с изгибом фронтальной части Австралийской литосферной плиты перед зоной субдукции.

Таким образом, мнение австралийских и советских геологов, связывающих рождение о. Рождества с поднятием блока океанской литосферы в результате ее корбления и изгиба, находит серьезное подтверждение в особенностях геологического строения северо-восточной части Индийского океана.

Все это еще раз убеждает в тесной взаимосвязи процессов в различных оболочках Земли. Крупномасштабные деформации литосферы положили начало цепочке последующих изменений в других геосферах, которые в итоге привели к формированию о. Рождества.

ОПАЛ

Т. Б. Здорик,
кандидат геолого-минералогических наук
Москва

КАК В КАПЛЕ воды отразились в опале краски октября — пурпур и золото листвы, свежая зелень озими, глубокая лазурь ненадолго прояснившегося неба. Необычность этого камня заставляла ученых древности говорить о нем восторженным языком. «Огонь опала подобен огню карбункула, только мягче и нежнее, при этом он отсвечивает пурпуром, как аметист, и зеленью моря, как смарагд; все вместе сливается в немыслимое сверкающее великолепие», — писал Плиний Старший¹. Точно найденное слово поэта, вдохновенного опалом: «дальше крупный опал, прихотливо мерцая затаенным в нем красным и синим огнем, мне так сладко напоминает мечети Сонгаи и султана сонгайского праздничный дом»², — рождает почти зримый эффект мерцания и переливов, какого не передать языком ученых статей.

Опал ценился издавна. Свидетельство тому — само его название, созвучное санскритскому «упала», что значит «драгоценный камень». В рассказе об опалах Плиний упоминает крупный, величиной с грецкий орех, камень стоимостью 2 млн сестерций, владетель которого римский сенатор Ноний предпочел оставить доходную и почетную государственную службу и удалиться в изгнание, не-

© Здорик Т. Б. Опал.

¹ Цит. по: Банк Г. В мире самоцветов. М., 1979. С. 45.

² Гумилев Н. Стихотворения. Посмертный сборник. Пгр., 1923. С. 11.

Опалы из разных месторождений мира: белый опал (Чехо-Словакия), благородный опал в породе (Австралия), огненный опал (Мексика), гялиит (Мексика).





Черные опалы (Австралия), отшлифованные кабошоном.

жели уступить свой перстень с³ опалом консулу Марку Антонию (82—30 гг. до н. э.). Римские legionеры, суеверные, как и многие люди, в чьей профессии присутствует риск, были убеждены, что опал хранит воина в бою. Апогея вера в чудотворность опала достигла в сред-

ние века, когда ему стали приписывать волшебные свойства шапки-невидимки: повернешь на пальце перстень с опалом — и мгновенно станешь невидимым...

В эпоху Возрождения опал также был весьма почитаем. Восторженно писал о нем в

1609 г. один из первых европейских геммологов, лейб-медик императора Священной Римской империи, Рудольфа II А. Бозций де Боот: «В опале есть невероятная смесь цветов и игры света, он успокаивает нервы, помогает при болезни сердца, действует против меланхолии, грусти, обмороков, сохраняет от подлых страстей и раздражений, возвращает остроту зрения и блеск глазам»³. Излюбленным камнем опал оставался и в XVII—XIX вв. В Дрездене, в знаменитых «Зеленых сводах» хранится записная книжка основателя этой сокровищницы — могущественного и весьма галантного курфюрста Саксонии Августа Сильного (1694—1733), черепаховый переплет которой украшен сердцем из крупного опала. Роскошный опал, носивший собственное имя «Троянский конь», принадлежал императрице Жозефине, супруге Наполеона I.

В первой половине XIX в. популярности опала способствовало и то обстоятельство, что он был любимым камнем английской королевы Виктории (1819—1901). В конце ее правления началась добыча опалов в Австралии, входившей тогда в состав Британской империи: с 1878 г. — в Квинсленде, с 1889 г. — в Новом Южном Уэльсе. Правда, это были светлые опалы — месторождения редкостных по

³ Цит. по: Куликов Б. Ф., Буканов В. В. Словарь камней-самоцветов. Л., 1988. С. 69.

Добыча белого благородного опала на одном из месторождений Австралии.



красоте черных опалов открыли лишь через год после ее смерти.

Однако с конца XIX в. отношение к опалу в Европе резко меняется, за ним устанавливается репутация камня слез и печали. Таким предстает он на страницах трагедии Оскара Уайльда «Саломея», в которой повествуется о казни Иоанна Предтечи тетрархом Иудеи и царем Галилеи Иродом ради каприза танцовщицы. Ирод, желая непременно видеть танец Саломеи, предлагает ей любые сокровища — ониксы, жемчуга, топазы и опалы: «У меня есть опалы, которые светятся холодным пламенем, опалы, которые делают Душу печальной и боятся мрака»¹. Камень, «делающий душу печальной», стремительно терял привлекательность. Перемену в отношении к опалу нередко усматривают и в популярности в те годы романа Вальтера Скотта «Карл Смелый, или Анна Гейерштейнская, дева мрака», где опалу отведена роковая роль виновника всех бед.

Чешские авторы А. и Я. Бауэры, а также И. Куржинский выдвигают более достоверную версию падения интереса к опалу в Европе (в странах Востока опал неизменно почитался как камень надежды и чистоты). Известно, что еще со времен Римской империи опалы поступали на европейский рынок преимущественно из месторождений, находившихся в Карпатах (Дубачки, Либанка, Симонка и др.). До первой мировой войны эта территория принадлежала Австро-Венгрии, и опалы именовались мадьярскими или венгерскими. Позже горы Либанка и Симонка отошли к Чехо-Словакии, а другая часть опалосного района — к Венгрии. Некогда здесь были найдены превосходные опалы, лучшие из которых хранятся в Вене. Однако в конце 70-х годов прошлого века на европейском рынке появились великолепные опалы из Австралии, и местные камни не смогли выдержать конкуренции. Для владельцев опаловых разработок в Дубачках это было катастрофой, но они быстро перешли к обороне, объявив, что австралийские опалы

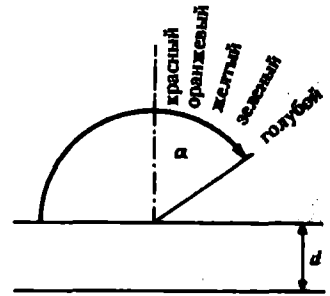
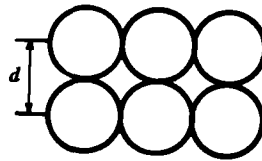
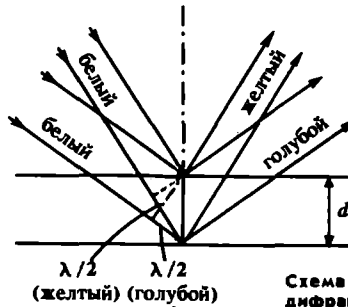


Схема разложения белого света в спектр при дифракции в благородном опале. Показан ход лучей в двуслойном пакете регулярно расположенных глобул кремнезема диаметром d . При увеличении угла падения α максимальная длина волны $\lambda_{\max} = 2d \cdot \cos \alpha$ уменьшается, так что цвет отраженных лучей меняется от красного до фиолетового.

приносят несчастье. Суеверие быстро укоренилось, однако палка, как всегда, оказалась о двух концах: оно коснулось не только австралийских опалов, а всех светлых опалов вообще. Ювелиры перестали делать из них украшения, и в 1922 г. разработки в Дубачках пришлось прекратить (на Либанке они продолжались до 1934 г.).

Хотя этот предрассудок поддерживался в Европе довольно долго, он не затронул черные австралийские опалы из месторождения Лайтнинг-Ридж, открытого в самом начале нашего века на севере штата Новый Южный Уэльс, близ границы с Квинслендом. И упоминавшиеся месторождения в Карпатах, и некоторые месторождения в Австралии связаны с гидротермально измененными вулканическими породами. Однако большинство австралийских опалов (и среди них опалы Лайтнинг-Ридж) иного происхождения: они приурочены к древней коре выветривания на сложенном горном массиве во внутренней части материка (штаты Новый Южный Уэльс, Южная Австралия, Квинсленд). Столовые горы здесь сложены железистыми глинистыми песчаниками, сформировавшимися из осадков мелководных внутренних морей и озер и послужившими источником кремнезема для образования опала. Нередко опал псевдоморфно замещает раковины моллюсков (в том

числе аммонитов и брахиопод), напоминающие ананасы сростки кристаллов глауберита, а также древесину (так называемый древесный опал). Крупнейшие месторождения этого типа — Лайтнинг-Ридж (черные и светлые опалы) и Кубер-Педи (светлые опалы) — разрабатываются и поныне.

Вслед за Австралией новые месторождения были открыты в Мексике. Среди мексиканских наиболее знамениты огненные опалы, с игрой в оранжевых и красных тонах. Сегодня месторождения опала известны в США, Гондурасе, Бразилии. А есть ли они в нашей стране?

До недавнего времени отдельные находки встречались у нас в Карпатах и Забайкалье, красивые оранжевые опалы, близкие огненным мексиканским, обнаружены в Казахстане. Благородные опалы здесь не встречены, но в Северном Казахстане имеются выходы необычного дендропала — молочно-белого, с красивыми черными дендритами оксидов марганца. А настоящие благородные опалы с великолепной игрой обнаружены в нашей стране совсем недавно — это рудопроявление Малаза в Приморье. Станет ли оно нашим Кубер-Педи, покажет время.

Парадоксами отмечено не только отношение к опалу на различных витках истории — парадоксален и сам опал. С одной стороны, благородный опал

¹ Уайльд О. Саломея. СПб. 1907.

весьма редок и дорог. Во всех классификациях драгоценных камней он никогда не опускается ниже второго порядка (или класса)⁵. Соответственно высоки и цены: они сопоставимы с ценами сапфиров и рубинов, исключая лишь камни экстра-класса. С другой стороны, обыкновенный опал — одно из самых распространенных минеральных образований земной коры. Им сложены толщи кремнистых пород (опок, трепелов и др.), гроздевидные отложения горячих источников — гейзериты, напоминающие фантастические клубни или заросли кораллов, ажурные скелетники радиolariй и панцири диатомей, образующих мощные пласты диатомитовых пород.

Благородный опал, по справедливому замечанию Плиния, вобрал в себя цвета граната, аметиста, изумруда. Но если цвет каждого из этих великолепных самоцветов связан с примесными центрами окраски в их кристаллических структурах, то многоцветные переливы, наблюдаемые при повороте опала, — всего лишь прихотливая игра света, происхождение которой долгое время оставалось загадкой. Это не мешает, однако, благородному опалу входить в пятерку минералов-избранников, сияющих в исторических регалиях и фамильных драгоценностях.

Но, пожалуй, главный парадокс заключается в самой природе опала: до сих пор не утихли споры о том, можно ли вообще рассматривать его как минерал. Ведь опал — это затвердевший коллоид (гидрогель) кремнезема. По данным рентгеноструктурных исследований, в нем преобладает аморфный кремнезем, наряду с которым присутствуют разные количества его кристаллических модификаций (кристобалита, халцедона, иногда тридимита), а также воды. Можно ли эту смесь назвать минералом?

Наиболее веским аргументом в пользу такого решения

послужила картина внутреннего строения опала, открывшаяся под электронным микроскопом при увеличении в 20 тыс. раз. Эта необычная картина словно бы раздвигает рамки самого понятия «минерал»: трехмерное пространство загадочных, переливающихся радугой участков структуры благородного опала оказалось заполненным по законам плотнейшей кубической или (реже) гексагональной упаковки, как это бывает у кристаллов, но не ионами, не молекулами, а довольно крупными шариками из кремнезема. Их диаметр от 150 до 400 нм, причем каждый из них состоит из мелких глобул диаметром 10—50 нм. Для благородного опала характерно регулярное (геометрически правильное) расположение шариков одинаковой величины.

Итак, глазам исследователей опала предстало некое подобие кристаллической решетки, только размер частиц, образующих эту решетку, оказался соизмерим с длинами волн оптического диапазона. Это позволило понять причину цветных всполохов в благородном опале. Луч света, попав внутрь трехмерной постройки из прозрачных шаров, разлагается, как в дифракционной решетке, на цветные составляющие. Так возникает радужная игра опала с ее необыкновенной чистой спектральной цветов.

Вместе с тем стало понятно, почему одни опалы рассеивают красные и малиновые «искры», а другие — голубые и зеленые. Цвет определяется диаметром сфер. Если они крупные, около 300 нм, свет разлагается на полный спектр (в зависимости от угла падения белого света на поверхность камня). При повороте камня красные блики сменяются оранжевыми, затем желтыми, зелеными, голубыми, сине-фиолетовыми. Если же шарики мельче, опал будет играть только в желто-зеленых и голубовато-синих цветах или только голубых и сине-фиолетовых и т. д. Но некоторые окрашенные световые лучи могут испытывать в опале обратное внутреннее отражение (либо от поверхности камня, либо на границах участков с разными показателями пре-

ломления) — такие лучи не смогут выйти за границы камня, т. е. выпадут из спектра, и тогда в игре опала красный цвет может сразу смениться голубым или синим.

Помимо спектральных цветов многие опалы имеют так называемую фоновую окраску, не зависящую от поворотов камня в световом луче. Она может быть серой, черной, синей, янтарной, а также смешанной. Причина этой окраски — различные примеси, без них опалы либо белые, либо бесцветные и прозрачные (как, например, гиалит).

В обыкновенных опалах, в отличие от благородных, глобулы не имеют формы шара, их взаимное расположение не столь регулярно, а размеры соседних глобул не всегда одинаковы. Естественно, такие опалы лишены игры цветов. Но само присутствие шариков кремнезема внутри аморфной массы вызывает резкое усиление рассеяния света — опалесценцию (подобно тому, как капли жира в воде или молекулы дополнительно рассеивают свет).

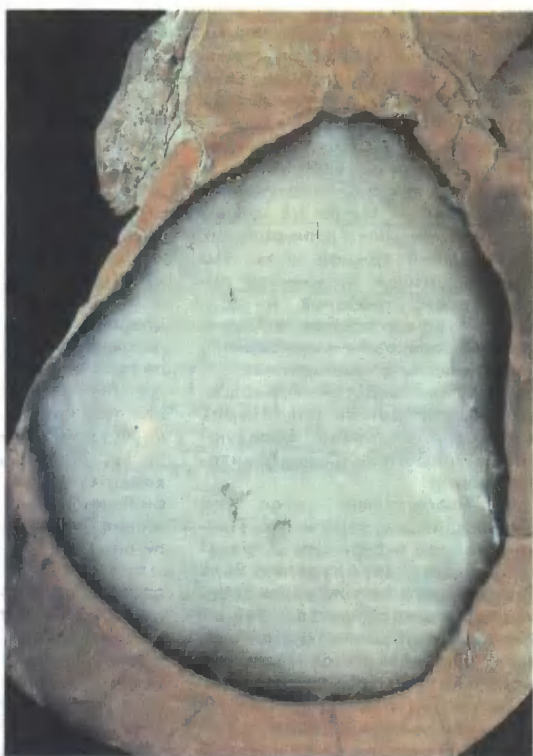
Детальное изучение строения опала, разгадка секретов его цветовой игры приблизили решение непростой, но заманчивой задачи — воссоздать структуру благородного опала в лаборатории.

Первая попытка синтеза опала относится еще к 1900 г., но по разным причинам коммерческое производство началось лишь в 1974 г., когда швейцарский ученый Джильсон поставил на рынок первую партию синтезированных белых опалов. Позднее фирма Джильсона синтезировала черные опалы, напоминавшие австралийские. Эти непрозрачные камни давали при повороте красные, зеленые и голубые вспышки на темном фоне. Однако границы цветных пятен резко разграничивались, в то время как в природных опалах наблюдается плавный переход разноокрашенных бликов. В 1982 г. на мировом рынке появилась еще одна разновидность опалов Джильсона — «синтетический медовый опал». Он походил на мексиканский огненный опал, но с более яркой игрой. В отличие от искусственных черного и белого опалов,

⁵ Сравнительная таблица классификаций ювелирных и поделочных камней приведена, напр., в кн.: Киевленко Е. Я., Сенкевич Н. Н., Гагарилев А. П. Геология месторождений полезных ископаемых. М., 1982. С. 6—7.



Благородный опал (Австралия, штат Квинсленд). Размер 10 см.



Опал — кахолонг (полированная поверхность) из Чехо-Словении.

эта разновидность содержит до 16 % органического вещества, заполняющего промежутки между глобулами кремнезема. Поэтому геммологи не считают ее синтетическим благородным опалом — это лишь имитация.

Известна и другая имитация благородного опала, названная по имени ее автора, — опал Слокума. Ее особенно легко отличить от истинного благородного опала. Уже при слабом увеличении видны разноцветные «кусочки» неправильной формы внутри стекловатой матрицы. Тем не менее камень Слокума красная, имеет высокую твердость, хорошо полируется, и американские ювелирные фирмы охотно используют его. Кольцо с таким камнем стоит от 80 до 400 долл.

В нашей стране первые, поисковые работы по синтезу благородного опала начались в 1974 г. во Всесоюзном научно-исследовательском институте синтеза минерального сырья (ВНИИСИМС). Их инициатором был В. С. Балицкий. Однако эти работы натолкнулись на большие трудности, и спустя

2 года были приостановлены на целое десятилетие. За это время группе новосибирских ученых (Д. В. Калинин, Н. Д. Денискина, А. К. Казанцева и др.) из Института геологии и геофизики СО АН СССР удалось разработать методику получения благородного опала, которая завершилась внедрением в производство. На разных этапах в доработке этой методики принимали участие ленинградский Всесоюзный институт ювелирной промышленности и Львовское СКБ. Образцы белого и черного благородных опалов, выпуск которых освоено отечественной промышленностью, имеют разнообразную цветовую игру. Но, подобно некоторым опалам, синтезированным за рубежом, они содержат много органического вещества (до 18 %), что делает их только имитациями натурального камня.

Несколько лет назад во ВНИИСИМСе под руководством Л. А. Самойлович вновь начались работы по получению синтетического аналога природного благородного опала. Поиски закончились успешно. Более 10 ав-

торских свидетельств, относящихся к разработке метода синтеза благородного опала, получили ученые из ВНИИСИМСа. Их опал по своим свойствам (микроструктуре, составу, цветовой игре, микротвердости и т. д.) оказался полным аналогом природного. В ближайшее время планируется его промышленный выпуск.

В заключение — несколько ювелирных подробностей специально для читательниц «Природы». И светлый, и черный благородные опалы (безразлично — природный или синтетический) обычно шлифуют кабошоном: так лучше выявляется его игра. Лишь огненный опал, содержащий значительно меньше аморфного кремнезема, чем другие разновидности, принято подвергать фасетной огранке. С ювелирными украшениями из благородного опала следует обращаться весьма осторожно: будучи довольно мягким (твердость 5,6—6 по шкале Мооса), камень легко царапается, а при нагревании, охлаждении и ударе обнаруживает большую хрупкость.

Глубины Земли — каковы они?

Академик Ю. М. Пушаровский
Геологический институт АН СССР

ГЛУБИННЫЕ недра Земли, их строение, процессы, в них происходящие, давно интересуют геологов, но тот факт, что дальнейшее развитие геологии вообще невозможно без такого рода данных, стало понятно только теперь. Кардинальные геологические вопросы, как, вероятно, обращали внимание читатели «Природы», решаются неоднозначно, по ним подчас высказываются диаметрально противоположные точки зрения. Иногда кажется, что геологическая мысль как бы ходит по кругу. Однако новое знание сегодня приходит не от новых умозаключений, а от новых фактов, в первую очередь касающихся вещественного состава и строения глубинных оболочек Земли, происходящих в них процессов.

Замечательную работу в этой области сделали А. М. Дзиевонски и Дж. Вудхауз из Гарвардского университета (США)¹. По результатам сейсмической томографии им удалось построить карты аномалий распространения сейсмических волн на трех уровнях: 1300, 2300 и 2750 км — в последнем случае всего на 150 км выше поверхности земного ядра.

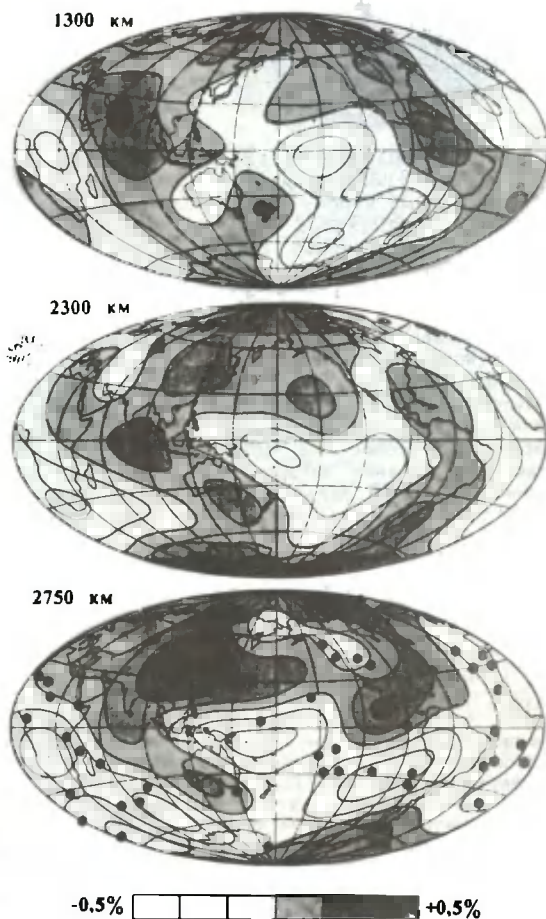
На приведенных картах светлые тона соответствуют низким скоростям прохождения волн, а темные — сравнительно высоким. Фактически на всех уровнях хорошо выделяется низкоскоростная тихоокеанская область. Это означает, что крупнейшая тихоокеанская неоднородность имеет очень глубокие корни, практически доходящие до ядра Земли. Тем самым развешиваемое автором этой заметки

учение о тектонической асимметрии планеты, ее делении на Тихоокеанский и Индо-Атлантический сегменты с их особой тектонической историей находит новое и весьма капитальное подтверждение.

На картах видны и другие глубинные неоднородности. В целом картина их довольно пестрая, меняющаяся от одного уровня к другому. И все же мож-

но наметить области повышенных скоростей, более или менее соответствующие континентам. Сравнительно низкоскоростная мантия занимает часть Индийского океана, значительную часть Африки и Атлантику. Самое естественное — допустить, что все эти неоднородности обусловлены процессами в земном ядре. Видимо, решающая роль принадлежит здесь гигантским тепломассопотокам, различающимся по энергонасыщенности, а возможно, и по вещественному составу.

Неясно пока, когда образовались такие неоднородности. Можно предположить, что глобальная тихоокеанская неоднородность — наиболее древняя, а неоднородности, меняющиеся с течением времени местами, — сравнительно молодые.



© Пушаровский Ю. М. Глубины Земли — каковы они?

¹ Dzierwowski A. M., Woodhouse J. H. // Abstracts. Vol. 1. 28th International Geological Congress. Washington, 1989. P. 427—428.

Строение земного шара на разных глубинах (по А. Дзиевонски и Дж. Вудхаузу, 1989).



ОГНЕННАЯ САЛАМАНДРА В МИФАХ И ДЕЙСТВИТЕЛЬНОСТИ

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



ЭТО ЖИВОТНОЕ — одно из самых популярных земноводных Европы, как в науке, так и в фольклоре. Обыкновенная, или огненная, саламандра (*Salamandra salamandra*) с давних пор привлекает к себе интерес, вошла в легенды, символику, стала аллегорией. Все имеет свою причину, и было бы интересно попытаться объяснить связь фантастического образа саламандры с его реальным прототипом, сопоставив представления древних авторов и научные сведения разного времени, полученные из наблюдений и экспериментов.

Вероятно, толчком для многих легенд послужила необычная внешность. Желтые или оранжевые пятна, покрывающие черного цвета тело, Плиний Старший, Альберт Великий и другие связывали со светом звезд. Возможно, поэтому ей же приписывали участие в появлении метеоров и в огненных явлениях на Земле¹. Окраска

саламандры даже современному человеку с определенной долей воображения может напомнить черные уголья и языки пламени. Не удивительно, что и самая распространенная из легенд о ней связана с огнем.

По-видимому, это поверье уходит корнями в мифологию древних греков и иудеев. И. П. Вурфбайн, автор первой монографии о хвостатых земноводных, приводит отрывок из древнееврейского произведения «Врата неба»: «Из огня рождается животное, называемое саламандрой, которое питается одним огнем; и огонь даже является ее материей, и она появится в сверкании печей, которые горят в течение семи лет»². Ее образ очень часто встречается в религиозной символике Европы: уже в «Физиологе» (восходящем к II—III вв. н. э.) — раннехристианской интерпретации античных зоологических сочинений — саламандра уподобляется трем праведникам, не сгоревшим в печи огненной. Из «Физиолога» образ перекочевал в средневековые бестиарии.

Средневековые эмблемы с изображением саламандры (по Вурфбайну, 1683). Слева — «*Se nutritur Salamandra igne, qui coetera perdunt. Alterius vivere morte nobis datum est*» [Собой питают саламандру огню, которые губят прочих. Другая жизнь нам дается смертью.] Справа — «*Mea vita per ignem*» [Посредством огня живу].

Герб французского короля Франциска I, чьим символом была саламандра, а девизом — «*Nutrisco et extinguo*» [Питаюсь [огнем] и гашу]. — [По Клевену, 1988.]

Аристотель в «Истории животных» писал, что, «как передают», саламандра гасит огонь. Исходя из такого взгляда, в средние века из разных частей ее тела изготовляли амулеты, предохраняющие от огня. Тот же Вурфбайн нашел описание одного амулета и способа его изготовления: на куске пергамента, под чтение заклинаний, кровью этого животного писалось слово *salamandra* в виде особого треугольника. Древние авторы считали, что гасит огонь саламандре позволяет ее «холод». И действительно, на ощупь ее тело, как и любого холоднокровного живот-

© Кузьмин С. Л. Огненная саламандра в мифах и действительности.

¹ Саламандра // Живописное обозрение. М., 1840. Т. 2. Л. 48. С. 379—380.

² Wurfbaïnus J. P. Salamandrologia. Norimbergae, 1683. P. 109.

ного, кажется холодным, однако не имеет никакого отношения к стойкости в огне. Но слизь, вырабатываемая кожными железами саламандры для защиты от высыхания на суше, вероятно, может ненадолго предохранить и от быстрой смерти, и от сгорания — но лишь в слабом огне или на угольях и при условии, что она может быстро спастись бегством.

Однако и в античное время, и в средневековье было немало авторов, не веривших в способность саламандры жить в огне и питаться им. А в 1662 г. это ее необычное свойство попытались опровергнуть М. Б. Хопфер и В. Шмидт в специальной диссертации, но приводили не столько экспериментальные, сколько умозрительные доказательства³. Один из их аргументов: огонь слишком прост, чтобы превращаться в животную субстанцию, и, кроме того, как элемент не входит в нее. Следовательно, животное не может питаться огнем.

Еще одна легенда связана с ядовитостью саламандры. О ней довольно пространно писал Плиний Старший: «Среди всех ядовитых животных саламандра — самое злобное. Другие животные наносят вред отдельным людям, но не уничтожают сразу многих; кроме того, говорят, что они, ранив человека, гибнут и уже не принимаются землей; саламандра же может убить целые народы, если они неосторожны. Если саламандра влезает на дерево, то все плоды отравляет ядом, и те, кто съест, умирают от озноба, как при отравлении аконитом. Даже если испечь хлеб на дровах, которых она коснулась, или на кору которых наступила, он будет отравлен; то же произойдет с водой, если саламандра упадет в колодец. Если же она своей слизью обрызгает какую-нибудь часть тела или ногу, то со всего тела выпадут волосы. Однако столь ядовитое животное поедается свиньями, не представляя для них ничего

необычного⁴. Этот рассказ брали за основу многие средневековые писатели и иногда представляли саламандру в виде ядовитой змеи.

Уже в XVII в. появились доказательства, что яд саламандры не столь уж опасен для человека. В дальнейшем он был изучен весьма подробно, в прошлом веке установлен его химический состав. Свежий саламандротоксин — белая вязкая жидкость кислой реакции, пахнущая мускатом. Оказалось, что теплокровные животные более чувствительны к этому яду, чем холоднокровные, а при его введении в кровь или пищеварительный тракт смерть обычно наступает от резкого повышения кровяного давления, паралича дыхательного центра и остановки сердца. Но ведь у саламандры нет специальных органов для введения яда в организм врага, кроме того, она никогда не нападает на человека, а защищается, выделяя яд из кожных желез, если ее неаккуратно взять в руки. Правда, иногда яд выбрасывается на некоторое расстояние и может попасть на кожу человека, но совершенно не причинит вреда, если не будет занесен на слизистые оболочки. Да и в этом случае вызовет лишь их раздражение, но никак не смерть пострадавшего. По сообщению И. И. Колюшева, один человек нечаянно проглотил четырех личинок саламандры и отравился, но остался жив⁵. Яд не спасает саламандру ни от крупных животных, ни даже от многих мелких хищников: ее поедают не только свиньи, но и ужи, крупные лягушки и т. д.

Кстати, не всегда спасает саламандру от врагов и яркая окраска, хотя она считается защитной. Одни современные исследователи оценивают ее

как апосематическую (предупреждающую о ядовитости), другие — как криптическую: пятна на черном фоне маскируют это земноводное на земле среди опавших листьев и солнечных бликов под пологом лесов, где оно обитает. Обилие желтых пятен на коже, как показал австрийский биолог П. Каммерер, зависит от цвета субстрата (чем он светлее, тем больше желтизны), от температуры и влажности. Правда, огненная саламандра обычно активна в сумерках, когда и яркая окраска мало заметна. Тем не менее, будь покровы монотонно черными, как у альпийской саламандры (*S. atra*), они скрывали бы ее от глаз надежнее. Но замечу, что огненная саламандра нередко выходит из укрытий и днем, особенно в сырую и дождливую погоду. В старину считалось, что ее появление предвещает дождь, такая примета и сейчас бытует среди жителей Закарпатья, а по-болгарски саламандра даже называется «дъждовник».

Размножение саламандры было загадкой до XVII в. Плиний Старший писал, что это существо бесполое; многие авторы, придерживаясь теории самозарождения организмов, считали, что саламандры не рождаются от себе подобных, а образуются в гнили или земле под влиянием тепла. Однако другие считали ее яйцекладущей, как большинство земноводных. Лишь в 1682 г. Вурфбайн, наблюдая за размножением саламандры в неволе, обнаружил, что она рождает «ушастых» детенышей. Сейчас известно, что оплодотворенные яйца развиваются в яйцеводах самки несколько месяцев и личинки выходят из них в яйцевых оболочках, которые затем разрывают. Если незадолго до «родов» из яйцевода извлечь яйца, а из них детенышей, они смогут нормально развиваться в аквариуме.

Перед размножением самки собираются у ручьев, реке — у стоячих чистых водоемов — и в воде рожают потомство: от 10 до 70 личинок⁶.

³ Hopfer M. B., Schmidt V. *Dissertatio historico-physica de quaestione: an animalia in igne generentur, vel vivant, et in specie de Pyrausta et Salamandra*. Lipsiae, 1662.

⁴ Plinius Secundus C. *Naturalis historiae cum interpretatione et notis integris*. J. Harduni itemque commentariis et adnotationibus Hermolai Barbari Pintiani, Rhenani Gellenii, Dalechampii Scaligeri Salmasii, Is. Vossii I. F. Gronovii et variorum. Lipsiae, 1788. Vol. 8. P. 396—398.

⁵ Колюшев И. И. // Научные записки Ужгородского университета. 1956. Т. 16. С. 55—65.

⁶ Thorn R. *Les salamandres d'Europe, d'Asie et d'Afrique du nord*. Paris, 1968.



Саламандра, изображенная в виде ядовитой змеи, паразитирующей человека (Бестиарий, конец XII в.).

В Западной Украине (области распространения огненной саламандры на территории СССР) они появляются обычно весной, в южных частях ареала — в конце зимы. В отличие от взрослого животного, живущего на суше, личинка может жить только в воде, так как дышит жабрами, напоминающими ветвистые кожистые отростки по бокам головы (потому Вурфбайн и называл детенышей ушастыми). Они развиваются в воде обычно 3—4 мес., после чего жабры исчезают, и молодь выходит на сушу. В холодных (в том числе подземных) водоемах сроки

развития растягиваются, и личинки могут зимовать в воде.

В горах, где климат суровее, чем в предгорьях и на равнине, период размножения одного из подвидов саламандры (*S. s. terrestris*) сдвинут на середину лета. Здесь у каждой самки меньше личинок, но они выходят из яиц уже в яйцеводах матери, достигают более крупных размеров и могут пройти метаморфоз не через 3—4 мес., а через несколько дней после рождения. Французский герпетолог Ж. Жоли пишет: «Нам кажется возможным, что крупные размеры этих личинок вызваны, по крайней мере в значительной степени, более или менее интенсивным каннибализмом внутри яйцеводов

самки. Особенно он проявляется в отношении неразвившихся яиц или эмбрионов, развитие которых задержалось. Несколько раз, вскрыв яйцеводы беременных самок, мы находили личинок, занятых поеданием таких эмбрионов»⁷. Считалось, что задержка личинок в яйцеводах связана со специфическими высотными условиями, но, видимо, это не единственный фактор. Есть два подвида саламандры (*S. s. gallaica* и *S. s. fastuosa*), у которых рождаются не личинки, а завершившие метаморфоз детеныши⁸. По-

⁷ Joly J. // Comptes Rendues Acad. Sci. 1961. Т. 252. № 20. P. 3145—3147.

⁸ Klewen R. Die Landsalamander Europas. Wittenberg. 1988. Т. 1.



Типичный биотоп огненной саламандры в Закарпатье.

Здесь и далее фото автора.

Взрослая саламандра (Закарпатье).



сколько эти саламандры обитают в горах, но на малых высотах — менее 1000 м над ур. м. — причины рождения детенышей, а не личинок, пока объяснить не удается.

В ручьях, где обычно живут личинки, фауна беспозвоночных бедна видами, у личинок почти нет выбора, и они кормятся тем, что удастся поймать. Но все-таки чаще потребляют бокоплавов, личинок поделок — более калорийную и легкую добычу. Из-за того, что период размножения саламандры растянут, в одном водоеме попадают сильно различающиеся размерами личинки, среди которых может быть и каннибализм.

О пище взрослых саламандр

в античной и средневековой литературе преобладали фантастические сведения: питается огнем, воздухом, высасывает молоко у коров и т. д. Уже упоминавшийся Вурфбайн был, вероятно, первым, кто определил состав пищи, вскрыв желудок саламандры. К настоящему времени установлено, что она питается в основном улитками, червями, членистоногими (многоножками, жуками и т. п.) от нескольких миллиметров до нескольких сантиметров длиной. Некоторые современные исследователи считают даже, что крупные саламандры могут поедать детенышей грызунов, забравшись в их норы⁹. Неразборчивость в пище делает саламандру весьма эффективной «живой ловушкой» для беспозвоночных, в которую попадают даже необычные виды. И. Сабо, например, среди жертв саламандры нашел очень редких беспозвоночных, а один вид оказался новым для фауны Венгрии.

Как и все земноводные умеренной зоны, саламандры проводят зиму в спячке, собираясь в подземных полостях, норах, трухлявых пнях, у термальных источников. По свидетельству Колюшева, в таких убежищах иногда скапливаются сотни особей.

Мы упоминали три подвида огненной саламандры, а

всего их 14, и распространены они в Центральной и Южной Европе, Малой Азии и Северо-Западной Африке, в СССР — на Западной Украине. Подвиды различаются размерами, окраской и некоторыми другими морфологическими признаками. Область распространения каждого подвида обычно невелика. Большинство из них населяет промышленно развитые европейские страны, природа которых особенно интенсивно разрушается человеком. Уничтожение лесов, осушение и загрязнение водоемов, отравление среды пестицидами ведет к снижению численности саламандры. Способствует этому и прямой отлов животных — в первую очередь, для учебных целей и содержания в террариумах (в нашей стране «заготовки» саламандры для учебных целей и продажи в зоомагазинах не так давно прекращены).

В ряде европейских стран огненная саламандра охраняется законом, в настоящее время обсуждается необходимость включить ее в Красные книги СССР и УССР. Нет сомнений, что в древности она была многочисленна и при внушительных размерах (20—28 см) и яркой окраске привлекала внимание и возбуждала воображение. Будем надеяться, что это существо сохранится не только в мифах, но и в природе.

⁹ Szabo I. // Acta Zool. Acad. Sci. Hungariae. 1962. Vol. 8. № 3—4. P. 459—477.



УЛУЧШАЕМ ПРОМЫШЛЕННУЮ СРЕДУ

Р. Келюотис,

член совета первичной природоохранной организации Клайпедского молочного комбината

ОБЩЕЕ экологическое положение в Клайпедском остается тревожным: город относится к наиболее загрязненным зонам Литвы. Поэтому очень актуален хотя бы маленький вклад каждого предприятия, коллектива, индивидуума в охрану природы, а значит, и самого человека.

Прошло более 20 лет со дня создания на Клайпедском молочном комбинате первичной организации Клайпедского отделения Литовского общества охраны природы. Тогда, в 1967 г., наша организация насчитывала 26 членов; большинство из них

и поныне работают на комбинате, являясь активными защитниками природы. Из скромного кружка организация превратилась в отряд из более чем 300 любителей природы, результаты деятельности которых может увидеть каждый клайпедчанин или гость города, посетивший комбинат.

Охрана природы имеет у нас давние традиции: еще на старом комбинате, когда территория его была совсем мала, каждый свободный кусочек земли был озеленен, присмотрен, везде росли деревья, цвели цветы, среди которых нашлось место для спортплощадки и отдыха. С момента переселения комбината в новые помещения наши сотрудники (на добровольных

началах путем проведения субботников) выполнили работы по благоустройству окружающей среды почти на 120 тыс. руб.

Формирование экологической и эстетической среды на комбинате мы вели по трем направлениям: повышение технического уровня производства; создание интерьеров; упорядочение территории. В соответствии с рекомендациями по научной организации труда и требованиями промышленной эстетики все оборудование перекрасили в определенную цветовую гамму. Перед окнами комбината соорудили два бассейна с действующими зимой и летом фонтанами: они имеют не только эстетическое, но и практическое назначение — охлаждаю

© Келюотис Р. Улучшаем промышленную среду. Фото автора.



используемую комбинатом воду. Зазеленели высаженные кустарники, зацвели розарии, ожил парк, приютивший птиц и другую живность, засверкал зеркальной поверхностью пруд, привлекая множество водоплавающих, — так были созданы уютные уголки кратковременного отдыха. Кроме того, оборудованы навес для велосипедов и мотоциклов, площадка для стоянки легкового автотранспорта. И ко всему этому — повсеместный порядок и чистота — одни из важнейших компонентов красоты.

Вся территория комбината была разделена, таким образом, в соответствии с ее назначением на санитарно-защитную, предзаводскую и производственную зоны с площадками отдыха. В 1983 г. на комбинате открыт филиал факультета народного университета по охране природы: ежегодно более 30 работников комбината углубляли свои экологические знания. Если идеи охраны природы превращаются в материальные и духовные ценности, обогащают, украшают родной край — значит, первичная природоохранная организация свою задачу, без сомнения, выполняет.



Монгольский земляной воробей

В. В. Иваницкий,
кандидат биологических наук
Московский государственный университет
им. М. В. Ломоносова

3 А ВРЕМЯ экспедиционных работ на юго-западе Тувы и в прилегающих районах Алтая мне удалось подробно познакомиться с жизнью монгольского земляного воробья (*Purgilauda davidiana*). Здесь эту птицу смело можно причислить к наиболее обычным видам, составляющим ядро местной фауны. Наблюдая за воробьями, я не переставал удивляться заряду их энергии и выдающимся способностям противостоять всем тем нелегким жизненным обстоятельствам, с которыми связано их существование в суровых высокогорных ландшафтах. В конце концов я утвердился в мысли, что имею дело с весьма преуспевающим видом, чье благополучие надежно обеспечено целым созвездием самых интригующих биологических черт. Тем больше было мое удивление, когда однажды, перелистывая

печальные страницы «Красной книги РСФСР», на одной из них я встретился со своим старым знакомым, которого именно здесь меньше всего готов был увидеть.

Судя по всему, монгольский воробей угодил в «Красную книгу» в превентивном порядке, по причине крайней ограниченности области его распространения в нашей стране. В основном этот вид, целиком оправдывая собственное название, живет в Монголии. К нам заходят лишь северо-западный (крайний юго-запад Тувы и приграничный Алтай) и северо-восточный (Забайкалье, окрестности Торейских озер) краешки ареала. Таким образом, основания для опасений за судьбу «нашего» монгольского земляного воробья и в самом деле есть, поскольку популяции на ограниченных ареалах потенциально очень чувствительны ко всякого рода неблагоприятным воздействиям.

Монгольский воробей живет в горах (от 1,5 до 3 тыс. м

над ур. м.) в зоне высокогорных, щебнистых плато, покрытых степной растительностью. Здешний климат весьма суров, а погода меняется иногда по несколько раз на день. Снегопады не редкость даже летом, а сильный, холодный ветер дует почти без перерыва, стихая лишь к ночи. Дожди выпадают нечасто. В полной мере здесь ощущается иссушающее дыхание громадных пустынь Центральной Азии, поэтому деревьев нет совсем, кустарники крайне редки, а серая трава на пологих склонах и днищах широких межгорных долин не спрячет и спичечный коробок. По большей части почва вообще лишена растительности

Привязанность монгольского воробья к своему гнезду и птенцам выражена чрезвычайно сильно. В отличие от большинства других птиц воробьи никогда не бросают своих отпрысков на произвол судьбы, даже если они попали в руки человека.

Здесь и далее фото автора.

© Иваницкий В. В. Монгольский земляной воробей.





Эти два гнезда, столь различные по конструкции и материалу, построила одна и та же самка.

и покрыта россыпями камней и мелкого щебня.

Стель пронизана разнокалиберными норами сурков, пищух и сусликов, покрыта холмиками выбросов глины и щебня. Норы пищух, живущих колониями, образуют настоящий подземный лабиринт с несколькими десятками открытых и замаскированных травой входов, соединенных запутанной сетью тоннелей. Внутри этой сети есть две-три округлые камеры размером с волейбольный мяч, в которых пищухи выращивают детенышей, а на исходе лета перетаскивают сюда на зиму запасы — предварительно подсушенное в специальных стожках сено.

Негостеприимная, холодная горная степь круглый год служит обителью монгольскому воробью, а норы пищух — основная арена его жизнедеятельности. Многообразные связи с норами — одна из наиболее уди-

вательных биологических особенностей этой птицы, по праву занимающая центральное место в ряду ее приспособлений к суровым условиям высокогорья.

В норе воробьи всегда находят довольно комфортабельный ночлег, устроившись среди принесенного пищухами мягкого и сухого сена. Даже летом высоко в горах ночи очень холодные, так что воробьи предпочитают коротать их под землей. Тем более желанны такие гостиницы в зимнее время, когда на поверхности завывает буря или стоит жестокий мороз.

И днем воробьи явно избегают надолго удаляться от колоний и быстро возвращаются после коротких экскурсий по близлежащей степи. Складывается впечатление, что вдали от нор птицы чувствуют себя как-то неуверенно и стремятся в свою привычную среду, где в углублениях нор или между выбросов грунта можно легко укрыться от пронизывающего ветра, а то и от более серьезной напасти. Хотя и немного врагов у монгольских

воробьев, нет-нет да и скользнет по степи стремительная, острокрылая тень пустельги.

Монгольские воробьи — неутомимые пешеходы. Они явно предпочитают пешие прогулки воздушным путешествиям, но в отличие от своих городских сородичей никогда не прыгают, а ходят или бегают, забавно семеня лапками. Брачные партнеры очень привязаны друг к другу и всегда путешествуют вместе, переходя от одного скопления нор к другому, роясь среди выбросов и пешком преодолевая за день по несколько километров в поисках скудного здесь корма.

Гнезда монгольские воробьи тоже располагают в норах пищух, нередко более чем в 3 м от входа и на глубине более полуметра. Памятуя, что конфигурация ведущих к гнезду тоннелей подчас весьма замысловата, а свет в лабиринт не проникает, способностям птиц ориентироваться в подземелье остается лишь удивляться. Гнездо устраивается в одной из камер среди старых запасов пищух.

Сено образует нечто vro-

де внешней 5-сантиметровой оболочки гнезда или прокладки между сырыми холодными стенками и самим гнездом, которое свивается почти из чистого пуха и шерсти млекопитающих в форме аккуратного полого шара с боковым входом. Интересно, что гнездовой материал часто поставляют хищные звери: горностаи, хорьки, лисицы и даже волки. Их сухие экскременты, почти целиком состоящие из шерсти, пуха и мелких косточек съеденных грызунов, охотно включаются воробьями в конструкцию гнезда. Во множестве собирают воробьи и вылинявшую шерсть млекопитающих всех видов, и перья птиц. Толщина слоя пуха и шерсти в стенках гнезда достигает до 2 см, а его общий вес — до 100 г. Судя по всему, такое гнездо должно обладать непревзойденными теплоизолирующими свойствами.

Не удивительно, что воробьи весьма философски относятся к причудам переменно-горного климата. Даже в сильные снегопады, когда степь укрыта сплошным белым ковром, резкий ветер несет колючую поземку, а столбик термометра проваливается глубоко за нулевую отметку, воробьи без всяких опасений надолго оставляют кладку в надежном инкубаторе собственного изготовления и со спокойной душой вместе с супругом отправляются на поиски пропитания. Под слоем снега, в глубине подземелья, укутанные в толстый слой сена и пуха, яйца не остывают, даже если родители основательно задержатся и вход полностью занесет снегом.

Удивительна способность птиц безошибочно находить погребенный под снегом вход в гнездовую нору. Ведь в ближайших ее окрестностях, нередко в радиусе сотен метров, нет никаких ориентиров. Причудливая мозаика микрорельефа и растительности, которая могла бы помочь отыскать вход, бесследно пропадает. Куда ни кинь взгляд, землю укрывает монотонная белая пелена. Пытаясь найти хорошо знакомое мне гнездо, я потерпел полное фиаско. Что же касается воробьев, то они с поразительной точностью опускаются рядом с гнездом, и самка тут же приступает к раскопкам,

приминяя снег грудью, отчаянно взмахивая крыльями и лишь иногда пуская в дело клюв. Если не знать истинных намерений птицы, можно подумать, что она решила принять снежную ванну. Наконец работа завершена, и самка с озабоченным видом исчезает в норе, оставив супруга мерзнуть снаружи в ожидании очередного вылета на кормежку.

Во время весенних и летних снегопадов, когда поиски корма вырастают в серьезную проблему, воробьи объединяются в стайки и вместе с рогатыми жаворонками, снежными воробьями и горными чечетками кочуют по свободным от снега участкам на южных склонах или вокруг пастушьих зимовок, не забывая о своих гнездах. Обычно же в сезон размножения семейные пары воробьев не склонны общаться со своими соседями и живут обособленно друг от друга, всеми способами утверждая право на монопольное владение территорией. В ее пределах хозяева не терпят других воробьев, решительно выпроваживая пришельцев. Встречаясь время от времени на границах своих владений, самцы ведут себя очень курьезно. Наклонив головы и вытянув шеи, они бегают из стороны в сторону друг возле друга и мелко трепещут полностью отведенными в стороны крыльями. Иногда они вдруг начинают ползать в тех же самых позах или затаиваются за камешками или в отверстиях нор, внимательно наблюдая за соперником. Перебежки и переползания чередуются с характерными трепещущими полетами и нередко прерываются короткими стычками.

Чтобы предупредить посягательства на свою земельную собственность, самцы периодически совершают парадные облеты своих территорий, стараясь выглядеть как можно заметнее: поднимаются высоко в воздух и с песней летают кругами над своей территорией, перемежая трепещущий полет скольжением на грациозно приподнятых под углом неподвижных крыльях. Если бы не белые зеркала на крыльях, мелькающие в ярком солнечном свете в такт движениям воздушного акробата, токующий самец монгольского воро-

бья очень напоминал бы нашего обыкновенного полевого жаворонка, исполняющего сольный номер где-нибудь над заливаемым лугом в пойме Москвы-реки.

Пение воробья не имеет ничего общего с хорошо всем известным чириканьем домовых или полевых воробьев. Скрипучие, пронзительные, но не лишённые известной мелодичности звуки, которые исходили бы от маленького и не очень острого сверлышка, зажатого в ручной дрели, если бы им пробивались сквозь могучую бетонную стену, с моей точки зрения, очень напоминают торопливую, журчащую, несколько гнусавую песенку монгольского воробья: «сирли — сирли — сирли» или же «сирли-сии — сирли-сии — сирли-сии». Хотя песня обычно разделяется на отдельные строфы, иногда она льется почти непрерывно, придавая солисту еще большее сходство с поющим жаворонком.

За короткое лето воробьи успевают дважды вывести птенцов. Родителям приходится торопиться, ибо уже в августе степь наводняют молодые пищухи, покинувшие материнские норы и подыскивающие собственные квартиры. В это же время зверьки приступают к активной чистке старых и вновь приобретенных нор, выволакивая из них все, что скопилось за год, и подготавливая подземные кладовые для свежих запасов.

Высокие темпы размножения воробьев обеспечиваются во многом четким распределением обязанностей между родителями и слаженной работой по обеспечению нужд потомства.

Участие самца в постройке гнезда ограничивается чисто символическим выражением солидарности с неустанной партнершей. Во второй половине мая, а иногда и раньше (в зависимости от высоты местности и погоды) в гнезде появляются 5—6 чисто-белых яиц. Пока самка насиживает первую кладку, отец семейства ничем серьезным не занимается. Зато сразу же по вылуплению птенцов он начинает носить корм. Самка же, напротив, первые дни большую часть времени сидит вместе с птенцами в норе. Лишь через 8—9 дней, когда они подрастут,

она, словно устыдившись бездельности, впрягается в родительские обязанности. Тогда самец, видя все возрастающее усердие подруги, явно охлаждает к роли фуражира и перекладывает на поиски подходящей норы, где можно было бы устроить гнездо для следующей кладки. Вскоре он начинает петь и токовать возле находки, нередко лишь в десятке метров от первого гнезда, словно пытаясь обратить внимание самки на новую жилплощадь.

Его усилия не пропадают даром. Когда птенцам исполняется две недели и они начинают с любопытством выглядывать из норы, готовясь покинуть отчий дом, самка оставляет их и приступает к строительству следующего гнезда, а самец вновь заваливает на плечи нелегкий груз забот о подросших отпрысках. Он будет опекает их 2—3 недели, пока вылупятся и потребуют пищи птенцы второго выводка. К этому времени старшие дети уже обходятся без родительской помощи.

Интересно, что одна и та же самка строит разные гнезда для первой и второй кладок. Если весеннее весьма солидное гнездо напоминает теплую шапочку, плотно сваленную из чистой шерсти и пуха, то в разгар лета — это довольно эфемерное сооружение из сухих соломинок и травинки, лишенное крыши и лишь изнутри устланное тонким шерстяным слоем.

Плотность популяции монгольского земляного воробья повсеместно невелика, несмотря на очень высокие темпы размножения этого вида и недоступность гнезд для хищников и стихии. Мне кажется, жесткая территориальность, присущая этой птице, и ограничивает плотность локальных поселений. Даже в самых благоприятных местах обитания (на хребте Сайлюгем в юго-восточном Алтае) на 1 км² гнездится обычно 10—15 пар, а расстояние между их гнездами составляет не менее 100 м. В соседних районах Тувы — в окрестностях Мангун-

Тайги — плотность гнездящихся воробьев почти вдвое меньше, но тем не менее находилась на постоянном уровне с 1972 по 1983 г.

Высокогорные остепненные плато, где обитает монгольский воробей, относительно безлюдны, но антропогенное влияние сказывается и здесь, хотя и весьма необычно.

В Туве и на Алтае развито традиционное отгонное скотоводство (в основном разводят овец и коз), и горы по долинам рек и ручьев покрыты сетью пастушьих стоянок — домиков и кошар, расположенных обычно в 3—5 км друг от друга. Таких стоянок очень много, в их окрестностях и пасутся отары, переходя от одной стоянки к другой. Монгольские воробьи населяют как раз те уголья, на которых козы и овцы пасутся зимой. Весной отары перегоняют выше в горы на летние пастбища, а приступающим к размножению птицам остается совершенно вытоптанная степь, лишь слегка укрытая остатками состриженной до самых корней травы.

Тем не менее скотоводство следует расценивать скорее как положительный фактор, значительно облегчающий жизнь птиц, например, в снегопады, когда воробьи не могут добыть корм. Овцы и козы уминают и разгребают снег, добывают до травы, а вслед за ними и птицы. Кроме того, вокруг стоянок снег, вытаптываемый тысячами ног, тает очень быстро, здесь всегда много просыпанного зерна, комбикорма, так что есть чем поживиться в трудное время и воробьям, и рогатым жаворонкам, и прочим зерноядным птицам. Перевыпас только облегчает воробьям доступ к давно осыпавшимся семенам, сухая трава затрудняет поиски корма, возможно, поэтому птицы явно избегают участков с густой растительностью.

Другой аспект антропогенной трансформации среды обитания монгольских земляных воробьев связан с тем, что они

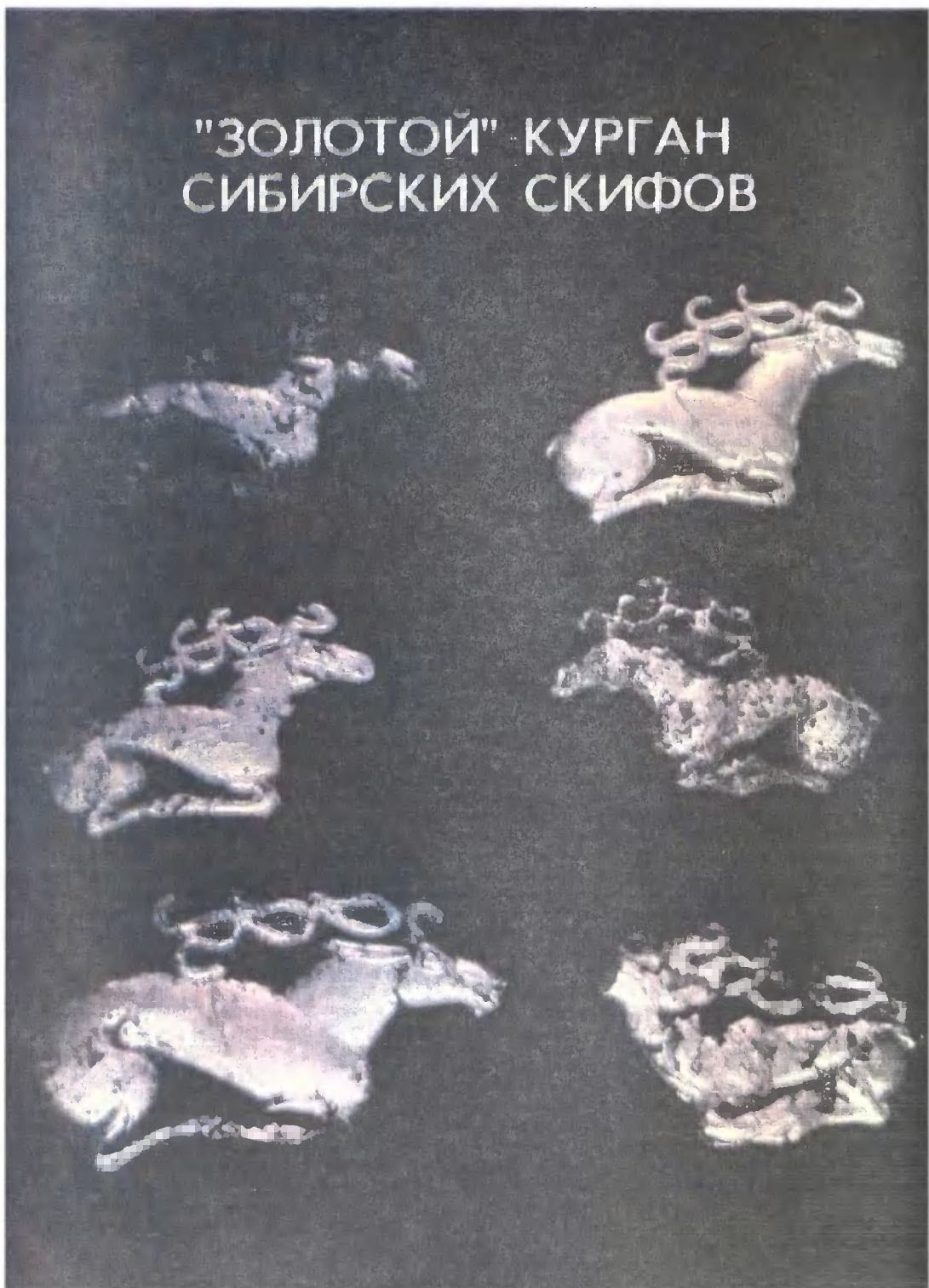
заселяют пространства, где регулярно проводятся противоэпидемические мероприятия по снижению численности грызунов и их эктопаразитов — прежде всего блох. Дезинсекция — пожалуй, наиболее распространенный ныне способ профилактики эпизоотий среди грызунов. В норы вдувают порошок инсектицида, вызывающего гибель блох и клещей, но относительно безвредного для млекопитающих и птиц. Во всяком случае, воробьи не страдают от дезинсекции и успешно выводят птенцов.

Более опасна дератизация — истребление самих грызунов с помощью отравленных приманок. Обычно это овес, сдобренный фосфидом цинка — сильным ядом; действующим на всех теплокровных животных. Имеются данные о губительном действии этого способа профилактики чумы на зерноядных птиц¹. Мои наблюдения в Туве также дают основания для серьезных опасений. К счастью, зерновые приманки годятся лишь для истребления сусликов, а рядом с ними монгольские воробьи селятся значительно реже, чем по соседству с пищухами, которые питаются исключительно травой.

Свой рассказ о монгольском земляном воробье я имею возможность закончить на оптимистичной ноте. Состояние популяции этого вида в западной части его ареала в СССР, в Туве и на Алтае, пока можно считать вполне благополучным. Монгольский воробей великолепно приспособлен к нелегким обстоятельствам своего существования и по праву может считаться одним из наиболее впечатляющих орнитологических украшений суровых высокогорных плато. Хочется надеяться, что в справедливости моего утверждения смогут убедиться многие поколения орнитологов.

¹ Шевченко В. Л., Дубянский М. А. // Экология. 1986. № 1. С. 85—86.

"ЗОЛОТОЙ" КУРГАН
СИБИРСКИХ СКИФОВ



Г. Н. Курочкин,
кандидат исторических наук
Ленинградское отделение Института
археологии АН СССР

НА ЮГЕ Красноярского края и в Хакасии, в предгорьях Саян, есть места, где основной элемент ландшафта составляют каменные конструкции и земляные насыпи древних курганов, образующих порой целые «поля погребений». Большая часть курганов относится к скифской эпохе — VIII—III вв. до н. э. Первые научные раскопки южносибирских курганов были проведены еще в XVIII в. экспедициями Д. Г. Мессершмидта, Ф. И. Страленберга, И. Г. Гмелина и П. С. Палласа, а систематически памятники «минусинской курганной культуры» (или, как ее принято называть в современной науке, «тагарской культуры» — по эталонному могильнику у Тагарского озера) изучаются уже более 100 лет. Археологов давно поразило сходство изготовленных в «зверином стиле» тагарских вещей и знаменитых произведений искусства из скифских курганов Северного Причерноморья. Еще в 1913 г. английский ученый Э. Миннз заметил, что

«вплоть до выяснения всех обстоятельств, связанных с минусинским искусством, скифская проблема не может считаться решенной»¹. В дальнейшем, однако, на многие десятилетия возобладали взгляд на тагарскую культуру как на одну из провинциальных и отсталых культур скифского мира. Прозрение для многих исследователей частично наступило после того, как в раскопанном в 70-е годы в Туве царском кургане Аржан, датированном VIII в. до н. э., были обнаружены типичные раннетагарские вещи, до этого «твердо» датировавшиеся VI в. до н. э.² Изображения оленей, кабанов, барсов и других животных, выполненные в манере, характерной для тагарского и раннескифского искусства, обнаружены сейчас на многочисленных стелах, изображающих вооруженного воина (так называемых «коленных камнях») Северо-Западной Монголии,

© Курочкин Г. Н. «Золотой» курган сибирских скифов.

¹ Minns E. H. *Scythians and Greeks*. Cambridge, 1913. P. 261.

² Шишкин И. Б. Раскопки Аржана — царского кургана в Туве // *Природа*. 1972. № 9. С. 112—113; Дендрохронология кургана Аржан // *Природа*. 1976. № 9. С. 139—140.



Чекан (парадное оружие) с острым бойком и фигурками козлов на обушке, изображенными в геральдической позе; блаха в форме оленя с подогнутыми ногами; накладки с парными головками животных по концам.

Тувы и Алтай начала I тысячелетия до н. э., а также в некоторых китайских погребениях VIII в. до н. э. (китайские археологи рассматривают эти культурные элементы как свидетельства контактов местного населения с северными кочевниками).

В настоящее время центрально-азиатская (или, точнее, саяно-алтайская) гипотеза происхождения скифского искусства завоевывает все больше сторонников³. Тагарцы — сибирские скифы — были известны древним китайцам под именем «динлинов». «Быстроногих» (букв. «конноногих») северных кочевников динлинов китайские хроники характеризуют как людей светловолосых и голубоглазых. Тагарцы, как и причерноморские скифы, действительно относятся к европеоидному антропологическому типу (А. Блок был неправ, когда писал о скифах «с раскосыми и жадными очами»).

К несчастью, большинство сибирских курганов скифского времени дошло до археологов уже в разграбленном состоянии. Это результат деятельности грабителей разного времени, но в основном XVII—XVIII вв., когда после освоения Сибири русскими поселенцами стали сколачиваться целые артели и грабителей древних могил — «бугровщиков». Из изъятых властями «богатых бугровых вещей» составила знаменитая Сибирская коллекция Петра I. Указ 1764 г., запретивший ограбление курганов («дабы никто под жестоким наказанием в степь для бугрования не ездил»), увя, запоздал. И не случайно один из видных советских исследователей Саяно-Алтая С. И. Руденко с грустью писал: «До сих пор в Сибири не было исследовано ни одного богатого кургана, который не был бы хищнически раскопан с целью добычи металлических изделий... Поэтому эти курганы дают общее представление только о типах орудий и о вооружении южносибирских племен, найденные же в них ювелирные серебряные и золотые вещи, ускользнувшие от внимания грабителей названных курганов, исчисляются единицами»⁴.

В 1954—1956 г. Хакасская археологическая экспедиция Института истории материальной культуры (теперь Институт археологии) АН СССР и Хакасского института языкознания, литературы и истории под руководством С. В. Киселева потратила

много труда, чтобы раскопать крупнейший царский курган тагарской культуры — Большой Салбык с насыпью высотой 12 м и камнями в ограде весом до 50 т. Погребальная камера кургана оказалась дочиста ограбленной. После того как трудоемкие трехлетние исследования не дали ожидаемого эффекта, у археологов проявился «салбыкский синдром» — боязнь раскопок больших сибирских курганов. Вместе с тем их изучение необходимо для понимания исторических процессов: только исследование курганов знати позволяет реконструировать структуру общества; только курганы знати аккумулируют наивысшие технологические и культурные достижения своего времени; наконец, межрегиональные культурные связи также осуществлялись на высших этапах власти.

В 80-е годы Средне-Енисейская экспедиция Ленинградского отделения Института археологии АН СССР (начальник экспедиции Д. Г. Савинов), ведущая спасательные археологические работы в зонах мелиорации и дорожного строительства Южной Сибири, одной из своих задач поставила изучение курганов с большими насыпями. Осенью 1984 г., когда уже ударили первые заморозки, рядом с отвалами от снесенной насыпи Большого Новоселовского кургана был поставлен утепленный экспедиционный вагончик с шутивым лозунгом «Даешь сибирского Тутанхамона!». Между поселками Новоселово и Толстый Мыс, на самом юге Красноярского края, завершились раскопки огромной земляной пирамиды, скрывавшей сложную из камня и похожую на небольшую крепость ограду размером 35×35 м. Находившаяся в центре ограды единственная могильная яма объемом 108 м³ оказалась ограбленной дважды, и все-таки по счастливому стечению обстоятельств под обрушившимся деревянным срубом уцелело более 200 вырезанных из золотого листа фигурных аппликаций, которые нашлись на матерю, драпировавшую стены погребальной камеры⁵. Комплекс находок относится к заключительному этапу тагарской культуры (IV—III вв. до н. э.).

Большой Новоселовский курган недолго оставался самым богатым из раскопанных курганов тагарской культуры. В 1988 г. тем же удачливым отрядом Средне-Енисейской экспедиции в Аскизском районе Хакасской АО был исследован Большой Полтаковский курган — первый богатый

³ Подробнее см.: Курочкин Г. Н. Ранние этапы формирования скифского искусства // Кочевники Евразийских степей и античный мир. Новочеркасск, 1989. С. 102—119.

⁴ Руденко С. И. Сибирская коллекция Петра I. (Свод археологических источников. Вып. Д 3—9). М., 1962. С. 38.

⁵ Курочкин Г. Н. Золотые изделия из Большого Новоселовского кургана // Краткие сообщения Института археологии АН СССР. 1989. Вып. 196. С. 66—72.

курган среднего этапа тагарской культуры (VI—V вв. до н. э.), содержащий непо потревоженные погребальные камеры. Сейчас заканчивается камеральная обработка находок и уже можно подвести предварительные итоги раскопок этого замечательного памятника.

Под трехметровой насыпью кургана нами обнаружены четыре могилы. Наиболее ранняя из них, содержавшая одиночное захоронение мужчины, почти полностью опустошена «бугровщиками», но грабители не обратили внимания на уникальную фигурку божка, изготовленную из конской фаланги. Этот идолчик имеет просверленные «глазницы», куда вставлены бусинки, имитирующие глазное яблоко со зрачком, и раскрашенные охрой щеки, рот и ноздри. Вокруг рта жировое пятно — следы символического ритуального кормления.

Позднее вокруг этой могилы родоначальника с трех сторон были сооружены подземные склепы. Лучшее всего сохранились западная и южная погребальные камеры. В западной стояли два квадратных в плане сруба. В северном срубе у западной стенки лежали скелеты двух мужчин 30—40 лет. У одного пояс был расшит золотыми пластинами с изображением головы хищной птицы, у другого — украшен золотыми фигурками барсов и тигра. Здесь же обнаружено парадное оружие: бронзовый чекан с острым бойком и фигурами козлов в геральдической позе — на обушке. У восточной стенки находилось скопление скелетов, лежавших друг на друге. В камере найдены золотые ножные браслеты, колье из золотых и стеклянных бус, золотая серьга с зернью. Стены этого сруба первоначально были обтянуты материей, обшитой золотыми накладками. В южном срубе найдены останки 12 мужчин, женщин и детей, погребенных не одновременно, а последовательно. В этом срубе материя, украшавшая стены, была расшита золотыми фигурками кошачьих и кабанов. В обоих срубах найдено множество других вещей, в частности обтянутые золотым листом бронзовые бляхи, изображающие «летающего» оленя с запрокинутыми на спину рогами и поджатыми ногами. После захоронений камера была подожена изнутри через вход, благодаря чему сохранились некоторые изделия из органических материалов (которые при обычных условиях истлевают бесследно), например большой (диаметром около 40 см) деревянный сосуд, украшенный по краю гловками коней. У пояса одного из мужчин в специальном чехольчике лежал набор палочек

(о скифских жрецах, гадающих на «прутьях», писал Геродот). У восточной стенки срубов были поставлены в ряд большие сосуды, в том числе глиняные имитации скифских бронзовых котлов в натуральную величину. Судя по наскальным изображениям, настоящие бронзовые котлы у тагарцев использовались для ритуальных трапез и хранились в общественных святилищах. Найденные впервые их точные керамические копии были помещены в могилу для обозначения социальной функции погребенных лиц, их принадлежности к жреческому сословию.

В южной погребальной камере на полу лежали в беспорядке кости примерно 20 человек разного пола и возраста. Первое впечатление: еще до археологов могилу посетили грабители. Однако прокатанный слой земли над могилой не был нарушен грабительскими ходами, и в камере нами найден такой же набор богатого погребального инвентаря, что и в западной могиле. Специального входа для последовательных захоронений в этой камере не было. Тщательное изучение позволило установить, что южная камера служила для перезахоронения останков ранее погребенных из западной камеры (на ее полу сохранились косточки от вынесенных из нее покойников). В обеих могилах найдены черепа и кости ног лошадей, крупного и мелкого рогатого скота — остатки заупокойной пищи, которой родственники снабжали умерших. Рядом с костяком ребенка расчищен набор подшлифованных с одной стороны характерных бараньих косточек, которые в народе называют альчиками (такими альчиками по сей день играют хакасские ребятишки).

После того как погребальные камеры перестали функционировать, площадь 26×26 м огородили большими камнями, а внутри этой каменной ограды заложили дерном на высоту около 4 м. За 2,5 тысячелетия сооружение «оплыло» и превратилось в холм с пологими склонами.

Раскопки Большого Полтаковского кургана дали немало пищи для размышлений. Оказалось, например, что тагарское общество развивалось по иным законам, чем общество европейских скифов. Причерноморские скифов отличала военизированная социальная структура: ими управляли военные вожди, имевшие профессиональные дружины. Чем богаче скифское погребение в Юго-Восточной Европе, тем больше в нем оружия. Общество сибирских скифов — до раскопок богатых курганов — многими специалистами рассматривалось как подобие евроскифского. В последних научных трудах можно встретить утверждение, что «вожде



Обтянутая золотым листом бронзовая бляха в форме «ляжущего» оленя.



Золотые пластины с изображением головы хищной птицы, которыми был расшит мужской пояс.

у тагарцев был прежде всего воинством⁶. Но в наиболее богатых и лучше сохранившихся курганах тагарской знати — Новоселовском и Полтаковском — боевого оружия не найдено, в них отсутствуют даже традиционные для всего скифского мира наконечники стрел! В то же время в обоих курганах много предметов религиозного назначения. Похоже, что сибирскими скифами управляло духовенство — жрецы и шаманы. Мировая история и сибирская этно-

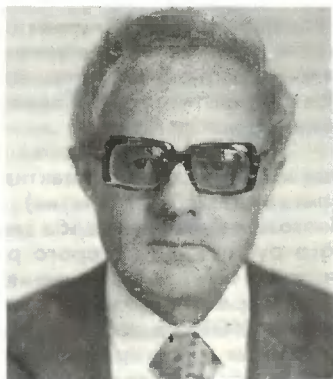
графия дают немало примеров такого рода теократических обществ. Этнограф Л. П. Потапов специально отметил в одной из своих работ: «Участие шаманов в управлении государством у кочевников Центральной Азии — не исторический эпизод, а скорее традиция»⁷. Таким образом, Большой Полтаковский курган, вероятно всего, был родовой усыпальницей верховных жрецов и членов их семей.

⁶ Вадецкая Э. Б. Археологические памятники в степях Среднего Енисея. Л., 1986. С. 95.

⁷ Потапов Л. П. К вопросу о древнетюркской основе и датировке алтайского шаманства // Этнография народов Алтая и Западной Сибири. Новосибирск, 1978. С. 115.

Ю. И. Корякин **СКОЛЬКО СТОИТ Чернобыль**

В связи с 4-й годовщиной аварии на Чернобыльской АЭС вновь обострилось общественное внимание к проблемам, порожденным этой катастрофой. В частности, в дискуссиях самого разного уровня, от Верховного Совета СССР до популярных радио- и телепередач, поднимался вопрос о нагрузке на экономику страны, обусловленной чернобыльской трагедией, и называлась сумма в сотни миллиардов рублей. Насколько достоверна такая оценка, как она была получена, какие эффекты при этом учитывались, а какими пренебрегали! Понять это позволяет подборка материалов, предлагаемая вниманию читателей.



Юрий Иванович Корякин, доктор экономических наук, начальник отдела Научно-исследовательского и конструкторского института энерготехники Минатомэнергопрома СССР. Область научных интересов — экономика и системные проблемы ядерной энергетики. После аварии на Чернобыльской АЭС опубликовал ряд работ по социальным проблемам ядерной энергетики. Автор монографии: Экономика ядерной энергетики. М., 1969.

АВАРИЯ на Чернобыльской АЭС, сопровождавшаяся глобальным выбросом радиоактивности, оказала отрицательное влияние на многие отрасли хозяйства страны. В истории человечества еще не было катастроф с последствиями столь большого масштаба, многообразия и длительности. Раны, нанесенные неядерными катастрофами, «затягиваются», «зарубцовываются» за время жизни примерно одного поколения. Чернобыльская катастрофа будет напоминать о себе в течение еще нескольких поколений. Причина — радиоактивное загрязнение значительных территорий Украины, Белоруссии, РСФСР.

Один аспект Чернобыльской катастрофы — экономический — до сих пор остается в стороне. Конечно, когда гибнут люди и возникает угроза здоровью будущих поколений, экономическая сторона любой катастрофы вначале отходит на второй план. Но сейчас, по прошествии четырех лет, понятен возрастающий интерес и к экономической стороне дела. Когда руководители республик или народные депутаты сообщают о необходимости все новых и новых миллиардных расходов, связанных с Чернобылем, уже никого не убеждает сообщенная в 1986 г. и недавно подтвержденная сумма затрат на ликвидацию последствий аварии — 8 591 млн руб¹. Эта сумма — только непосредственные расходы на работы в зоне аварии, т. е. на площадке АЭС и вокруг нее.

Несколько ранее сообщалось, что «если брать капитальные вложения, затраты и отселение жителей, выход из строя основ-

© Корякин Ю. И. Сколько стоит Чернобыль. Аргументы и факты. 1989. № 48.

ных фондов — потери уже составили свыше десяти миллиардов рублей»². Это тоже непосредственные расходы. Расшировка их отсутствует. Есть сильное сомнение в том, существует ли она в виде официального и, главное, общедоступного документа.

Было бы грубой ошибкой принимать за экономические потери только прямые расходы, связанные с работами на чернобыльской площадке и вокруг нее. Обязательно нужно учесть неизбежные сопряженные и косвенные (вторичные) потери. Например, исключение в результате радиоактивного заражения из оборота значительных земельных площадей, прекращение эксплуатации, строительства или отказ от планов сооружения атомных энергоблоков, убытки от прекращения поставки электроэнергии и т. д. Эти сопряженные и косвенные потери могут во много раз превышать прямые.

В зарубежных публикациях приводятся данные о масштабе прямых и косвенных потерь, связанных с аварией 28 мая 1979 г. на втором блоке АЭС «Три Майл Айленд» в Гаррисберге (США). Этот энергоблок имел почти такую же электрическую мощность, как чернобыльский — 960 МВт. На «Три Майл Айленде» не было взрыва активной зоны реактора — произошло только расплавление большей части его топлива; здание блока не было разрушено и, стало быть, не было выброса радиоактивности в окружающую среду. Тем не менее прямые и сопряженные потери в сумме составили около 130 млрд долл.³

Таким образом, опубликованные данные вызывают по меньшей мере недоумение. Ведь отсутствие истинных сведений о потерях, связанных не только с Чернобылем, но и с другими социально-экономическими потрясениями, произошедшими в стране за последнее время, создает в массовом сознании миф о неисчерпаемости народных ресурсов, способствуя безответственному поведению людей и провоцируя социальную напряженность, усиливает недоверие к руководству и в то же время подталкивает к снижению ответственности за принимаемые им решения.

Сама же ядерная энергетика, которая благодаря уникальности эколого-экономических характеристик, несмотря на Чернобыль, не имеет альтернативы, не может

развиваться на обмане людей, ради которых и существует.

Автор убежден в том, что государственными организациями не разработан документ по комплексному определению потерь, связанных с Чернобылем. Поэтому, когда летом 1989 г. Союз «Чернобыль» предложил ему провести такое частное аналитическое исследование, автор согласился, поставив перед собой задачу использовать только опубликованные сведения.

После выполнения работы, основной трудностью которой был сбор и анализ довольно многочисленных, но разрозненных данных, она рецензировалась и обсуждалась рядом специалистов. Среди прочих они сделали замечания, учет которых привел бы к увеличению ущерба или потребовал бы разработки непривычных и трудно принимаемых даже научной общественностью методик денежной оценки (например, стоимости всей или части жизни человека, общественного мнения или предубеждения)⁴. Поэтому от учета таких замечаний пришлось отказаться.

Важная особенность аварий, связанных с выбросом радиоактивности, — весьма длительное (десятилетия) последствие. Поэтому величина ущерба зависит от временного рубежа, до которого рассматриваются затраты на преодоление их последствий. В этой работе в качестве такого рубежа принят 2000 год, т. е. ущерб определяется за 15 лет. Этот срок является достаточно осязаемым для нынешнего поколения людей.

Преследовалась цель сделать работу максимально понятной. Например, был исключен методический прием дисконтирования: в рассматриваемом интервале времени (10 лет) дисконтирование может не применяться.

Учет ущерба, вызванного полным или частичным исключением из сельскохозяйственного оборота зараженных земель, производился по нормативной стоимости освоения новых земель взамен изымаемых для несельскохозяйственных нужд. Эта стоимость ближе к оптимальной оценке, чем любая иная⁵.

ПОТЕРИ В СВЯЗИ С ЗАРАЖЕНИЕМ ЗЕМЕЛЬ

В результате аварии из народнохозяйственного оборота оказались исключены

² Чернобыль — наша боль и забота. В Политбюро ЦК КПСС // Правда. 1989. 11 ноября.

³ См. в номере: Ф. Арруа-Монен. Во что обошлась авария на АЭС «Три Майл Айленд».

⁴ Райфа Х., Кини Р. Принятие решений при многих критериях: предпочтение и замещение. М., 1981; Кини Р. «Размещение энергетических объектов: выбор решений». М., 1983.

⁵ Гофман К., Федоренко Н. Экономическая защита природы // Коммунист. 1989. № 5.

зоны отселения людей и территории, которые невозможно использовать в сельском хозяйстве (пашни, сенокосы, луга) или в рекреационно-хозяйственных целях (сбор грибов, ягод, отдых, туризм, заготовка леса и т. д.).

По результатам исследований⁶ выделены две группы территорий: первая — с плотностью загрязнения радионуклидом ^{137}Cs 15 Ки/км² и выше, вторая — с плотностью загрязнения от 5 до 15 Ки/км².

К первой группе относится 30-километровая зона отселения вокруг Чернобыльской АЭС (2850 км²), а также «зоны жесткого контроля», т. е. территории, на которых для уменьшения внешней и внутренней дозы облучения населения до предела 35 бэр требуется длительное ведение работ по дезактивации местности и агрометеорологические мероприятия. Учитывая, что практика показала недостаточную эффективность этих работ, нерегулярность завоза в зону чистых продуктов и связанную с этим неоднократную необходимость дополнительного отселения населения, с «социально-консервативным» допущением можно принять, что общая площадь выводимых из оборота земель определяется плотностью загрязнения 15 Ки/км² и, следовательно, составляет 10,5 тыс. км².

Хотя в зонах отселения встречаются «пятна» с пониженной плотностью загрязнения, куда возможен возврат жителей при обеспечении их чистым питанием и дополнительной оплатой, эти территории по тем же социальным соображениям также рассматриваются как потерянные.

Сложнее дело обстоит с территориями второй группы. Общая их площадь составляет примерно 21 тыс. км².

Учитывая сложившуюся социально-психологическую обстановку, эти земли с достаточными основаниями также можно отнести к исключенным из сельскохозяйственного оборота, т. е. принять общую площадь потерянных земель равной 31,5 тыс. км² (максимальная оценка). Дополнительный аргумент в пользу такого решения — введение наряду с предельной нормой загрязнения ^{137}Cs (15 Ки/км²) предела загрязнения радионуклидом ^{90}Sr (3 Ки/км²). Отметим, что при радиационной аварии на Южном Урале⁷ проводилось отселение из зон даже с мень-

шей плотностью загрязнения ^{90}Sr — 2 Ки/км², и никаких объяснений этой разнице предельных уровней нет.

Однако примем во внимание и другую точку зрения. Считается, что при выполнении определенных условий земли этой группы могут быть возвращены в полное или по крайней мере ограниченное сельскохозяйственное использование. Для этого необходимо иметь своего рода «радиационный кадастр» зараженных земель, в котором они классифицировались бы по степени сельскохозяйственной пригодности и были бы введены нормы использования выращенной на этих землях продукции.

Существует ли такой кадастр или нет, неизвестно, хотя, вероятнее всего, нет. Но в любом случае можно считать, что земли второй группы полной ценности уже не имеют. Тогда задача сводится к определению доли, на которую снизилась ценность этих земель (такое допущение дает минимальную оценку потерь из-за заражения земель).

Обработка данных по радиоактивному заражению территорий Белоруссии, Украины и РСФСР с плотностью загрязнения от 5 до 15 Ки/км² показала, что диапазоны загрязнения от 5 до 10 Ки/км² и от 10 до 15 Ки/км² делят общую территорию земель этой группы в отношении 7:3. Предполагая линейный характер изменения ценности земли в пределах от 5 («чистые» земли) до 15 Ки/км² (исключенные из оборота земли), получим, что земли с плотностью загрязнения 5—10 Ки/км² площадью 14,5 тыс. км² потеряли свою ценность в среднем на 25%, а земли с загрязнением 10—15 Ки/км² площадью 6,5 тыс. км² — на 75%.

Для географического региона, в котором расположены эти земли, нормативная стоимость 1 га доходит до 100 тыс. руб.⁸ В загрязненных районах сельскохозяйственные земли занимают примерно половину общей территории, а пашни — около 70% сельскохозяйственных земель. Для надежности оценки в качестве средней примем стоимость 30 тыс. руб./га. В таком случае потери, связанные с загрязнением земель, составят: максимум — 94,5 млрд руб., минимум — 57,5 млрд руб.

Для проверки была сделана оценка площади и ценности полностью и частично потерянных земель на основе других опубликованных данных, в частности, сообщен-

⁶ Израэль Ю. Чернобыль: прошлое и прогноз на будущее. // Правда. 1989. 20 марта.

⁷ Никителов Б. В. и др. Радиационная авария на Южном Урале в 1957 г. // Атом. энергия. 1989. Вып. 2; Кыштымская авария крупным планом // Природа. 1990. № 5. С. 47—75.

⁸ О нормативной стоимости освоения новых земель взамен изымаемых для несельскохозяйственных нужд. Постановление СМ РСФСР № 427 от 10.11.87 г.

ных на II Съезде народных депутатов СССР в связи с обсуждением программ по ликвидации последствий аварии. Эта проверка показала, что верхняя оценка ущерба (94,5 млрд руб.) никак не может считаться завышенной.

На какой срок зараженные земли исключены из сельскохозяйственного использования? Это зависит от многих факторов: атмосферно-климатических воздействий, качества и интенсивности агромеритивных работ и т. д. В любом случае этот срок измеряется многими десятилетиями лет.

Имеются предложения со стороны специалистов-аграрников о ведении на зараженных землях мясного животноводства. Для этого нужно выращивать специальные мясные породы крупного рогатого скота, уход за которым на зараженных землях придется вести вахтовым методом. Перед забоем скот должен в течение 3—4 недель откармливаться только «чистым» кормом, молоко и кости скота использовать нельзя. Такое животноводство требует высокой технологической культуры в сельском хозяйстве. До 2000 г. освоить его нереально.

Кроме того, предлагают засадить зараженные земли лесом деловых пород. Экономический эффект от заготовки древесины может быть получен как минимум через 40—50 лет. Это также находится далеко за пределами расчетного срока, за который мы определяем ущерб.

Общественная психология, сложившаяся после аварии, характеризуется высокой степенью подозрительности, даже предубежденности к сельхозпродукции, полученной не только на землях с радиоактивным загрязнением, но и просто в регионе вокруг Чернобыля. Такая продукция очень часто отвергается, иногда даже безосновательно. Поэтому верхняя оценка потерь более вероятна, чем нижняя.

РАСХОДЫ НА ЛИКВИДАЦИЮ ПОСЛЕДСТВИЙ АВАРИИ

На ноябрь 1989 г. эти расходы оценивались примерно в 10 млрд руб. На специальной сессии Верховного Совета Белоруссии в октябре 1989 г. была принята программа ликвидации последствий аварии. Сумма затрат по республике определена в 17 млрд руб. На сессии Верховного Совета Украины в феврале 1990 г. на эти же мероприятия предусмотрены затраты в 15 млрд руб. С учетом загрязненности земель РСФСР подобные затраты в России можно оценить в 2—3 млрд руб. Итого

35 млрд руб. Это максимальная оценка.

Так как эти расходы в основном финансируются из союзного бюджета, необходимо учесть склонность республиканских органов завышать потребность в финансировании. Примем, что такое завышение составляет 40—50 %. Это даст минимальную оценку — 25 млрд руб. Вместе с уже произведенными затратами в 10 млрд руб. прямые расходы на ликвидацию последствий будут равны: максимум — 45 млрд руб., минимум — 35 млрд руб.

Эти цифры не отражают потерь, связанных с отвлечением от производительного труда сотен тысяч людей, оказавшихся в зонах радиоактивного заражения. Хотя это отвлечение временное, с ним во многих случаях связано изменение профессиональной занятости как переселяемых, так и остающихся. Неучет этих потерь делает более вероятной верхнюю оценку ущерба.

ПОТЕРИ КАПИТАЛОВЛОЖЕНИЙ

Суммарная мощность атомных энергоблоков, снятых с эксплуатации, не введенных в действие или исключенных из планов строительства вследствие повышения требований к безопасности и протестов общественности после чернобыльской катастрофы, составляет 31,4 млн кВт⁹. Однако для расчета ущерба примем во внимание только снятые с эксплуатации блоки Армянской АЭС, почти построенные или сооружавшиеся блоки Чернобыльской, Курской, Смоленской, Игналинской, Крымской, Балаковской и других АЭС и АТЭС. Всего таких энергоблоков 18.

Этот вид ущерба можно интерпретировать как безвозвратно потерянные капиталовложения или же капиталовложения, отдача от которых задерживается на неизвестное время. Стоимость строительства энергоблоков АЭС колеблется от 400 до 500 руб/кВт. Общая сумма этих капиталовложений (включая изготовленное, но не установленное оборудование) оценивается в 5 млрд руб.

ПОТЕРИ ИЗ-ЗА ПРЕКРАЩЕНИЯ ПОСТАВКИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

26—27 апреля 1986 г. были остановлены все четыре блока Чернобыльской АЭС. Три из них были вновь пущены в конце 1986 — начале 1987 г. Общая недопоставка электроэнергии этими блоками оценивается в 20 млрд кВт·ч. Прекратил существо-

⁹ Советская атомная энергетика на распутье, // Nucl. Week. 1989. № 11. P. 9—13. Vol. 30.

вание 4-й блок этой АЭС. Поскольку срок, в течение которого в плановом порядке может быть введена новая мощность, замещающая выбывшую, равен как минимум 6 годам, учитывать ущерб от недопоставки электроэнергии этим блоком нужно именно за такой срок, и она составит 42 млрд кВт·ч. Это заниженное значение, так как в нынешней обстановке нереально ввести заменяющую мощность за 6 лет.

Обостренная Чернобылем боязнь аварий на АЭС и протесты общественности, особенно усилившиеся после землетрясения в декабре 1988 г., привели к остановке Армянской АЭС с реакторами ВВЭР-440. Первый блок был остановлен в феврале, а второй в марте 1989 г. Общая недовыработка электроэнергии на АЭС за принятый срок составит примерно 40 млрд кВт·ч. Суммарная недопоставка энергии от Чернобыльской и Армянской АЭС достигает 100 млрд кВт·ч.

На один рубль отпущенной электроэнергии приходится прирост национального дохода примерно в 20 руб.¹⁰ Но это усред-

¹⁰ Стырикович М. А., Бесчинский А. А. Проблемы и направления перспективного развития электроэнергетики как части топливно-энергетического комплекса // Современные проблемы энергетики. М., 1984.

ТАБЛИЦА 1

Остановленные, законсервированные и исключенные из плана строительства атомные энергоблоки

Название	№ блока	Тип реактора	Состояние
Чернобыльская АЭС	4	РБМК-1000	Захоронен
	5, 6	»	Строительство прекращено
Курская АЭС	5	»	Финансирование строительства сокращено
	6	»	Финансирование строительства прекращено
Смоленская АЭС	4	»	Финансирование строительства заморожено
Игналинская АЭС	3	РБМК-1500	Строительство заморожено на стадии окончания
	1, 2	ВВЭР-440	Остановлен
Армянская АЭС	3, 4	ВВЭР-1000	Проект отклонен
	1	»	Строительство прекращено
Харьковская АЭС	2	»	Проект отклонен
АТЭЦ	1	»	Строительство прекращено
	2	»	Проект отклонен
Минская АТЭЦ	1	»	Строительство прекращено
	2	»	Проект отклонен
Крымская АЭС	1	ВВЭР-1000	Построен, пуск отменен
	2	»	Строительство прекращено
	3, 4	»	Проект отклонен
Одесская АТЭЦ	1, 2	ВВЭР-1000	Строительство прекращено
Краснодарская АЭС	1	»	»
	2, 3, 4	»	Проект отклонен
Волгоградская АЭС	1, 2	»	»
	5	»	Строительство заморожено на стадии окончания
Балаковская АЭС	6	»	Строительство заморожено
	1, 2	»	Проект отклонен

ненный показатель. Наибольший ущерб от недопоставки электроэнергии несут относительно малоэлектроемкие производства (машиностроение, легкая, пищевая и другие перерабатывающие отрасли). Электроэнергия от Чернобыльской и Армянской АЭС распределялась по экономическим зонам именно с такой структурой.

Итак, ущерб от недопоставки электроэнергии этими двумя АЭС с учетом усредненной стоимости ее передачи и распределения (1,5 коп./кВт·ч.) составляет 30 млрд руб. Принятое значение 1,5 коп./кВт·ч. занижено. Следовательно, оценка ущерба также занижена.

ПОТЕРИ ОТ НЕОСУЩЕСТВЛЕННОЙ ВЫРАБОТКИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Речь идет об электроэнергии, которая не получена от блоков, строительство которых было приостановлено, а также от блоков, значившихся в плане, но исключенных из него (табл. 1). Запоздание только на один год с вводом электрической мощности 1 млн кВт приводит к недополучению национального дохода в размере до 2 млрд руб.¹¹

¹¹ Там же.

Учетом только энергоблоки, строительство которых было прекращено. Первопричиной стала Чернобыльская катастрофа, приведшая к значительному ужесточению требований к безопасности АЭС, изменению допустимого расстояния от АЭС и АСТ до городов, протестам общественности. Примем с запасом, что два энергоблока АТЭЦ с реакторами ВВЭР-1000 имеют общую электрическую мощность 1 млн кВт. Не будем учитывать ядерные энергоблоки, находившиеся в начальной стадии строительства. Это также пойдет в запас расчета. В таком случае задержан ввод суммарной электрической мощности 12 млн кВт. Будем считать, что эта задержка продлится три года, предполагая, что за этот срок удастся либо получить согласие возражающих административных и общественных кругов, либо ввести взамен эквивалентную мощность. Наконец, примем размер потерь национального дохода вдвое меньше названного — 1 млрд руб. на каждую задержку на год 1 млн кВт электрической мощности.

Суммарный ущерб от задержек составит 36 млрд руб.

Может возникнуть возражение, что прекращение поставок электроэнергии компенсируется резервами энергосистемы, а неосуществленная ее выработка заменена быстрым вводом новых энерго мощностей.

Но вот мнение специалистов Единой энергосистемы СССР: «Положение с энерго снабжением Закавказья, Северного Кавказа, Украины, Молдавии хуже некуда. На Северном Кавказе за последние 10 лет не введено ни одной крупной энерго мощности при одновременном росте промышленного и сельскохозяйственного производства. А в связи с выводом из эксплуатации Армянской АЭС энергогенерация Закавказья уменьшилась на 15 %. Поэтому мы вынуждены вводить тут различные ограничения потребления. Сложной остается обстановка и на Украине: рост потребности в энергии здесь составляет 1—2 млн кВт в год»¹². Тяжелое положение сложилось в Грузии. Полностью остановлен Зестафонский завод ферросплавов, вдвое снижена поставка электроэнергии Кутаисскому автозаводу, производственным объединениям «Грузуголь», «Чиатурмарганец», «Химволокно», «Азот» и некоторым другим. Ограничена подача энергии более чем 500 предприятиям¹³. Таким образом, недостаток резервных мощностей в энергосистеме не

позволяет безболезненно заменить недостающую электроэнергию энергией от других источников.

УХУДШЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРОИЗВОДСТВА ЭНЕРГИИ

Это в основном касается АЭС с реакторами РБМК, безопасность которых приходится увеличивать, исключив условия для возникновения неконтролируемого разгона реактора. Для этого реакторы РБМК переводятся на топливо с повышенным обогащением урана. Если наряду с этим учесть дополнительные затраты, связанные с улучшением управления реактором, удорожание электроэнергии от АЭС с РБМК составит к 2000 г. 0,85 млрд руб.

ЗАТРАТЫ НА ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ АЭС

В эту статью входят возможные, а не неизбежные дополнительные расходы. Речь идет о желательности усиления зданий действующих энергоблоков с реакторами РБМК, а также (максимальная оценка) зданий тех блоков, которые, в принципе, могут быть достроены и пущены до 2000 г.: 5-го и 6-го на Чернобыльской, 5-го и 6-го на Курской, 4-го на Смоленской, 3-го на Игналинской АЭС. Всего таких энергоблоков 22.

Затраты на эти работы оцениваются в 200 млн руб. на энергоблок. Аналогичные работы по реконструкции 4 действующих энергоблоков с реакторами ВВЭР-440 (проект В-230) оцениваются в 0,7 млрд руб.

Таким образом, общие затраты по этой статье оцениваются минимум в 3,9 млрд руб., максимум в 5,1 млрд руб. Строго говоря, они не могут быть отнесены к экономическим потерям, ибо их целесообразность не вызывает сейчас сомнений. Но, с другой стороны, их следует приписать именно эффекту Чернобыля, так как в 1979—1980 гг. при оценке влияния на ядерную энергетику СССР аварии на АЭС «Три Майл Айленд» вопрос о проведении таких работ не возник.

ПРОЧИЕ ЗАТРАТЫ

Здесь входят расходы на исследования и конструкторские работы, связанные с ликвидацией последствий чернобыльской катастрофы, приобретение за рубежом новейшей вычислительной техники, создание дорогостоящей экспериментальной базы, сооружение тренажеров, различные мероприятия. Резко возросло число междуна-

¹² Без зарплаты и работы // Известия. 1989. 23 ноября.

¹³ Грузия: трудности с электроснабжением // Известия. 1990. 9 февраля.

родных мероприятий и поездок по вопросам безопасности АЭС, пришлось затратить средства на создание и функционирование общесоюзного и региональных центров общественной информации по пропаганде АЭС, на издательско-рекламную деятельность. Эти расходы до 2000 г. в сумме оцениваются в 600 млн руб.

Нельзя считать, что все включенные в эту статью затраты относятся к категории экономических потерь. Но можно утверждать, что импульс им был придан аварии на ЧАЭС. Другими словами, эта статья расходов также может быть приписана Чернобылю.

ЧЕРНОБЫЛЬ И «ТРИ МАЙЛ АЙЛЕНД»

Экономические оценки всех статей потерь и расходов суммированы в табл. 2.

Учитывая ряд преднамеренно сделанных при расчете допущений, занижающих размер ущерба примерно на 140 млрд руб., можно утверждать, что верхняя оценка ущерба (215 млрд руб.) соответствует истине с гораздо большей вероятностью, чем нижняя. По масштабу отрицательного воздейст-

вия на народное хозяйство авария на ЧАЭС неизмеримо серьезнее, чем забастовки шахтеров или события в Закавказье. Поэтому с достаточным основанием можно утверждать, что чернобыльская катастрофа — один из важнейших факторов ухудшения экономической ситуации в стране. Значение этого крупнейшего в истории социально-экономического катаклизма до сих пор не осознано в полной мере. Это становится особенно ясно при сравнении Чернобыля с аварией на АЭС «Три Майл Айленд», которую за рубежом считают одним из поворотных пунктов в развитии атомной энергетики.

Эти две аварии по своим последствиям очень сильно различаются. Если главная тяжесть чернобыльской катастрофы обусловлена фактически понесенным ущербом, то потери от аварии на «Три Майл Айленд» — это в основном убытки, связанные с ней лишь косвенно и приписанные ее эффекту как бы от перестраховки. В отличие от Чернобыля авария на «Три Майл Айленде» не повлекла снятия с эксплуатации или прекращения строительства ни одного блока (кроме аварийного).

В расчетах американских специалистов

Во что обошлась авария на АЭС «Три Майл Айленд»

НЕДАВНО группа американских специалистов подсчитала стоимость аварии на АЭС «Три Майл Айленд», которая произошла 28 мая 1979 г. в Гаррисберге (штат Пенсильвания). Катастрофа была необычайно близка. В результате серии технических неисправностей и человеческих ошибок частично расплавилась активная зона второго реактора. В здании реактора вытекло некоторое количество сильно радиоактивной воды. По счастью, защитный корпус, окружавший активную зону реактора, не допустил выхода наружу большого количества радиоактивных веществ. Жертв не было. Население и сельскохозяйственные продукты не были заражены.

Однако эта авария очень дорого обошлась американской атомной промышленности, а также потребителям электроэнергии, как о том свидетельствуют результаты работ специализированной компании «Команофф энержи ассошиэйтс». За 13 лет США потеряют 130 млрд долл. — примерно в пять раз больше стоимости программы космического челночного корабля. Это 3 % ВВП США в 1984 г., или стоимость строительства примерно 100 АЭС, или 80 % годового бюджета Франции.

Как американские специалисты пришли к этой оценке? Сравним эволюцию различных элементов, образовавших стоимость производства электроэнергии на атомных станциях до и после аварии на «Три Майл Айленде». Эти элементы разделяются на четыре крупные категории: стоимость строительства электростанций и его финансирования; стоимость функционирования и обслуживания; стоимость горючего и стоимость списания оборудования электростанций. Впрочем, последний пункт не учитывался, потому что авария на «Три Майл Айленде» не повлекла за собой преждевременной «отставки» ни одного реактора.

В момент катастрофы на «Три Майл Айленде» в США насчитывалось 69 действующих реакторов и 57 строящихся, которые были распределены между 37 АЭС. Общая стоимость близких к завершению электростанций должна была составить 66 млрд долл. (все подсчеты в дол-

Таблица 2

Ущерб, причиненный чернобыльской катастрофой (за период с 1986 по 2000 г.)

Статья потерь или расходов	Оценка, млрд руб.		Примечание
	минимальная	максимальная	
Потери земель	57,5	94,5	Без учета возможных потерь водных ресурсов, а также прекращения или изменения режима работы предприятий в зонах отселения Без учета отвлечения от производительного труда переселяемых или отрываемых от профессиональной работы людей Включая изготовленное и неустановленное оборудование
Ликвидация последствий аварии	35	45	
Потери капиталовложений из-за снятия с эксплуатации или прекращения строительства энергоблоков	5	5	
Потери из-за нарушений или изменений режима производства электроэнергии	66,8	66,8	
В том числе			
прекращение поставки электроэнергии	30	30	
неосуществленная выработка электроэнергии	36	36	
изменение экономических показателей производства электроэнергии	0,8	0,8	
Затраты на повышение безопасности действующих АЭС	3,9	5,1	
Прочие расходы	0,6	0,6	
Всего	170	215	Без учета потерь из-за остановок на реконструкцию

лерах 1984 г.). В действительности же эти АЭС обошлись в 121 млрд. Разница была приписана эффекту «Три Майл Айленда»: авария вызвала такую панику среди руководителей ядерной энергетики США, что были пересмотрены все нормы безопасности, реакторы подверглись модификациям и увеличились сроки проверки и получения различных административных разрешений. До «Три Майл Айленда» для того, чтобы реактор из проектной стадии перешел в стадию действующей АЭС, в среднем требовалось 7,25 года. После «Три Майл Айленда» этот средний срок увеличился до 11 лет. Таким образом, изменения в строящихся АЭС, увеличение сроков строительства и финансовых затрат обошлись электрическим компаниям в 55 млрд долл. В то же время вложенный капитал начал приносить доход на 3,75 года позже. По оценкам, общая стоимость каждого реактора в результате увеличилась на 200 млн долл., т. е. всего строящегося парка — на 11 млрд. «Производство американского ядерного киловатта стоит сейчас в шесть раз дороже, чем в 1970 г., — говорит один из авторов этого исследования. — Не будь «Три Майл Айленда», стоимость выросла бы только в три раза».

Поскольку сроки строительства увеличились, потребовалось использовать на полную мощность традиционные электростанции, работающие на мазуте, и продолжать использование этого горючего там, где его могла бы заменить атомная электроэнергия. В результате выросли расходы США на импорт нефти, а мазут (относительно дорогое топливо по сравнению с обогащенным ураном) вошел в число тех продуктов, стоимость которых выросла из-за аварии на «Три Майл Айленде». Дополнительные затраты, вызванные его использованием, достигли 4 млрд долл. Экстраполируя этот показатель на 13 лет, охваченных исследованием, мы приходим к величине 17 млрд долл.

Одни реакторы не были готовы к сроку, другие остановлены на более длительное время, чем планировалось, чтобы пройти проверки и подвергнуться модификациям. Так, за период с 1979 по 1985 г. коэффициент нагрузки снизился на 3,7 %. (Реактор рассчитывается на работу с определенной теоретической максимальной мощностью в течение года. Но из-за остановок для ремонта и обслуживания режима работы по причине сокращения спроса реакторы никогда не развивают этой теоретической мощности — они дают определенное количество киловатт, кото-

фактически учитывались только дополнительные расходы, связанные с ростом стоимости строительства и финансирования АЭС, их эксплуатации и обслуживания, а также цены ядерного топлива. Повышение стоимости строительства АЭС во многом объясняется особенностями его финансирования в США — значительным ростом процента на капитал при увеличении сроков строительства и усложнения процедуры прохождения документации после аварии на «Три Майл Айленде». Сказались и задержки поставок электроэнергии от АЭС. Все эти организационные и эксплуатационные неувязки при строгом учете интересов каждого партнера автоматически приводят к денежным начетам на конечную продукцию. В сумме они и составили 130 млрд долл.

Конечно, подобные зависимости существуют и в народном хозяйстве СССР. Однако при свойственной нашей командно-административной системе всеобщей безответственности, порожденной отсутствием экономического интереса и истинных хозяев, все эти причины как бы растворяются во времени и пространстве.

Только при поставленной с ног на голову экономике может сохраняться положение, при котором во всей стране нет ни одного конкретного ответственного должностного лица или организации, которым были бы

в убыток потеря на десятилетия 31 тыс. км² земель или изъятие из топливно-энергетического баланса 31 млн кВт электрической мощности; положение сотен тысяч людей, находящихся в зараженных районах, зависело бы от их активности в написании жалоб в центральные органы, а уважение к представителям местных властей — от их умения «выбивать» из Центра бюджетные ассигнования на борьбу с последствиями аварии. Причина этого застарелая и очевидная — отсутствие должных отношений собственности в стране. Поэтому ряд важных статей ущерба от аварии на АЭС «Три Майл Айленд» для нас носит не более чем умозрительный характер.

БУДУЩЕЕ ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Потери, связанные с чернобыльской катастрофой (примерно 1000 руб. на каждого взрослого жителя СССР), естественно, хочется сопоставить с выгодами, получаемыми от АЭС, — особенно, когда мы говорим об их будущем.

Выгоды от АЭС выражаются экономическим эффектом — разницей между замыкающими (максимальными, но еще необходимыми) затратами на производство электроэнергии в районе размещения АЭС и расчетными затратами на ее производство дан-

ное составляет их реальную мощность. Коэффициент нагрузки — это отношение такой реальной мощности к теоретической мощности.) Между 1979 и 1985 гг. мощность производства электроэнергии на действующих АЭС в США сократилась на 4 тыс. МВт — это соответствует убыткам в 0,5 млрд долл. в год в течение 7 лет. Экстраполировав этот показатель на период с 1986 по 1992 г., американские специалисты подсчитали, что за 13 лет, охваченных исследованием, увеличение сроков остановки всех реакторов обойдется производителям электроэнергии в 5,5 млрд долл.

После аварии были также введены новые меры безопасности, пересмотрены все процедуры функционирования реакторов, у некоторых вахт АЭС появились дублеры, вложены деньги на модификацию реакторов, установлены новые системы контроля и т. д. Группа американских специалистов подсчитала, что эти дополнительные расходы составили 38 млрд долл.

А после сложения всех дополнительных расходов на строительство, топливо и эксплуатацию получилась крупная сумма в 126,5 млрд долл. (55 млрд+11 млрд+17 млрд+5,5 млрд+38 млрд), к которой следует добавить стоимость вынужденного простоя в течение 6 лет реактора № 1 АЭС в Гаррисберге и стоимость очистки и списания реактора № 2. Таким образом, мы приходим к обременительному счету в 130 млрд долл. (500 долл. на каждого американца). Этого достаточно, чтобы отпугнуть любую компанию, имевшую намерение начать производство электроэнергии на АЭС. И в самом деле, после «Три Майл Айленда» в США не подано ни одной заявки на строительство атомного реактора.

Причины аварии на АЭС в Гаррисберге были изучены всеми странами, имеющими атомные реакторы; каждая из них извлекла уроки, а некоторые реорганизовали свой парк реакторов и изменили методы их эксплуатации. Однако за всякое изменение приходится платить. «Во Франци», — говорит заместитель директора по оборудованию компании «Электрисите де Франс» Пьер Баше, — стоимость изменений, которые мы внесли в эксплуатацию наших АЭС в результате аварии на «Три Майл Айленде», составляет 1 млрд франков за 8 лет». В эту сумму входит стоимость исследований (около 100 млн франков) и изменений в оборудовании и процедурах. Так, на

ной АЭС. При существующих ныне очень условных методических предпосылках этот эффект оценивается в 7—10 млн руб. в год на каждый атомный энергоблок мощностью в 1 млн кВт. При ожидаемой к 2000 г. суммарной мощности АЭС в СССР 50 млн кВт интегральный экономический эффект за все годы их работы оценивается не более чем в 10 млрд руб. Эта выгода несопоставима с затратами, которые могут быть приписаны чернобыльской катастрофе. Но если осуществить давно назревшее мероприятие — привести цены на органическое топливо в соответствие с тем ущербом, который наносится окружающей среде отходами и выбросами «огневой» энергетики, экономический эффект АЭС возрастет в несколько раз.

Однако дело даже не в сегодняшних экономических показателях ядерной энерге-

тики, а в ее стратегическом предназначении на будущее — без нее, как мощного фактора оздоровления экологической обстановки в стране, обойтись невозможно.

Альтернативы ядерной энергетике нет — разумеется, при условии нормальной работы АЭС и ответственном управлении ее дальнейшим развитием. Безнадёжно устаревшая система организации атомного хозяйства страны никак не способствует техническому, экономическому и социальному прогрессу в этой важной отрасли. Без кардинальной ее перестройки, основанной на изменении отношений собственности в отрасли и ликвидации причин, приводящих к социальной напряженности вокруг ядерной энергетике, она не сможет выполнять те важные задачи, которые предназначены ей в будущем.

АЭС «Три Майл Айленд» заклинило один из клапанов компенсатора объема котла; клапан должен был выпускать пар в случае повышения давления и закрываться сразу же после этого. В результате выхода из строя этой детали во все здание реактора проникли радиоактивные вещества. Поэтому «Электрисите де Франс» решила совершенно по-новому разработать этот агрегат. Новые клапаны созданы компанией СЕБИМ. И в принципе все водяные реакторы высокого давления должны быть оборудованы ими к концу 1986 г. Стоимость операции — 500 млн франков. Кроме того, на каждой АЭС были установлены электрогенераторы, которые приводят в движение паром котла и позволяют осуществлять контроль установки при полном отключении электроснабжения. Стоимость этих работ — 30 млн франков. Одновременно группы специалистов «Электрисите де Франс» переоборудовали диспетчерские залы. Если раньше, когда происходила серьезная авария, начинали мигать сотни сигнальных лампочек и стрекотали многочисленные печатающие устройства, так что скоро операторы уже не знали, за что хвататься, то теперь все данные для наблюдения за кризисом сводятся на единое «табло безопасности». Кроме того, выяснилось, что табло управления были неудобочитаемыми, поэтому их переделали. Эти изменения на всем парке реакторов обошлись в 140 млн франков. Кроме того, после аварии на «Три Майл Айленде» было отмечено, что учебники, рассказывающие, как управлять АЭС в кризисной ситуации, практически непонятны техникам. Все учебники были переписаны, все работники АЭС направлены на переподготовку. Стоимость этих мер — 150 млн франков. К этому следует добавить целый ряд небольших изменений, которые доводят общую стоимость мер, принятых во Франции после «Три Майл Айленда», до 1 млрд франков. Наконец, после этой аварии «Электрисите де Франс» создала на каждой АЭС должность инженера по безопасности и радиозащите, который будет контролировать действия на АЭС в кризисной ситуации. Сейчас насчитывается 130 таких инженеров (затраты — 70 млн. в год).

Авария на «Три Майл Айленде» очень дорого обошлась всей атомной промышленности планеты. Но если безопасность реакторов была значительно повышена, то это к лучшему. Из аварии в Чернобыле работники атомных электростанций также извлекут уроки. Сколько же еще нужно событий такого масштаба, чтобы руководители атомной энергетики признали наконец, что катастрофа с трудно предсказуемыми последствиями по-прежнему возможна, что она может стать следствием вереницы непредсказуемых событий и принять неожиданные масштабы? Едва ли надо ждать новых аварий, чтобы заметить существование слабых мест на атомных электростанциях,

Комментарий

ПОПЫТКА оценить экономические потери от чернойбыльской катастрофы, предпринятая Ю. И. Корякиным, весьма важна и своевременна. Он отмечает, что в истории человечества не было более тяжелых катастроф, и, подчеркивая длительность и разнообразие последствий аварии, справедливо настаивает на учете не только прямых расходов по устранению ее последствий, но и косвенных потерь. Однако острота и болезненность темы заставляют быть предельно корректными в суждениях и оценках, поэтому хотелось бы уточнить и сами величины, и, что даже более важно, их смысл и значение.

Термин «экономический ущерб», который неспециалисту кажется интуитивно ясным, строго определить довольно трудно. Чаще всего этот ущерб складывается из двух составляющих: прямых затрат и упущенной выгоды. Если величину прямых затрат в принципе можно рассчитать с точностью до рубля (они уже сделаны или наверняка будут сделаны), то упущенную выгоду — лишь предположительно. Ведь речь идет о тех доходах, которых мы лишились или лишимся в будущем из-за события, ущерб от которого определяем, а их получение могли помешать другие причины, и даже если бы рассматриваемого события не произошло, нельзя дать гарантию, что ожидаемая выгода была бы получена.

Чем сложнее ситуация, тем разнообразнее виды косвенных убытков по величине и достоверности и тем труднее их сравнивать не только с прямыми затратами, но и между собой. Сводить их все к одному числу, суммируя «в столбик», абсолютно неправомочно — они имеют разную экономическую природу, и вероятность их реализации различна. По существу, можно суммировать лишь математические ожидания прямых и косвенных видов ущерба, т. е. произведения величин ущерба на его вероятность. Однако, поскольку назвать точную вероятность реализации того или иного

сценария экономического развития невозможно, подобный расчет выглядит не слишком убедительно. Проще и разумнее сгруппировать примерно равновероятные виды ущерба в несколько типов и суммировать их по типам, получив в результате не одно число, а несколько. А в дальнейшем, говоря об экономическом ущербе от данного события, придется вести не одно, а многопараметрический анализ. И тогда будет ясно, что в ответ на вопрос: «Сколько стоит Чернобыль?» — нельзя назвать какое-то одно число.

При обсуждении последствий чернобыльской катастрофы нужно различать по меньшей мере три вида потерь: прямые убытки от аварии, связанный с ней косвенный ущерб и предполагаемый косвенный ущерб. Прямые убытки — это не только затраты на работы в зоне ЧАЭС или переселение жителей, но и потери из-за прекращения производства электроэнергии 4-м блоком и временной остановки остальных блоков ЧАЭС. Косвенный ущерб связан с капиталовложениями в другие атомные блоки, строительство которых (уже начавшееся) было заморожено. Эти затраты либо принесут отдачу позже, чем ожидалось (если блоки когда-нибудь удастся достроить), либо будут потеряны безвозвратно. Вероятность реализации такого ущерба хотя и строго не равна единице, но довольно близка к ней. Наконец, предполагаемый косвенный ущерб — это потери от неосуществленной выработки электроэнергии на таких блоках, причем если для уже строящихся блоков вероятность таких убытков, по-видимому, больше 0,5, то для блоков, значившихся в плане, она гораздо меньше 0,5. Дело в том, что начавшиеся в последнее время структурные изменения в экономике страны привели к снижению темпов роста энергопотребления в промышленности (подобные процессы идут во всех странах, и они не связаны с чернобыльской катастрофой)¹. Поэтому нельзя

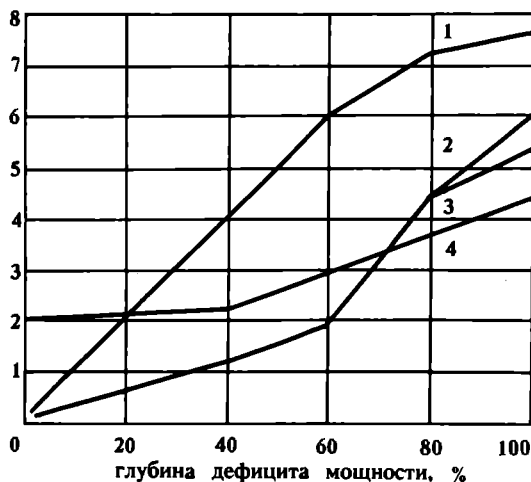
утверждать наверняка, что потребность в этой электроэнергии возникла бы и, не случись аварии, все блоки были бы построены и пущены в срок.

Теперь от общих замечаний перейдем к конкретным уточнениям. Детальное обсуждение требует показатель ущерба от недоотпуска электроэнергии потребителям. В статье используется один показатель для прямого и косвенного ущерба у потребителей, не учитывается глубина дефицита мощности, т. е. относительная недопоставка электроэнергии. Это, по нашему мнению, неправильно. Необходимо различать случайные и запланированные отключения — ущерб от первых значительно больше, чем от вторых. При случайном отключении ущерб возникает из-за нарушения нормальной производственной деятельности, тогда как при запланированном — за счет того, что потребители вынуждены идти на увеличение издержек и снижение эффективности производственных процессов, чтобы уменьшить влияние на них будущих отключений. В длительной перспективе потребители могут менять спрос на энергию и характер потребления. Чернобыльская катастрофа привела к падению надежности электроснабжения, резкому сокращению ввода мощностей на АЭС и дополнительному снижению темпов развития электроэнергетики страны, уже начавшемуся из-за структурных изменений в экономике, снижению ее энергоемкости.

Перед народным хозяйством встала проблема энергосбережения. Сравнивая энергоемкость народного хозяйства СССР и промышленно развитых стран, резервы энергосбережения, при котором экономия 1 кВт·ч обходится дешевле, чем его дополнительное производство, можно оценить не менее чем в 30 % от нынешнего уровня энергопотребления. Поэтому необходимы структурные сдвиги в экономике на базе ры-

В СССР среднегодовые темпы роста электроэнергетики еще до чернобыльской аварии упали с 4,5 % в 1976—1980 гг. (Энергетика СССР в 1981—1985 гг. М., 1981. С. 9) до 3,9 % в 1981—1985 гг. (Энергетика СССР в 1986—1990 гг. М., 1987. С. 8).

¹ «В США ядерный коллапс начался под действием экономических сил, связанных с тем, что рост потребления электроэнергии замедлился после 1980 года до 1,8 % в год» (Энергия. 1988. № 8. С. 17).

удельный ущерб, 10³ руб./кВт

Структура электропотребления, %

Кривая	Промыш-ть	Сельск. хоз-во	Трансп. и стр-во	Сфера обслужи-вания и коммунал.-быт. хоз-во
1	15	15	20	50
2	70	0	5	25
3	35	30	10	25
4	10	55	10	25

Зависимость удельного ущерба из-за плановых отключений электроэнергии от глубины дефицита мощности для регионов с разной структурой электропотребления. (По: Справочник по проектированию электроэнергетических систем. М., 1985. С. 322). Ущерб максимален в регионах с развитой сферой обслуживания и транспортной сетью, если в промышленности и сельском хозяйстве энергия используется эффективно и экономно (кривая 1), а минимален в регионах, где слишком велико (в значит, неэффективно) использование электроэнергии в промышленности и сельском хозяйстве. Структуре электропотребления в СССР больше соответствует кривая 2, так что при малой глубине дефицита мощности ущерб должен быть не слишком высок.

ночных отношений. Наша затратная экономика двигалась только по экстенсивному пути, пожирая в возрастающих масштабах топливно-энергетические ресурсы страны. На наш взгляд, даже если бы не было черновильской катастрофы, темпы развития энергетики, предусмотренные Энергетической программой 1984 г., не были бы реализованы из-за ограничений, связанных с охраной окружающей среды и социальными требованиями населения. Быстрое развитие АЭС было начелено на гиперпропорциональное расширение производства как такового, а не на рост конечного продукта или совершенствование социальной сферы. Чернобыль ускорил процесс перестройки энергетики и экономики.

В 1989 г. впервые допущен спад общественного производства. Переход к регулируемому рынку в ближайшее время может привести к снижению производства промышленной продукции на 25—30 %. Продолжается структурная перестройка в промышленности. В I квартале 1990 г. производство предметов потребления (группа Б) увеличилось по сравнению с I кварталом 1989 г. на 4,7 %, тогда как производство средств производства (группа А) за тот же период уменьшилось на 3,2 %. А это приводит к снижению потребности в энергии отраслей группы А — наиболее электроёмких в народном хозяйстве. Соответ-

ственно, общее электропотребление в стране по сравнению с I кварталом 1989 г. возросло лишь на 1 %, и можно надеяться, что начался процесс снижения энергоёмкости ВВП. Промышленность СССР потребляет около 70 % производимой электроэнергии, в других развитых странах эта доля значительно ниже. Электроёмкость нашей промышленности примерно в 2 раза выше, чем в США и западноевропейских странах. Следовательно, в долгосрочной перспективе мы имеем огромные резервы для снижения энергоёмкости промышленности.

Если же говорить о краткосрочной перспективе, то резерв электрической мощности в СССР невелик (около 6 % при нормативе 15 %). Однако недостаток резерва в нашей стране компенсируется возможностью автоматизированного управления Единой электроэнергетической системой СССР, включая плановое отключение по заранее утвержденному графику замыкающих потребителей (вспомогательных цехов, потребителей-регуляторов и т. д.), что дает наименьший ущерб благодаря большому резерву на таких предприятиях и отсутствию на них жесткой зависимости между потреблением электроэнергии и выпуском продукции. Это справедливо при небольшом (5—10 %) дефиците мощности, когда удельный ущерб меняется от 2 коп./кВт·ч до 5—6

коп./кВт·ч. Потери мощности в результате черновильской катастрофы составляют 4 млн кВт (на ЧАЭС), что не превышает 2 % от потенциала ЕЭС Европейской части страны.

Даже если считать, что дефицит мощности из-за Чернобыля в некоторых районах гораздо глубже, для расчета нельзя пользоваться значением 30 коп./кВт·ч — это средняя величина по всему народному хозяйству. Для промышленности средняя величина ущерба, по нашим оценкам², составляет примерно 15 коп./кВт·ч. Таким образом, потери национального дохода от недоотпуска электроэнергии завышены как минимум в 2 раза. Примерно в такой же степени завышены и потери от запаздывания ввода мощностей. Необходимо учитывать выгоду от замещения АЭС тепловыми электростанциями на газе: удельные капиталовложения на ввод ТЭС на газе, включая его добычу и транспортировку, составляют 230—250 руб./т у. т. (вместо 360—380 руб./т у. т. на АЭС).

Когда ущерб от черновильской катастрофы сравнивают с ущербом от аварии на АЭС «Три Майл Айленд» и говорят о явном преуменьшении

² Волконский В. А., Кузовкин А. И., Поманский А. И. // Экономика и математические методы. 1986. Т. 22. Вып. 1. С. 80—92.

первого, нужно помнить, что 8,5 млрд руб.— это прямой ущерб, а 130 млрд долл.— главным образом, косвенный. Прямой ущерб от аварии в Гаррисберге составляет лишь 3,5 млрд долл.— стоимость проста, а также очистки и списания блока № 2 (по докладу Президентской Комиссии по аварии на АЭС «Три Майл Айленд» эта величина еще меньше — 2 млрд долл.³).

При расчете ущерба от радиоактивного заражения земель автор опирается на норматив 30 тыс. руб./га. Однако такая оценка земли предполагает ее полное и практически вечное отчуждение. В то же время Ю. И. Корякин рассматривает все статьи убытков на период с 1986 по 2000 г. Убытки от отчуждения земель за 15 лет равняются сумме ежегодных платежей, рассчитываемых, исходя из норматива платы за производственные фонды — 3 % от оценки земли. За 15 лет это составляет 45 %, т. е. 27 млрд руб. по минимальной оценке (вместо 57,5 млрд руб.) и 44 млрд руб. — по максимальной (вместо 94,5 млрд руб.). В то же время многие экономисты считают, что эффективность сельского хозяйства только увеличилась бы, если бы площадь пахотных земель и поголовье скота были сокращены в 2 раза, а выпуск сельскохозяйственной продукции при этом даже вырос бы. Можно надеяться, что за 15 лет этот эффект в той или иной мере проявится.

Можно было бы назвать и некоторые другие неточности. Скажем, потери из-за прекращения поставки электроэнергии рассчитываются автором по другой логике, нежели потери, обусловленные отказом от строительства АЭС. Если последние определяются по стоимости восстановления потерянного энергетического потенциала, то первые — по стоимости продукции, которая могла быть получена с помощью произведенной энергии, а эта стоимость в 20 раз выше, чем стоимость самой энергии. На наш взгляд, суммировать такие разнородные величины некорректно.

Определенные Ю. И. Корякиным убытки в сумме дают огромную величину — от 170 до 215 млрд руб. Однако при более строгом подходе к методологии и схеме расчетов потери должны быть ниже в 2—3 раза.

Однако дело даже не в величине ущерба, а в его трактовке. По расчетам автора, до 2000 г. возможный прирост энергетических мощностей уменьшился на 31 млн кВт. Но в данном случае Чернобыль — не причина, а сигнал об опасности, возникшей не из-за аварии, а из-за незнания серьезности проблемы или пренебрежения ею. Потеря 5 млрд руб. капиталовложений — тоже плата не за аварию, а скорее за невежество. Следует отметить, что, согласно логике автора, отказ от строительства АЭС в других странах — тоже потери, связанные с Чернобылем. Ошибочно, видимо, и утверждение, что все потери из-за остановки Армянской АЭС нужно отнести за счет чернобыльской аварии. Армянская АЭС была остановлена из-за землетрясения 1988 г., заставившего осознать ненадежность работы АЭС в сейсмоопасной зоне.

Авария на 4-м блоке ЧАЭС послужила лишь грозным предупреждением о том, что экономить на безопасности и надежности АЭС нельзя. Дополнительные затраты по повышению безопасности — не потери от Чернобыля, а наши долги атомной энергетике, возврат которых по недомыслию задержался. Повышение безопасности и снижение вероятности катастроф в атомной энергетике надо рассматривать как положительный эффект.

В заключение Ю. И. Корякин ставит вопрос об альтернативе ядерной энергетике и отвечает, что при нормальной работе АЭС и ответственном управлении ее развитием альтернативы ей нет, и потому необходимы коренные изменения отношений собственности в отрасли и ликвидация причин социальной напряженности вокруг ядерной энергетики. Можно только согласиться с такими выводами. Но возникает вопрос, реально ли в считанные годы (дабы избежать следующей ядерной катастрофы) перевер-

нуть поставленную с ног на голову экономику отрасли? Некоторые ученые считают, что переход от эры коллективной безответственности и «ничейной собственности» в нашей стране к нормальной рыночной экономике с оптимальным государственным регулированием может занять 10 лет и более. Конечно, такое мнение требует серьезного научного обоснования, однако нам кажется, что 5 лет перестройки подтверждают его правдоподобность. Мы знаем, что причиной аварии в Чернобыле стала система коллективной безответственности, сложившаяся в нашем обществе и трагично проявившаяся на таком сложном объекте, как АЭС. Но необходимо учитывать, что человек по самой своей природе (вне зависимости от конкретных социально-экономических условий) способен совершать ошибки при эксплуатации сложных объектов. Поэтому невозможность таких аварий, как расплавление активной зоны реактора и тем более его самопроизвольный разгон, необходимо заложить в его физические и конструктивные характеристики — только тогда удастся избежать новых трагедий. Пока реакторов с внутренне присущей безопасностью нет, наилучшей стратегией является приостановка развития ядерной энергетики — «ядерная пауза». В этот период должна быть повышена безопасность действующих и уже строящихся АЭС, а весь научный потенциал отрасли направлен на создание достаточно безопасных реакторов, решение проблем захоронения радиоактивных отходов и вывода из эксплуатации отслуживших ядерных блоков. Свертывание атомной программы после Чернобыля как раз подтверждает этот вывод и является, по нашему мнению, не отрицательным последствием чернобыльской аварии, а правильной мерой на пути минимизации риска следующей ядерной катастрофы.

© А. И. Кузовкин,
доктор экономических наук,

© М. Х. Газеев,
кандидат экономических наук
Всесоюзный научно-исследовательский институт топливно-энергетических проблем

Москва

³ Муздыбаев К. Риск ядерной энергетике. Л., 1988. С. 6—7.

ПОДНЯТЬ УРОВЕНЬ СОВЕТСКОЙ АСТРОНОМИИ

В начале апреля прошел Учредительный съезд Астрономического общества СССР. Более 270 делегатов от 80 научных учреждений и учебных заведений приняли решение о создании АО, утвердили его устав. На съезде образовано 10 рабочих комиссий, избрано правление и три сопредседателя: Н. Г. Бочкарев (Государственный астрономический институт им. П. К. Штернберга), В. Г. Горбачий (Ленинградский государственный университет) и А. А. Сапар (Институт астрофизики и физики атмосферы АН ЭССР).

О проблемах, стоящих перед Обществом, о ситуации в отечественной астрономии корреспонденту Н. Д. Морозовой рассказывают Н. Г. Бочкарев и член правления Ю. Н. Ефремов.

— В последнее время возникло множество различных обществ, ассоциаций и клубов: образовано Ядерное общество СССР, Московский энергетический клуб; не так давно «Природа» сообщала о создании, вернее, возобновлении Физического общества СССР¹; удалось, наконец, сформировать Союз ученых СССР. И вот сейчас создано ваше общество. Не является ли это просто данью моде!

Н. Г. Бочкарев. Изменяющаяся ситуация в стране, процессы демократизации, идущие в ней, безусловно, стимулировали организацию Астрономического общества. Но мысль о необходимости профессионального общества астрономов зародилась около 20 лет назад. Основной мотив — объединить активных исследователей, чтобы сообща поднять уровень советской астрономии. Сейчас мы значительно отстаем. Наш вклад в мировую астрономическую науку упал до нескольких процентов, и мы уже не являемся великой державой в этой области.

Ю. Н. Ефремов. По-прежнему главенствует административно-командный стиль руководства, реальная власть десятилетиями сконцентрирована в одних руках, и научное сообщество часто просто не знает о принимаемых «наверху» решениях. Сотрудничая с существующими официальными структурами, но не подменяя их, об-

щество профессиональных астрономов могло бы влиять на принимаемые решения.

— Казалось бы, существует Объединенный научный совет по комплексной проблеме «Астрономия» АН СССР (ОНСА), который в значительной мере создает и претворяет в жизнь программу астрономических исследований в нашей стране. Вы считаете, этого недостаточно!

Н. Г. Бочкарев. Прежде всего, нельзя забывать о ведомственной разобщенности, ведь астрономы есть не только в Академии, но и в системе Гособразования, ведомственных институтах и организациях. Примером могут служить Ленинградский оптико-механический завод, где делают телескопы, НПО «Астрофизика», занимающееся близкой тематикой, и т. п. Поэтому совершенно естественно хотя бы на общественном уровне создать структуру, которая могла бы сломать межведомственные барьеры.

Кроме того, нас не удовлетворяло, что многие решения в области астрономии принимались либо кулуарно, либо слишком медленно, часто в них не учитывались последние достижения науки.

Ю. Н. Ефремов. Классический пример тому — выбор места для строительства 6-метрового телескопа АН СССР. История эта давняя, место выбрано далеко не лучшее, и как это решалось, известно лишь узкому кругу лиц, научную ответственность к обсуждению не до-

пустили. И мы не хотим повторения подобной ситуации с проектом 25-метрового составного оптического телескопа. Необходимость крупных инструментов сомнений не вызывает, но место их установки, конструкцию и многие другие вопросы нужно широко обсуждать.

Когда у нас в стране запускаясь в космос приборы, до последнего момента все делалось в глубокой тайне, абсолютное большинство научного сообщества узнавало об этом постфактум, уже после запуска. Так, в вашем журнале, в разделе «Новости науки», я прочел, что на модуле «Квант» установлен ультрафиолетовый телескоп «Глазар». Мне не совсем ясно, зачем это сделано, так как уже почти 10 лет в космосе находится международный ультрафиолетовый спутник «IUE», который именно в этом диапазоне спектра ведет наблюдения за всеми наиболее значительными источниками и результаты которого общедоступны. Кроме того, долго функционировал и наш спутник «Астрон». Вполне возможно, в научной программе «Глазара» существуют особенности, объясняющие необходимость его запуска, но, к сожалению, об этом мало кому известно.

— Иными словами, вы не удовлетворены существующей системой принятия решений!

Ю. Н. Ефремов. Совершенно верно. Кстати, помимо ОНСА есть еще один руководящий орган — Астрономиче-

¹ Возрожденное Общество // Природа. 1990. № 3. С. 71—76.

ский совет АН СССР, при нем различные секции и рабочие группы, включающие, правда, далеко не всех действующих астрономов; но решающее значение имеет все же ОНСА, состоящий из членов Отделения общей физики и астрономии и директоров астрономических организаций (всего около 25 человек), а в нем 2—3 академика, которые «прячат» астрономией уже более 30 лет.

Хочу подчеркнуть, что мы создаем не альтернативную систему управления, а форум, на котором альтернативные решения могли бы выдвигаться и обсуждаться.

Ведь наше отставание связано не только с плохой технологией. Есть и сейчас задачи, в которых результаты мирового класса можно получить и на нашем уровне оснащения. Например, для уточнения постоянной Хаббла (задача № 1 запущенного на орбиту «Спейс телескопа») необходимо вести систематическую съемку близких галактик, чтобы изучать переменные звезды в них. Но все три наших больших телескопа (6-метровый и два 2,6-метровых) построены в местах с посредственным астроклиматом и уже потому малозффективны.

Наша наука, в том числе и ее человеческий потенциал, сконцентрирована в основном в Москве и Ленинграде — специалистов высокой квалификации там больше, чем во всех остальных астрономических организациях страны, вместе взятых, а больших телескопов в распоряжении этих специалистов нет.

— Так как же вы собираетесь менять ситуацию?

Н. Г. Бочкарев. Наша задача — сформировать общественное мнение и донести его до «астрономической власти». Можно сослаться на опыт Американского астрономического общества, тоже общественной организации, лишенной реальной возможности распределять деньги. Но из десятилетия в десятилетие с помощью комиссий оно развивает программу астрономических исследований, выделяя наиболее современные и прогрессивные проекты и рекомендуя их (причем весьма

успешно) государственным учреждениям.

— Может быть, с этим могло бы справиться ВАГО — Всесоюзное астрономо-геодезическое общество?

Ю. Н. Ефремов. Это общество объединяет не только астрономов, но и геодезистов; фактически же астрономы в нем представлены в основном любителями, профессионалов мало, особенно это ощущается в Москве.

Н. Г. Бочкарев. Профессионалы там разбавлены в соотношении 1 к 100 любителями и геодезистами и при равных правах не могут решать своих профессиональных проблем, которых накопилось очень много. Кроме того, ВАГО возникло в самые реакционные 30-е годы вместо распущенных астрономических обществ и, естественно, в полной мере восприняло административно-командный стиль работы, не во всем удовлетворяющий и любителей².

Ю. Н. Ефремов. В астрономии и геодезии сейчас фактически нет общих задач. Раньше, например, необходимо было определить фигуру Земли, это задача высшей геодезии, которая сливалась с практической астрономией, сейчас же это независимая область науки, а интересы астрономов переместились в другие области. Ни картографией, ни исчислением времени астрономы больше не занимаются. И недаром уже давно в мире существуют независимые Международный геофизический и геодезический союз и Международный астрономический союз.

Н. Г. Бочкарев. Естественно, новое общество, пусть и профессиональное, представляет конкуренцию для ВАГО, поскольку и любители могут привлекаться для работы в нем. Но как международный, так и внутренний опыт показал, что любая монополия плоха. Однако, разбив ее, мы, ни в коем случае не претендуя на функции ВАГО, надеемся наладить с ним сотрудничество.

— Вы сказали, что мысль о необходимости профессионального общества зародилась чуть ли не 20 лет назад. Почему же так долго пришлось идти к нему?

Ю. Н. Ефремов. Еще в 1972 г. я подготовил проект Устава АО, обсудил его с сотрудниками Специальной астрофизической обсерватории АН СССР (САО), некоторыми лицами из тогдашнего руководства АстроСовета. Встречено это было с интересом, но дальше все заглохло. Знакомая картина, не правда ли? А в конце 80-х годов, когда проекты стали выдвигаться на конкурсной основе, появилась необходимость «выбивания» грантов, и судьба многих стала зависеть от того, что решат чиновники. Вот тогда общественное мнение сформировалось окончательно.

В январе 1989 г. в ГАИШе собралась небольшая инициативная группа, в которую вошли сотрудники ГАИШа, ИЗМИРАНа, Ленинградского университета и Педагогического института им. А. И. Герцена, АстроСовета и других организаций. В апреле решение о необходимости профессионального общества астрономов принял и ОНСА, но всю дальнейшую работу проводила инициативная группа.

Н. Г. Бочкарев. Первой официальной акцией стала рассылка 1500 анкет; получено около 500 ответов. Статистика, вообще говоря, хорошая: подавляющее большинство опрошенных подтвердило необходимость создания Астрономического общества и сообщило о своей готовности в него вступить. Характерная деталь — только 13 % считали, что это общество должно быть при Академии наук СССР. Рассматривались различные варианты, например при Моссовете или Ленсовете...

...или при Российской академии наук — вы не обсуждали такую возможность?

Н. Г. Бочкарев: Нет, так как пока не поняли, что эта академия будет собой представлять, все-таки хотелось регистрироваться при чем-то достаточно демократичном.

— С чего вы собираетесь начать вашу деятельность?

² См. в этом номере: Бронштейн В. А. Разгром Общества любителей мировой геодезии. С. 122.

Н. Г. Бочкарев. Прежде всего мы хотим заполнить многочисленные экологические ниши, на которые официальные структуры не обращают внимания, хотя это вопросы назревшие. Например, астрономические съезды проводились в нашей стране с 1917 по 1928 г. четыре раза, после чего наступил 60-летний перерыв, и наш учредительный съезд — первый форум такого рода. Поэтому одна из задач АО — созывать съезды, где бы широко, междисциплинарно обсуждались вопросы развития нашей науки.

Далее, проблема оперативных публикаций: астрономия развивается очень быстро, среднее время жизни отдельной работы 5—7 лет, в то время как у нас они доходят до читателя в течение двух, а то и более лет. Мы хотим создать независимый печатный орган — издание, в котором бы достаточно быстро и на английском языке публиковались астрономические работы. В нем были бы уместны обзорные статьи, объемные наблюдательные данные, материалы научных конференций. В наших астрономических журналах всему этому нет места. Об этом мы сейчас ведем переговоры с одним западным издательством. Кроме того, планируется выпускать на русском языке «Бюллетень Астрономического общества», в первую очередь для освещения социальной жизни астрономов, обсуждать в нем работу самого Общества, официальных структур, а также международной астрономической жизни.

Существует масса других проблем, где также совершенно неожиданно сказывается ведомственная разобщенность, например, в вопросах астрономического образования. Одна из идей — организовать школы для лучших студентов силами лучших преподавателей. Видимо, стоит подумать об учреждении стипендий или грантов для молодых ученых и даже студентов, об их стажировке за рубежом в хороших университетах. Но пока это только планы, поскольку Общество еще не имеет валюты и договоров с соответствующими научными организациями западных стран.

Ю. Н. Ефремов. Думаю, много работы предстоит комиссии по этике и защите профессиональных интересов и прав астрономов. Вот одна из проблем, которую ей придется решать: за возможность работать на самом большом телескопе сотрудники Специальной астрофизической обсерватории АН СССР расплачиваются жизнью в глухом ущелье, многочисленными бытовыми трудностями, психологической напряженностью, типичной для любого изолированного коллектива. Против подобного административного решения вопроса в свое время возражало большинство специалистов, а расплачиваются за него уже два десятилетия энтузиасты нашей науки. Ситуация устраивает лишь местных жителей, которым удобно, наряду с усадьбой, получить еще благоустроенную квартиру, но процент собственно астрономов, соглашающихся работать там, все меньше.

— Наверное, правильное был бы так называемый вахтовый, или десантный, принцип работы!

Ю. Н. Ефремов. Причем он был бы и дешевле. В меньшей степени, но та же проблема существует и в Крымской астрофизической обсерватории, да и во многих других (но только наших!) обсерваториях.

Н. Г. Бочкарев. И первое, чем придется заняться комиссии по этике и защите профессиональных прав астрономов, — сформулировать соответствующие предложения для СМ СССР и ВЦСПС о внесении профессии «астроном» в реестр профессий с описанием ее особенностей. Совершенно неожиданно выяснилось, что наша профессия в этом реестре отсутствует.

Не менее важно решить проблему пользования астрономическими инструментами. Создана даже комиссия под таким названием. Идея, кстати, исходила не от инициативной группы. За две недели до учредительного съезда АО в Одессе прошел съезд пользователей крупных оптических телескопов. Нам крайне не хватает таких инструментов как по количеству, так и по площади зеркала. Поэтому постоянно возникает проблема

распределения времени работы на них, но прежде всего (и, видимо, на это потребуются не меньше года) необходимо собрать информацию о том, какие (большие и малые) телескопы в нашей стране имеются. Как это ни парадоксально, но такие сведения на сегодня отсутствуют. Нужно составить перечень того, что есть: инструменты, их возможности, кому они принадлежат, а уже затем решать, как улучшить существующую ситуацию.

— В последнее время все чаще приходится слышать о засорении околоземного космического пространства обломками отработавших аппаратов, космическим мусором». Не собирается ли ваше Общество подключиться к решению и этой проблемы!

Н. Г. Бочкарев. В астрономии действительно существуют свои экологические проблемы. Но к первоочередным я бы все же отнес вопрос о защите крымского неба. Очень чистое в прошлом и потому удобное для астрономических исследований, сейчас оно самым безобразным образом загрязняется, и не только заводами Бахчисарая, выбрасывающими цементную пыль, но и окружающими карьерами, предприятиями соседних поселков, прожекторы которых по ночам светят в сторону обсерватории. В результате из-за усиления промышленной засветки неба в КраО с каждым годом на 5 % падает чувствительность телескопов.

Ю. Н. Ефремов. Но с этим можно бороться. Крупнейшая американская национальная обсерватория находится на горе Китт-Пик, примерно в 70 км от быстро растущего г. Тусона, уже сейчас насчитывающего несколько сот тысяч жителей. Когда обсерватория только строилась, засветки от города практически не было, а теперь горизонт просто пылает. Как поступили американские астрономы? Мобилизовали общественное мнение: в ход были пущены научно-популярные статьи, выступления по местному радио, приглашения членов муниципалитета в обсерваторию. В результате власти города приняли решение, чтобы все уличные фо-

нари были снабжены колпаками, направляющими свет вниз, а также фильтрами, не пропускающими непрерывный спектр (отдельные линии не столь вредны).

Кстати, существует и проблема «засорения» эфира: некоторые организации не всегда считаются с запретом на работу в полосе частот, резервированных для астрономических наблюдений.

Н. Г. Бочкарев. Но есть и положительный момент. Астрономические наблюдения позволяют решить ряд экологических проблем наших городов. Например, с помощью хорошо отработанной методики спектральных наблюдений Солнца можно непрерывно отслеживать химический состав земной атмосферы. Речь идет о мониторинге окружающей среды. Возможно, он будет одним из основных направлений хоздоговорной деятельности нашего общества.

— Способно ли Астрономическое общество самостоятельно зарабатывать деньги!

Н. Г. Бочкарев. Пока на нашем финансовом счету ни единого рубля — ведь мы совсем недавно образовались. Ясно, что на членские взносы прожить не удастся, поскольку нас мало. В уставе в качестве индивидуального членского взноса определено 5 % одного месячного оклада в год. Большинство голосов на учредительном съезде было решено, что организации могут быть только спонсорами, причем спонсорская помощь — это и деньги, и выдача в аренду или безвозмездно оборудования, помещений, организация совещаний или иных мероприятий АО.

Сейчас мы рассчитываем на помощь прежде всего крупных астрономических учреждений (ГАИШ, САО, ИКИ, ФИАН, МГУ); предварительная договоренность с ними достигнута. Кстати, именно МГУ помог организации и проведении учредительного съезда; он готов и к одновременной помощи на первых порах становления Общества.

Вообще же в уставе заложены широкие возможности зарабатывать деньги: создание временных научных коллективов, научно-производственных

объединений, кооперативов, спектр работ которых широк — от астрономического приборостроения до изготовления и распространения астрономических иллюстраций для популярных лекций общества «Знание» и огромной армии любителей. Безусловно, интересна совместная издательская деятельность.

— Предполагается ли активное вторжение АО в вопросы финансирования таких крупных национальных астрономических программ, как, например, проект «Радиоастрон», а также рентгеновский и инфракрасный проекты!

Н. Г. Бочкарев. Пока только на совещательном уровне.

Ю. Н. Ефремов. В основном же — изучать и формировать общественное мнение, а затем доводить его до «решающих» инстанций.

Сейчас, например, существует план создания объединенной обсерватории стран СЭВ. Но поскольку на наших глазах СЭВ распадается, план этот необходимо переработать. Обсерваторию предполагалось строить с участием фирмы «Карл Цейс» в Средней Азии, близости от горы Майданак, в очень хорошем по астроклимату месте. Пока уточняется место строительства, может получиться, что не останутся желающих с нами объединиться. Ведь и в Северном полушарии есть места не хуже, например Канарские о-ва; кроме того, астрономы больше заинтересованы в наблюдениях из Южного полушария, поскольку оттуда можно исследовать Магеллановы Облака, Центр Галактики и т. п. Мне кажется, наши восточноевропейские коллеги больше хотят работать на Южной европейской обсерватории в Чили и на Канарских о-вах, а не в Средней Азии.

— Получается, что, еще не родившись, «дети» уже никому не нужны!

Ю. Н. Ефремов. Боюсь, что так. Но вот нам самим было бы очень важно принять участие — и в наблюдениях, и в совместных проектах — хотя бы на европейском уровне. Необходимо наблюдательные станции в Южном полушарии, и не где-нибудь, а близости от Южной европейской обсерватории,

чтобы наладить человеческие контакты и использовать их технические возможности.

Н. Г. Бочкарев. Что касается крупных советских астрономических проектов, то на учредительном съезде были заслушаны доклады по «Радиоастрону», ультрафиолетовому телескопу, рентгеновским проектам, оптическому проекту «Ломоносов», который в некотором плане аналогичен западноевропейскому проекту «Гиппарх», но в нем предлагается совершенно другая методика; осуществление двух независимых проектов значительно увеличит объем и качество информации.

— Научные руководители перечисленных проектов вошли в правление АО! Какова, кстати, его численность!

Н. Г. Бочкарев. Было решено не ограничивать число членов правления, чтобы каждый, кто хочет попробовать себя на этом поприще, имел бы такую возможность. В результате кроме трех сопредседателей в правление вошли еще 45 человек примерно из 30 учреждений, чья география достаточно широка — от Прибалтики до Уссурийска. В целом же в работе съезда приняли участие представители всех республик, в которых есть астрономические учреждения, и большинство из них представлены в правлении. Поскольку по статистике 20 % всех научных учреждений находится в Москве, то из 48 членов правления 12 — москвичи.

— А почему решено избрать не одного председателя, а трех сопредседателей!

Н. Г. Бочкарев. Так предлжила инициативная группа, и съезд поддержал ее двумя третями голосов. Однако устав позволяет решать этот вопрос каждый раз по-разному. Думаю, мы к нему вернемся через год на следующем съезде. Всегда существует опасность перерастания в некую новую бюрократическую машину, о чем мы много спорили, и, чтобы уменьшить эту опасность, мы остановились на институте сопредседателей.

Ю. Н. Ефремов. Тем не менее были приняты некоторые меры предосторожности. Решение, например, что руководители

астрономических учреждений и советов не могут быть членами правления, именно потому в нем нет ни одного руководителя больших проектов. Правда, на мой взгляд, это палка о двух концах, ведь это было бы самой естественной формой сотрудничества общественных и административных структур.

Н. Г. Бочкарев. Мы постараемся договориться с существующими официальными структурами по крайней мере о том, чтобы сделать более гласной их работу, например, публиковать в «Бюллетене» информацию о принимаемых ими решениях. Тем самым будет сделан шаг вперед. Уверен, что в большинстве своем принимаются правильные решения, но общест-

венность об этом ничего не знает и потому а priori встречает эти решения в штыки. Надеюсь, гласность снимет ту напряженность, которая временами возникает между руководством и астрономической общественностью.

Уже достигнута предварительная договоренность с председателем Астросовета АН СССР А. А. Боярчуком (он, кстати, активно участвовал в учредительном съезде), что решения Астросовета, ведающего всей наземной оптической астрономией, а реально взявшего на себя еще более широкие функции, будут доводиться до АО. Такого же сотрудничества нам необходимо добиться и с другими советами.

— Мне кажется, одна из самых болезненных проблем сегодняшней советской астрономии — проблема лидера. Связано это с уходом таких гигантов, как И. С. Шкловский, Я. Б. Зельдович, А. Д. Сахаров.

Н. Г. Бочкарев. Ничего утешительного, к сожалению, сказать нельзя — сейчас их заменить нечем. Период застоя был и в нашей науке. Идет весьма болезненный процесс смены кадров, смены поколений. В том, например, поколении, которое представляем мы, на мой взгляд, таких лидеров нет, и дай нам Бог суметь вырастить их, на что в значительной степени и нацелено наше Общество.

ИНФОРМАЦИЯ

В начале 1991 г. в «Природе» будут опубликованы подборки материалов:

ПРОБЛЕМЫ БОЛЬШОГО ГОРОДА (о различных аспектах опасности современной городской среды)

**РИСК В НАУКЕ И ТЕХНИКЕ
ЧТО ТАКОЕ ПСИХОИММУНОЛОГИЯ?**

статьи:

Сарапульцев Б. И., Гераськин С. А. БИОЛОГИЧЕСКИЙ СМЫСЛ РАДИАЦИОННОЙ УСТОЙЧИВОСТИ

Фролов В. П. ЧЕРНЫЕ ДЫРЫ, «КРотовые норы» и «МАШИНА ВРЕМЕНИ»

Васильев А. П., Симоненко В. А. ПОДЗЕМНЫЕ ЯДЕРНЫЕ ВЗРЫВЫ ... ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ

Садовский М. А., Писаренко В. Ф. ЯВЛЕНИЕ ПОДОБИЯ В ГЕОФИЗИКЕ

Торн К. С. ИСТОРИЯ СОВРЕМЕННОЙ ФИЗИКИ И АСТРОФИЗИКИ (фрагменты из готовящейся к публикации книги)

Виленкин Н. Я. ФОРМУЛЫ НА ФАНЕРЕ (тернистый путь советской математики)

Сонин А. С. ГРУСТНАЯ СУДЬБА ВЕЛИКОГО ОТКРЫТИЯ (идея «горячей» Вселенной Фридмана в «холодное» время Сталина)

Напоминаем, что подписаться на журнал «Природа» можно в любом отделении связи. Индекс 70707.

С 1990 г. по причинам, о которых уже неоднократно сообщалось в средствах массовой информации, «Природа», как и остальные периодические издания, подорожает. Один номер будет стоить 1 р. 20 к. Годовая подписка — 14 р. 40 к. Но мы надеемся, что наши постоянные подписчики останутся нам верны. Что мы можем предложить и обещать вам на будущее, наш читатель?

Мы не считаем «Природу» массовым журналом для всех и понимаем, что она малопригодна для чтения в транспорте. По давнему замыслу, это в известном смысле элитарное, а по отзывам, и достаточно престижное издание, популярный журнал ученых для ученых, а также для тех, кто хочет и способен хотя бы на время погрузиться в истинный мир науки.

Несмотря на происходящие и грядущие изменения, «Природа» не намерена вносить существенных перемен в свою программу, действенность которой доказала история. В конце концов, «Природа» — единственный научно-популярный журнал, перешагнувший в современную жизнь

Ф. СП-1

Министерство связи СССР
„Союзпечать“

АБОНЕМЕНТ на журнал 70707
(индекс издания)

ПРИРОДА Количество комплектов

на 1991 год

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Куда _____
(почтовый индекс) _____ (адрес)

Кому _____
(фамилия, инициалы)

ДОСТАВочНАЯ КАРТОЧКА

70707
(индекс издания)

на журнал

ПРИРОДА

Стоимость	подписки пере- адресовки	руб.	коп.	Количество комплектов
		руб.	коп.	

на 1991 год

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Куда _____
(почтовый индекс) _____ (адрес)

Кому _____
(фамилия, инициалы)

из дореволюционной эпохи. Она создавалась демократически настроенной группой крупных российских ученых во времена царствования Николая II, пережила Февральскую и Октябрьскую революции, сталинщину и Великую Отечественную войну, издавалась все эти годы без перерывов и выглядела примерно так же, как тот номер, который вы держите в руках.

Поэтому мы просто обязаны хранить свои традиции. И верим, что наш читатель, подписавшись на «Природу», не только обеспечит себя самой квалифицированной информацией о достижениях фундаментального естествознания, получит весь спектр новостей науки, прикоснется к «горячим страницам» ее истории, но и выразит поддержку и одобрение проверенному курсу журнала, курсу на популяризацию без «заигрываний» с читателем, на доверие его любознательности и интересу к подлинной науке, которой, право же, есть что противопоставить мутному валу мистики и «чудес», захлестнувшему в последнее время большинство информационных каналов в нашем обществе.

ПРОВЕРЬТЕ ПРАВИЛЬНОСТЬ ОФОРМЛЕНИЯ АБОНЕМЕНТА!

На абонемента должен быть проставлен оттиск кассовой машины.

При оформлении подписки (переадресовки) без кассовой машины на абонемента проставляется оттиск календарного штемпеля отделения связи. В этом случае абонемент выдается подписчику с квитанцией об оплате стоимости подписки (переадресовки).

Для оформления подписки на газету или журнал, а также для переадресования издания бланк абонемента с доставочной карточкой заполняется подписчиком чернилами, разборчиво, без сокращений, в соответствии с условиями, изложенными в каталогах Союзпечати.

Заполнение месячных клеток при переадресовании издания, а также клетки «ПВ—МЕСТО» производится работниками предприятий связи и Союзпечати.

США впервые запустили спутник с помощью ракеты-носителя воздушного базирования: с летевшего на высоте 12 км бомбардировщика «В-52» была сброшена крылатая ракета «Пегас». После 5 мин свободного падения включился двигатель ракеты, третья ступень которой вывела на орбиту высотой 595 км спутник массой 205 кг. Этот способ значительно дешевле традиционного (стоимость «Пегаса» 6—7 млн долл., а обычной ракеты-носителя — от 30 до 100 млн). В середине 90-х годов планируется использовать новый носитель для вывода на орбиту 7 легких спутников связи «Микросат».

TACC

В ноябре 1993 г. на борту американского космического корабля многоразового использования «Колумбия» японские исследователи проведут серию экспериментов с золотыми рыбками. По мнению ученых, наблюдения во время полета за поведением рыбок в аквариуме помогут разгадать причины возникновения космической «болезни движения».

TACC

Опасения относительно глобального потепления из-за парникового эффекта могут оказаться напрасными. А. Спенсер и Дж. Кристи (Центр космических полетов им. Дж. Маршалла и Алабамский университет, США), проанализировав информацию, собранную метеорологическими спутниками «Тироз-Н» с 1979 по 1988 г., установили, что за последние 10 лет средняя температура атмосферы Земли не изменилась (в Северном полушарии слегка потеплело, в Южном — похолодало). Однако, как считают сами авторы, на основе данных за 10 лет не всегда можно выявить глобальную тенденцию. Окончательный вывод можно будет сделать лишь на рубеже следующего века.

TACC

Калифорнийским университетом (Сан-Франциско) и фирмой «Дженелабс» (штат Калифорния) проводится первый этап клинических испытаний нового препарата против СПИДа — GLQ223. Это — очищенная форма растительного белка трихосантина, обнаруженного в корнях растений китайского огурца (*Trichosanthes*), которые традиционно используются в китайской медицине при лечении рака. В лабораторных экспериментах препарат прекращал образование новых вирусов в зараженных Т-лимфоцитах и убивал инфицированные клетки-макрофаги; исследователи рассчитывают подтвердить результаты в клинических условиях.

Biotechnology. 1989. Vol. 7. P. 537 (США).

Ученые из Мюнхенского университета (ФРГ) выделили и охарактеризовали новый фермент фитохелатинсинтазу, катализирующий синтез фитохелатинов — линейных специфических полипептидов высших растений и грибов, которые связывают тяжелые металлы. Фермент с молекулярной массой 95 000 состоит из 4 субъединиц и имеет изоэлектрическую точку (при которой заряд белка равен нулю) при pH 4,8; его активность максимальна при pH 7,9 и 35 °С. Он присутствует в клетках разных частей растений, и его образование не зависит от концентрации тяжелых металлов.

Proceedings of the National Academy of Science USA. 1989. Vol. 86. № 18. P. 6838—6842 (США).

Японские исследователи из Токийского университета и Исследовательского института медицинской технологии обнаружили в крови больных лимфоциты, избирательно уничтожающие клетки печени, зараженные вирусным гепатитом типа «ни А, ни В».

Лимфоциты выделяли из крови 480 пациентов, зараженных вирусом при переливании крови. Т-лимфоциты, полученные от одного донора, способ-

ны убивать не только «собственные», но и «чужие» инфицированные клетки печени.

Biotechnology. 1989. Vol. 7. P. 1231 (США).

В марте 1989 г. на западном побережье о. Ванкувер (Канада) была обнаружена мертвая касатка (*Orcinus orca*) возраста 15—16 лет, в печени которой концентрация ртути составила 0,127 %. Касатка имела метку и происходила из стада в 350 особей, регулярно мигрирующего между устьем р. Кэмпбелл (провинция Британская Колумбия, Канада) и проливом Пьюджет-Саунд (штат Вашингтон, США). Гибель, видимо, наступила от кишечной инфекции; причина столь значительного накопления ртути неясна.

Marine Pollution Bulletin. 1990. Vol. 21. № 1. P. 7 (США — Великобритания).

По оценкам Международной организации труда при ООН, ежегодно в мире на производстве погибают 200 тыс. человек и 120 млн получают травмы. Сохранить жизнь, сократить лечение, уменьшить необратимые последствия для здоровья может быстро и грамотно оказанная первая помощь. Например, если при остановке дыхания в результате поражения электротоком искусственное дыхание начато в течение первых трех минут, шансы на полное восстановление здоровья достигают 75 %; после четырех минут вероятность этого составляет лишь 50 %, а после пяти — не более 25 %.

Информация МОТ. Женева, 1990. № 2. С. 3.

Продолжается разработка американской программы по созданию на Луне обитаемой станции и ее использованию для полета к Марсу. В ее рамках США рассматривают на диалог с Европой, Канадой, Японией и СССР при изучении возможностей сотрудничества в этой области.

TACC

ОТРЫВКИ ИЗ ВОСПОМИНАНИЙ

С. Э. Фриш

Имя члена-корреспондента АН СССР Сергея Эдуардовича Фриша (1899—1978) хорошо известно каждому, кто когда-либо изучал физику в любом вузе, ибо изучал он ее по трехтомному курсу, написанному С. Э. Фришем вместе со спутницей его жизни А. В. Тимуревой и многократно переизданному в нашей стране и за рубежом. Специалисты знают монографии и многочисленные публикации С. Э. Фриша по проблемам оптики, атомной спектроскопии и физики плазмы. Все, кто сталкивался с этим высокоинтеллигентным университетским профессором, запомнили его ясный ум и широту познаний, демократизм и глубокую порядочность. Эти свойства ощутит и читатель.

Публикуемые выдержки из мемуаров С. Э. Фриша бесспорно заинтересуют многих. В них отражен большой отрезок нашей истории — от времени становления Советской власти до послевоенной кампании борьбы с «космополитизмом». При этом основное внимание уделено событиям, в которые особенно пристально вглядывается современность. Читатель оценит значимость и мужественную искренность этих воспоминаний, написанных задолго до наших дней и приближающих нас к постижению истины. Естественно, что ни о какой истине в последней инстанции речи нет и автор на нее вовсе не претендует. Он работал над своими мемуарами более 20 лет и, завершая их, подчеркивал, что на многое стал смотреть иначе, чем вначале. «...Но я решил ничего не менять — действительность складывается не только из того, что есть, но и из того, как ее воспринимает свидетель».

Становление С. Э. Фриша как ученого происходило под влиянием такой крупной и, может быть, еще не полностью оцененной фигуры, как академик Д. С. Рождественский. Судьба этого выдающегося реформатора науки и физического образования, в конечном счете трагическая, а также связанные с этим коллизии занимают одно из ключевых мест в мемуарах, что получило отражение и в публикуемых отрывках.

Свой трудовой путь Сергей Эдуардович начал в организованном Рождественским Государственным оптическим институте, совмещая научную работу с учебой, а затем с педагогической деятельностью в Ленинградском университете. Мне выпало счастье быть учеником Сергея Эдуардовича, сотрудничать с ним многие годы, и я отчетливо вижу основные черты его научного творчества. Он всегда был на переднем крае науки.

Полностью «Воспоминания» С. Э. Фриша (объем 30 л.) намечены к выпуску Политиздатом в III кв. 1991 г.



Сергей Эдуардович Фриш.

Так, в начале 30-х годов, когда фактически только зарождалась ядерная физика, Сергей Эдуардович исследует оптическими методами взаимодействие ядра с электронной оболочкой атома, приводящее к возникновению своеобразной структуры спектральных линий. Эти работы молодого ученого принесли ему европейскую известность.

С середины 30-х годов Сергей Эдуардович сосредоточился на научной и педагогической работе в университете, где он организовал кафедру оптики, из которой в дальнейшем вышло много известных ученых. Здесь им были начаты работы по спектроскопии газоразрядной плазмы, вылившиеся в большое научное направление, которое Фриш возглавлял до своих последних дней. Сергей Эдуардович организовал академический журнал «Оптика и спектроскопия» и был его главным редактором много лет.

Научная широта и исключительная доброжелательность Сергея Эдуардовича в полной мере выявились при выполнении им трудных обязанностей декана физического факультета и директора Физического института Ленинградского

университета, которым он отдал более 20 лет жизни. С. Э. Фришу было присуще обостренное чувство долга, и всю страшную зиму 1941 г. он провел в блокадном Ленинграде, охраняя свой родной университет.

Хочется упомянуть и о том, что Сергей Эдуардович был большим любителем и тонким знатоком изобразительного искусства. Мне повезло побывать вместе с ним в музеях Флоренции и Мюнхена, и я не устал поражаться глубине его познаний, которыми он делился охотно и в чрезвычайно тактичной форме.

Фрагменты, которые решила опубликовать «Природа», взяты из разных частей большой книги. Многочисленные ученики Сергея Эдуардовича с радостью увидят их в печати и предадутся удовольствию получить полный том «Воспоминаний», который обещает вскоре выпустить Политиздат.

© Н. И. Калитеевский,
доктор физико-математических наук
Ленинград

Я знаю, что этот рассказ будет односторонним, субъективным, но могут ли быть иными показания современника.

И. Эренбург

СРЕДИ современной молодежи распространено мнение, что сразу после Октябрьских дней произошло расслоение интеллигенции: часть восприняла революцию с энтузиазмом и не медля начала сотрудничать с большевиками, другая столь же решительно перешла на сторону контрреволюции. В действительности процесс расслоения интеллигенции был мучительным и долгим. Подавляющая часть интеллигенции очень плохо представляла, что такое большевики и чего они хотят. Воспитанная на расплывчатых идеях «справедливости», «равенства» и отчасти на толстовских идеях непротivления злу, она не могла воспринять жесткой энергии большевиков.

Переворот, осуществленный большевиками накануне созыва Учредительного собрания, казался чудовищным и не мог встретить среди представителей интеллигенции ни одобрения, ни понимания. Непонимание тактики большевиков коренилось еще в чувстве патриотизма по отношению к России, независимо от того, каков ее социальный облик. Не только масса крестьян и рабочих, но и интеллигенция понесла в войне тяжелые утраты. Огромное число молодых людей погибло на фронте. Редко встречалась интеллигентная семья, в которой не был убит или тяжело ранен кто-либо из близких. Как всегда, люди хотели считать, что эти потери являются неминуемыми жертвами, понесенными во имя Родины — той Родины, которую пишут с большой буквы. Большевики же отбрасывали идею Родины, заменяли ее смутным понятием интернационала. Россия безоговорочно выходила из войны, не зная, что это ей принесет. Революция поддерживалась стихийным движением солдатских масс, хлынувших с фронта, движением рабочих, в которых вспыхнула классовая ненависть, крестьян, доведенных до отчаяния лишениями, вызванными войной.

Значительная часть служащих во всех учреждениях ответила на Октябрьскую революцию саботажем. Но учителя в школах и гимназиях к этой забастовке не примкнули. Не примкнули к ней и профессора университета. Лекции продолжались, но число студентов, посещающих занятия, сильно убавилось. Я помню, как профессор Хвольсон, привыкший читать перед переполненной аудиторией, недовольно осмотрел ряды: только на первых партах сидела небольшая кучка студентов, остальные места были пусты.

— Господа, — сказал он, — в городских учреждениях служащие перестали работать, протестуя против захвата власти большевиками. Но я думаю, мы можем заниматься наукой независимо от политических событий. Учителя в школах тоже продолжают занятия.

После небольшой паузы он прибавил:

— К тому же большевики едва ли продержатся более двух-трех недель. Я буду читать.

Старый, сухой, похожий на мумию, он недовольно осмотрел аудиторию, еще раз прибавил:

— Да, я буду читать; впрочем, кто не хочет слушать, может уйти.

Но пришедшие на лекцию студенты и без уговоров хотели продолжать заниматься. Лекция состоялась.

Переход на советские рельсы происходил в университете медленно, по-разному на разных факультетах и отделениях. Чтобы лучше понять, как разворачивались события в первые годы после революции, следует вспомнить, чем был университет раньше.

В Петербургском университете мате-

математическое отделение объединяло математику и физику, но преобладали эти две дисциплины были неодинаково — математика гораздо сильнее физики. Петербургская школа математики блистала такими именами, как Чебышев, Коркин, Марков. Среди физиков таких громких имен не встречалось. Правда, в середине прошлого столетия профессором физики в Петербургском университете был знаменитый Ленц, но исследовательскую работу он вел в Академии наук, а в университете читал лишь лекции. После его смерти в 1865 году на кафедру физики был избран Федор Фомич Петрушевский.

Деятельность Петрушевского главным образом известна с педагогической стороны. Он организовал физический практикум, что в то время было новинкой не только для русских, но и для заграничных университетов; написал курс электричества, под звучащим ныне архаично названием «Экспериментальный и практический курс электричества, магнетизма и гальванизма». Но в научном отношении он мало что собой представлял. Его ранние работы, выполненные вместе с Ленцом, относились к электрическим и магнитным явлениям; позже он занимался оптикой. Он интересовался цветоведением, написал книжку «Краски и живопись» и сам пытался на полотне масляными красками передавать цветность оптических явлений. Я помню, что когда я поступил в университет, на стенах Малой аудитории в Физическом институте висели цветные изображения интерференционных картин в кристаллах, написанные Петрушевским. Умер он в 1904 г.

После смерти Петрушевского двумя самыми видными физиками в Петербургском университете оказались Боргман и Хвольсон. Хотя ни тот, ни другой своего научного направления не создал, оба они пользовались большой известностью в конце прошлого и начале этого столетия. Иван Иванович Боргман считался главой петербургских физиков. Он был человеком прекрасно образованным, следящим за всеми новостями заграничной литературы. Его несомненной заслугой является пропаганда в России теории Максвелла. Он принимал деятельное участие в ряде научных обществ, в том числе в Русском физико-химическом обществе, и в делах научных издательств. Он организовал выпуск небольших сборников под заглавием «Новые идеи в физике», которые приобрели широкую известность и сыграли немалую роль в знакомстве русской публики с развитием тогдашней науки. Им был написан двухтомный университетский курс электричества.

По своим политическим убеждениям Боргман принадлежал к группе передовой профессуры. В 1905 году его избрали ректором Петербургского университета, сразу после того как университет добился положения о избранности ректорской должности. Несколькими годами позже, в период реакции, он отказался от ректорства в знак протеста против ущемления царской властью политических прав студентов.

Но, пожалуй, главной заслугой Боргмана перед университетом была постройка здания Физического института. До Боргмана научные и учебные лаборатории по физике ютились в старом здании «Же де Пом», где сейчас помещаются спортзал и типография университета. По инициативе Ивана Ивановича Боргмана в начале 1900-х годов было построено новое специальное здание Физического института, хорошо по тогдашнему времени спроектированное и оснащенное. Однако, построив хорошее здание, Боргман не сумел организовать в нем настоящей научной работы. В молодости он выполнил получившее известность исследование по электропроводности угля и провел еще ряд других работ в области электричества. Электричество оставалось его специальностью и в начале этого столетия, когда он стал директором Физического института. Но в эти годы быстрого развития электронной теории он не дал ничего оригинального. Рассказывают, что когда молодой начинающий физик приходил к нему с просьбой дать тему, он предлагал повторить одно из исследований, описанных в очередном номере английского журнала.

Боргман умер в 1914 году, и я его никогда не видел. Но когда я поступил в университет, воспоминания о нем были еще свежи. Его вспоминали с уважением, вспоминали как человека честного и порядочного, охотно разрешавшего желающим работать в институте, но вместе с тем и как человека, от которого научной помощи в работе ждать не приходилось. Учеников, в прямом смысле этого слова, у него не было. Злые языки утверждали, что сам он приходил в свою лабораторию в корректном, застегнутом на все пуговицы сюртуке и, садясь на стул, смотрел, как сторож, поднимая и опуская сосуд со ртутью, откачивает замысловатой формы разрядную трубку. Потом Боргман наблюдал, как эта трубка светится, и описывал вид ее свечения в очередной статье, которую печатал в одном из немецких научных журналов.

Хвольсон был фигурой более колоритной, чем Боргман, но учеников в Физическом институте у него тоже не было.

Он, как и Боргман, предлагал начинающим физикам повторить одну из зарубежных работ. Абрам Федорович Иоффе рассказывал, как на его вопрос, не лучше ли поставить исследование какой-нибудь новой, еще не разрешенной задачи, Хвольсон ответил: «Но разве можно придумать в физике что-то новое? Для этого надо быть Дж. Дж. Томсоном!»

Несомненно, атмосфера в петербургском Физическом институте была в научном отношении далеко не такая свежая, как в Москве, где работал Петр Николаевич Лебедев — человек огромного таланта и большой научной инициативы.

Хотя я попал в Физический институт университета через 5 лет после смерти Боргмана, когда должность директора института занимал Рождественский, все же я смог еще уловить тот чинный и немного торжественный тон, который, очевидно, был создан Боргманом и продолжал сказываться и после его смерти. Народу в институте работало мало — человек 15, и поэтому он казался обширным и пустым. Значительную часть 3-го этажа занимал музей, в больших залах которого стояли свободно расставленные застекленные шкафы с демонстрационной и научной аппаратурой. Сторожа носили форменные тужурки с блестящими пуговицами, в коридорах и на лестничных площадках было чисто и аккуратно. В мастерских работали два-три человека, возглавляемые старым мастером Франценом. Наверху, рядом с Большой аудиторией, помещался Иосиф Карлович Мальмстрем, немолодой, молчаливый финн, одновременно ведавший складом материалов и выполнявший мелкие механические заказы. Работали еще стеклодув и столяр. Этого небольшого обслуживающего персонала вполне хватало.

Большая часть рабочих комнат стояла обычно закрытой, так как молодые физики приходили в институт сравнительно редко. Вести научную работу — это было личным делом, и никто не вмешивался в то, какими темпами она выполняется и к каким результатам она приводит.

Первая попытка нарушить покой Физического института была проведена еще до революции, когда в его стенах появилось три свежих человека: Эренфест, Иоффе и Рождественский.

Павел Сигизмундович Эренфест, по происхождению австрийский еврей, приехал в Россию в 1907 году. За три года до того он женился на Татьяне Алексеевне Афанасьевой, с которой познакомился в Геттингене,

куда она приехала продолжать образование. В Петербурге Татьяна Алексеевна одно время преподавала в гимназии Гедда, в которой работали моя мать и тетка. Они ее знали. Женившись на русской, Павел Сигизмундович был не прочь остаться в Петербурге и работать в университете. Блестящий теоретик, человек очень живой и темпераментный, он, казалось, имел все шансы добиться успеха. Вместе с Иоффе и Рождественским он организовал при Физическом институте научный кружок, сыгравший большую роль в развитии физики в Петербурге. Кружок был организацией неофициальной: его члены в частном порядке собирались раз в неделю по воскресеньям у кого-либо на квартире или в Физическом институте и делали научные доклады о наиболее интересных работах, опубликованных в журналах, а также о результатах своих собственных исследований. Доклады живо и всесторонне обсуждались.

В кружке, кроме его трех основателей, принимал участие ряд начинающих физиков, многие из которых стали известными учеными и продолжили потом работать в советское время. Ни Хвольсон, ни Боргман на заседаниях кружка не присутствовали. Кружок в какой-то мере собирался в противовес заседаниям Отделения физики Русского физико-химического общества, где было слишком «академично» и скучно. Он внес новую и свежую струю в затхлую атмосферу тогдашнего петербургского Физического института. По тем временам собирать такого рода кружок было своего рода вызовом старой профессуре.

Этот и ряд аналогичных вызовов, сделанных Эренфестом, по всей вероятности, послужили причиной ответной реакции: при очередном конкурсе на профессорскую вакансию в университет Эренфест к конкурсу не был допущен. После этого он уехал за границу и очень скоро был избран профессором Лейденского университета на кафедру, освободившуюся в результате ухода знаменитого Лоренца, достигшего предельного возраста. Это был скандал: человека, не привлеченного к преподаванию в Петербурге, избрали профессором знаменитейшего европейского университета на кафедру, освободившуюся после ухода одного из самых крупных физиков того времени.

Сходная судьба постигла Иоффе. Абрам Федорович окончил в 1902 году Петербургский технологический институт. После этого он уехал в Германию и в течение ряда лет работал в лаборатории Рентгена, того самого Рентгена, который открыл лучи, носящие его имя. По возвращении в

Петербург он начал преподавать в Политехническом институте, а затем по совместительству и в университете. Он, как и Эренфест, был человеком талантливым и живым, хотя много темперамента. В профессора университета он тоже не попал. При очередной баллотировке он получил больше черных шаров, чем белых. Против него реакционная профессура, настроенная юдофобски, действовала заодно с евреем Хвольсоном, которому не слишком хотелось, чтобы в университете появился новый молодой и активный профессор. Впрочем, я думаю, что никто из принимавших участие в выборах не собирался всерьез провалить кандидатуру Иоффе — ему хотели лишь немного «подмочить» результаты голосования. Но перестарались: при подсчете выяснилось, что желающих «подмочить» оказалось слишком много. На профессорскую должность был избран Лопухин.

После этого Иоффе перенес в основном свою работу в Политехникум, хотя полностью с университетом не порвал: он читал на правах приват-доцента специальный курс лекций, и кое-кто из его учеников продолжал работать в университете.

Третьим организатором физического кружка был Дмитрий Сергеевич Рождественский. Дмитрий Сергеевич окончил Петербургский университет в 1900 году и после непродолжительной работы за границей, с осени 1902 года, начал работать в Физическом институте университета, сначала как ответственный при университете, а затем как лаборант. Под лаборантом тогда подразумевался не технический сотрудник, как теперь, а младший преподаватель, ведущий со студентами занятия в учебной лаборатории. Дмитрий Сергеевич был человеком очень самостоятельным во всех своих начинаниях, живым, инициативным. За всякое дело, за которое он брался, он брался, что называется, с душой, хотел его всегда развить и улучшить, сделать по-своему. Он с жаром принялся за преподавание и за научную работу. Будучи еще молодым начинающим преподавателем, он сразу попытался улучшить постановку учебных лабораторных работ и проведение лекционных демонстраций. Во время своих зарубежных поездок он специально знакомился с лекционными демонстрациями и с новыми учебными работами. Но наиболее его самобытность проявилась при выборе темы научной экспериментальной работы. Вместо того чтобы пойти к Боргману или Хвольсону с просьбой указать тему работы, он сам выбрал ее. Он принялся за исследование так назы-

ваемой аномальной дисперсии света, хотя эта тема была очень трудна и необходимой для ее проведения аппаратуры в Физическом институте не имелось. Больше того, никто не мог помочь в проведении такой темы даже советом, так как весь опыт, существовавший в Физическом институте по экспериментальным исследованиям, относился к совсем другим разделам физики. Но выбрав тему, Дмитрий Сергеевич отдался ей с огромным увлечением, работал напряженно, целыми днями. Все это — и самостоятельный выбор темы и усиленная, напряженная работа — казалось тогда явным вызовом по отношению к университетскому начальству, ко всему установившемуся порядку.

Карл Карлович Баумгарт, близкий друг Дмитрия Сергеевича, впоследствии рассказывал мне, что он спрашивал Дмитрия Сергеевича, как он решился так самостоятельно начать работать, ни с кем не считаясь.

— А, наплевать мне было на них всех, — отвечал Дмитрий Сергеевич, действительно готовый и тогда, и потом всю жизнь «наплевать» на всех, кто мешал ему работать так, как он хотел и считал нужным.

Много позже Дмитрий Сергеевич в статье, посвященной микроскопу, писал про Левенгука: «Он сам плавил стекло, сам шлифовал, сам полировал, сам монтировал между серебряными и золотыми дисками и особенно сам искал и находил объекты наблюдения». И хотя эта фраза сказана про Левенгука, в ней Дмитрий Сергеевич весь сам — вся его самобытность, его страстное желание самому все делать, преодолевать трудности, искать и находить решения.

В написанной мною биографии Дмитрия Сергеевича Рождественского¹ стоит, что он встретил Октябрьскую революцию с энтузиазмом. Но эти слова на совети редактора, который их вставил. В действительности такая шаблонная фраза не выражает политических настроений Дмитрия Сергеевича в момент прихода большевиков к власти.

Дмитрий Сергеевич родился в семье гимназического учителя. Семья была большая — шесть человек детей, из них Дмитрий Сергеевич младший. Отец сперва препо-

¹ Фриш С. Э. // Воспоминания об академике Д. С. Рождественском. К 100-летию со дня рождения. Л., 1976. С. 61—86. Он же // Успехи физ. наук. 1976. Т. 118. Вып. 4. С. 567—582. Здесь и далее прим. ред.

давал историю в одной из петербургских гимназий, потом был директором народных училищ. В семье царили настроения, которые в то время принято было называть либеральными. В 1899 году, студентом 4-го курса, Дмитрий Сергеевич примкнул к университетской забастовке и отказался сдавать государственные экзамены, которые проводили в тот год под надзором полиции. Это стоило ему значительной потери времени: университет он окончил лишь год спустя.

В 1905 году Дмитрий Сергеевич дважды участвовал в забастовках университетских преподавателей: один раз после событий 9 января, другой раз перед 17 октября. Он принимал участие в Обществе лаборантов и доцентов и в Университетской Группе младших преподавателей, неоднократно подписывал резолюции, требовавшие введения конституции и демократических свобод. Его участие в политических собраниях отличалось активностью. Он был избран секретарем Группы младших преподавателей.

Вовлечению Дмитрия Сергеевича в общественную жизнь способствовала его дружба с Александром Антоновичем Добиашем², который деятельно участвовал в событиях 1905 года, организовывал у себя на квартире политические собрания и бывал на заседаниях Союза союзов — полулегальной организации того времени. Но вместе с тем политические взгляды семьи Добиашей, по-видимому, не отличались особой радикальностью. Я не знаю, был ли Александр Антонович в то время членом какой-либо партии, но его сестра Ольга Антонова — впоследствии жена Дмитрия Сергеевича³ — в период, предшествовавший Октябрьской революции, состояла членом партии кадетов. Дмитрий Сергеевич никогда не принадлежал ни к какой партии. По словам Карла Карловича Баумгарта, его политические взгляды были левее, чем у Добиашей, и в Государственную Думу он голосовал по списку левого блока.

Но самым характерным для Дмитрия Сергеевича была, на мой взгляд, не прогрессивность его политических точек зрения, а та страсть, с какой он хотел, что-

бы Россия вышла из состояния культурной и технической отсталости. Каждую свою заграничную поездку он стремился использовать для того, чтобы воочию увидеть, как там «делают» эту самую культуру, как читают студентам лекции, проводят лабораторные занятия, ведут научную работу. И каждый раз, возвращаясь на родину, он действительно с энтузиазмом пытался улучшить в университете преподавание физики и постановку научных исследований.

В конце 1918 года он вместе с Абрамом Федоровичем Иоффе внес в Наркомпрос проект открытия двух исследовательских институтов: Оптического института и Физико-технического рентгенологического института. Проект был одобрен. Днем открытия Оптического института считается 15 декабря 1918 года, когда состоялось первое заседание его ученого совета. Директором института стал Рождественский.

Дмитрий Сергеевич с самого начала мыслил себе Оптический институт как учреждение совсем особого типа, учреждение, органически сочетающее «чистую» науку с практикой. На первом годичном собрании института он говорил: «Все мы были одушевлены одной общей идеей — созданием Оптического института, того учреждения нового типа, в котором неразрывно бы связывались научная и техническая задачи».

Одну из главных задач института Дмитрий Сергеевич видел в пуске завода оптического стекла и в налаживании производства оптических приборов, теперь нужных и Красной Армии для борьбы с интервентами, и новой советской культуре. Начав работать с большевиками, Дмитрий Сергеевич делал это от чистого сердца. Он был человеком большой внутренней честности, для которого немислимы компромиссы. Говоря грубее, он был человеком, чуждым всякого двурушничества. Другая замечательная черта Дмитрия Сергеевича заключалась в полном отсутствии честолюбия. Он работал ради самого дела, из желания, чтобы работа приносила конкретные плоды. К нему не подходило понятие «скромность» в обычном смысле этого слова — он слишком хорошо понимал значение и размах своей деятельности. Но вся его деятельность была подчинена общим, принципиальным соображениям. Побочные мотивы не играли для него никакой роли.

² Александр Антонович Добиаш (1876—1932), физик, в начале века вместе с Рождественским работал в Петербургском университете у Боргмана, затем — в Ленинградской физико-технической лаборатории, Военно-медицинской академии, Государственном оптическом институте.

³ Ольга Антоновна Добиаш-Рождественская (1874—1939), видный историк-медиевист, член-корреспондент АН СССР. Известна трудами по истории культуры, латинской палеографии и как публикатор средневековых источников.

Я впервые увидел Дмитрия Сергеевича осенью 1918 года, когда начал слу-

шать его лекции по электричеству. Дмитрий Сергеевич был высок ростом, худ, костляв, несколько изломан в движениях. Он был некрасив: черты лица у него были неправильные, глаза маленькие, светлоголубые. Бородка, большой выпуклый лоб, очки, редкие зачесанные назад волосы — все это делало его похожим на ту фигуру профессора, которую видишь на сцене или на рисунке художника-шаржиста. Но у Дмитрия Сергеевича была замечательная улыбка, она преображала все его лицо, делала его приветливым и обаятельным.

Лекции Дмитрий Сергеевич читал неважно, хотя относился к их чтению серьезно и много к ним готовился. Лекционного мастерства, которым с таким совершенством владел Хвольсон, у него не было. Позже мне пришлось участвовать в учебном семинаре, который проводил Дмитрий Сергеевич, семинар этот он проводил прекрасно, очень серьезно и глубоко. Так же блестяще делал Дмитрий Сергеевич доклады и был замечательным собеседником. Его язык отличался своеобразием и яркостью, изобилдовал неожиданно меткими сравнениями. Он никогда не вел поверхностного разговора, его высказывания всегда касались сути дела, часто бывали остры, даже резки. Всегда они были самостоятельны. Но в самостоятельности его суждений не было ни тени рисовки, просто каждое его мнение было им самим глубоко продумано, «выношено» и потому приобретало всегда какую-то личную, индивидуальную окраску. Та же черта самостоятельности проявлялась во всей его практической деятельности. В науке он не стремился оригинальничать, занять позиции, противоположные установившимся.

Он был глубоким эрудитом, всегда серьезно знакомился с чужими работами и считался с ними. Он не боялся признаться, что чего-то не знает и охотно консультировался, часто с людьми намного моложе его. Но для него не существовало непогрешимых авторитетов. Всякую чужую мысль он должен был сперва критически разобрать, подвести под нее собственную логику. Он не считал нужным идти на поводу у кого бы то ни было. Он по-своему смотрел на факты, хотел всегда сам ставить себе задачи и сам искать их решения. Он был несомненно очень крупным, самобытным физиком, более крупным в действительности, чем если судить только по работам, которые ему удалось закончить и опубликовать.

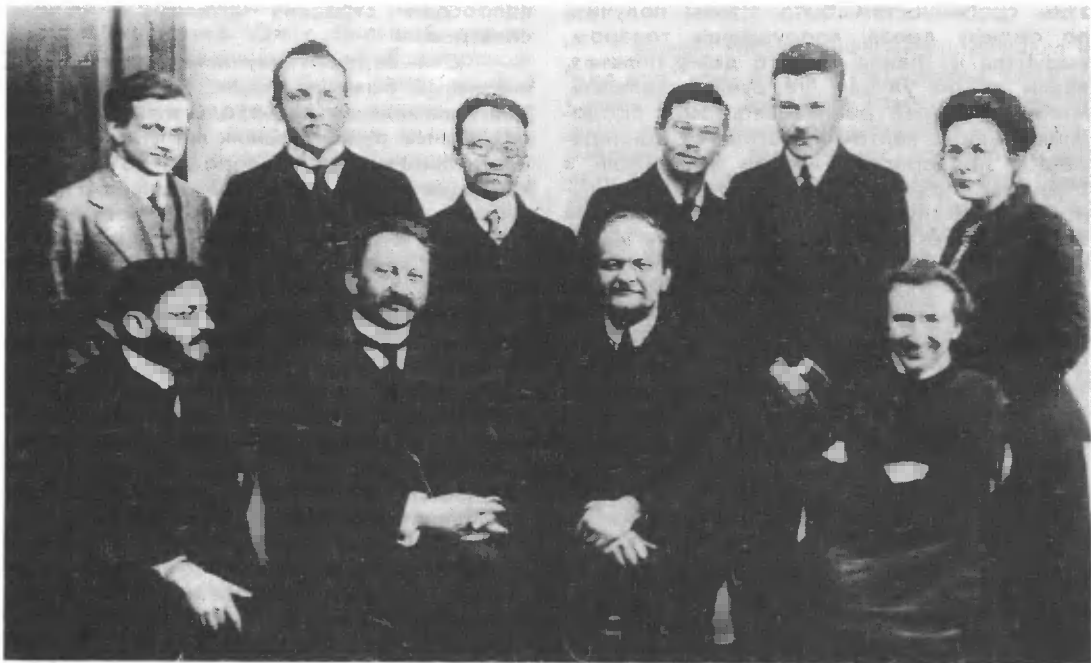
Разговаривая с Дмитрием Сергеевичем, я всегда чувствовал, что говорю с

человеком, который на голову выше окружающих. Такого интересного собеседника, как он, мне, кажется, потом никогда не пришлось встречать в моей жизни. Но, конечно, беседы, которые позволили мне так хорошо узнать и оценить Дмитрия Сергеевича, происходили гораздо позже, когда я был с ним знаком и часто встречался. В то же время, о котором я сейчас пишу, я только слушал его лекции и за весь курс задал ему, быть может, два или три вопроса. Из всех преподавателей университета мне ближе всего тогда приходилось иметь дело с Карлом Карловичем Баумгартом, который вел занятия в учебной лаборатории.

В конце декабря перед самыми каникулами во время занятий в лаборатории ко мне подошел Карл Карлович и предложил поступить на работу в Оптический институт — в ГОИ, как он стал сокращенно называться, на должность лаборанта. Это предложение было для меня неожиданным и очень лестным. Дело шло не просто о лаборантском месте, а о включении в группу студентов, которую Дмитрий Сергеевич решил подобрать, чтобы подготовить будущие кадры научных работников ГОИ. {...}

Поступление в Оптический институт явилось переломным моментом в моей жизни. Я не только начал работать в научном институте, о чем, будучи студентом второго курса, не смел и мечтать, но только улучшилось мое материальное положение, но изменилось и все отношение к событиям того времени. До революции я был еще совсем мальчиком, нигде не работал, и вопрос о том, как «прийти» к Советской власти, передо мной по-настоящему не стоял. С детства под влиянием матери я усвоил, что существовавший до революции в России строй несправедлив и должен заместиться другим. Теперь я, конечно, не все понимал из того, что происходило вокруг меня, но попытки большевиков строить новое общество на научной основе и особенно резкое осуждение войны и широкие интернациональные идеи импонировали мне. Мне не нужно было себя перестраивать или искать компромиссы. Я очень остро пережил все ужасы войны, и протест против социального строя, который порождает войны, поднимался во мне сам собой.

Однако все же надо было как-то оформить свое отношение к новой власти. Звание студента в то время не определяло социального положения человека, студент мог относиться и к числу «бывших». Мдя



Фотография примерно 1910 г. В первом ряду (сидят): П. С. Эренфест, А. Ф. Иоффе, Д. С. Рождественский, Т. А. Афанасьева-Эренфест. Во втором ряду (стоят): В. М. Чулаковский, Г. Г. Вейхардт, Л. Д. Исков, Г. Перлитц, В. Р. Бурсиан, Я. Р. Шмидт.

работа в порту тоже мало что меняла, так как она была поденной и не давала права, кажется, раньше чем через полгода, на вступление в профсоюз. Семья наша была выбита из колеи, и я тоже невольно чувствовал себя стоящим вне нового социального строя.

С поступлением в Оптический институт все изменилось. Я стал сотрудником вновь организованного советского учреждения, признанного нужным и полезным. Я оказался среди людей, которые не ныли по поводу трудных условий жизни и не вспоминали старое, а с увлечением работали и были настроены оптимистично. Это в корне изменило мое настроение. Помню, как я радовался всему, что было связано с поступлением в институт, даже тому, что в кармане у меня лежит новенькое служебное удостоверение. С несколько наивным, но вполне искренним удовольствием я рассматривал стоящую в нем большую круглую печать с серпом и молотом.

Гражданская война отошла от ворот Петрограда, но город продолжал оставаться пустым. Не было видно ни извозчиков, ни

автомобилей, редко, громыхая, проезжала телега. Кладь перевозили на ручных тележках. На главных улицах иногда проходил трамвай, до того облепленный людьми, что попасть в него можно было только на конечных остановках. В переулках между бульжниками мостовых пробивалась трава, летом цвели одуванчики. Деревья, которым больше не мешали ни городской дым, ни копать, широко раскинули в садах и скверах свои зеленые кроны.

Дома, покидаемые жильцами, разрушались. В опустевших помещениях быстро разворовывались двери, оконные рамы, потом разбирались на дрова полы и переборки. Оставался голый кирпичный остов, как после пожара. Городские власти, увидя, как граждане сами находят выход из топливного кризиса, решили взять дело с разборкой домов в свои руки. Я помню, как мы получили в райсовете ордер на дрова. На маленькой розовой бумажке значилось количество дров — в пудах — в адрес: один из ближайших к нашему дому переулков. Придя с Варикой в этот переулок, мы увидели пустое, но еще совсем крепкое деревянное двухэтажное здание; перед ним у нескольких весов сидел на скамейке человек. Удивленные, мы спросили его, где же можно получить дрова.

— А вот, наломайте, — сказал он, показывая на здание, — а я свешаю.

Люди быстро приспосаблились ко всем

этим особенностям быта. Чтобы получить по ордеру дрова, вооружались топором, вырубали из балок старого дома поленья, везли их по улицам на ручной тележке. Чтобы выгоднее реализовать свои продовольственные карточки, бегали от кооператива к кооперативу, часами выстаивали в очереди. На рынках меняли старые носильные вещи, всякую домашнюю утварь на кусок хлеба или горсть крупы. Стоимость денег стремительно падала. «Керенки» сменились «косыми» — маленькими розовыми тысячными бумажками, а их сменили «лимоны» — желтые бумажки с надписью: «один миллион рублей». Одно время всякая продажа из частных рук была объявлена спекуляцией, и если приехавшая в город крестьянка продавала на улице гражданину пуд картошки, то оба подлежали задержанию как спекулянты. Тогда появились настоящие спекулянты, адреса которых передавались исподтишка, с соблюдением всяких предосторожностей. На условный стук отпирался замок, и кто-то долго и подозрительно присматривался к пришедшему сквозь дверную щель, раньше чем впустить в квартиру и произвести обмен.

В учреждениях пытались раздобыть всякого рода пайки и сверхлимитные выдачи. В Оптическом институте Дмитрий Сергеевич, со свойственной ему энергией, выхлопотал для сотрудников «атомный паек». Это странное название происходило от того, что паек выдавался ученым, работающим над научной проблемой о строении атома. Мы, лаборанты, были тоже включены в число лиц, получающих этот паек. Выдачей продуктов по пайку ведала жена одного из сотрудников института — Ольга Авдеевна Тудоровская, и раз в неделю на квартире у Тудоровских шел дележ пайка. Выдавались хлеб, селедки, конопляное масло, бараньи головы. Почему-то по пайку часто давали бараньи головы, и мы острили, что продуприва думает, что для успешного решения проблемы атома годятся бараньи мозги.

Дмитрий Сергеевич с огромной энергией воплощал в жизнь идею о том, что Оптический институт — новый институт нового социалистического государства — должен одновременно быть учреждением и научным, и практическим. Он добивался возобновления производства оптического стекла, прекратившегося из-за общей хозяйственной разрухи, и одновременно сам с огромным увлечением занимался научными

вопросами строения атомов и теории спектров.

Для ведения научной работы условия тогда были не менее трудными, чем для налаживания производства, и у многих опускались руки. Мешали не только трудности быта — голод и холод — но и полная изоляция России от всего остального культурного мира. Уже во время войны иностранные журналы и книги поступали нерегулярно, начиная же с 1917 года всякий доступ к иностранной литературе прекратился. Антанта проводила по отношению к молодой Советской республике жестокую блокаду, и не только промышленные товары, но ни одна книга, ни один журнал не могли проникнуть сквозь воздвигнутый кордон. Из случайно доходивших слухов мы узнавали, что с окончанием войны в Западной Европе и в Америке научная работа возобновлялась быстрыми темпами. Мы же остановились на том, что было известно к концу 1916 года. В этих условиях было трудно надеяться открыть что-либо новое, еще неизвестное за границей. Особенно трудно было рассчитывать на успех в области строения атомов и теории спектров, так как здесь работа перед войной и даже во время войны велась за границей очень интенсивно. К периоду 1913—1914 годов относились основные открытия Бора, впервые позволившие понять механизм испускания спектров. В 1916 году в Германии известный физик и математик Зоммерфельд опубликовал работу об эллиптических орбитах электрона в атоме водорода. Это была для нас последняя новинка. Что удалось сделать после, никто из русских физиков не знал. И в этих условиях, необычайно трудных для ученых, Дмитрий Сергеевич не побоялся сам приняться за теорию спектров. В празднование первой годовщины основания Оптического института, 15 декабря 1919 года, он выступил с большой речью «Спектральный анализ и строение атома».

В этот день мы собрались в Большой аудитории Физического института. Собрался весь состав Оптического института и большая часть физиков университета. И хотя пришедшие заполнили аудиторию едва наполовину, настроение царило праздничное. Итог первого года работы ГОИ оказался неплохим. Отчет о деятельности института сделал Карл Карлович Баумгарт. Затем выступил Дмитрий Сергеевич. Он говорил очень живо, пересыпая свою речь, как всегда, яркими и своеобразными сравнениями. Это не была речь на общую тему или обзор. Дмитрий Сергеевич изложил в ней результаты своих собственных исследований и наметил

огромный план новых научных работ Оптического института. Он с большой смелостью и проницательностью обобщил основные положения теории Бора, относившиеся лишь к атому водорода, на другие, более сложные атомы. Впоследствии мы узнали, что многие из положений Дмитрия Сергеевича были примерно в то же время открыты рядом ученых Запада, но это, конечно, не умаляет, а, наоборот, подчеркивает его заслугу. Он один полнее и в более общей форме высказал то, что высказало несколько наиболее известных ученых за границей. И хотя эти работы Дмитрия Сергеевича не получили такой известности, как его работы по аномальной дисперсии света, в них в еще большей мере сказались самобытность и оригинальность его научного мышления. Для советской же оптики эти исследования Дмитрия Сергеевича, выполненные в самые трудные годы революции, сыграли исключительно важную роль. Для нас — его многочисленных учеников и последователей — они определили направление научных работ на много лет вперед, послужили образцом тому, как надо, не боясь трудностей и не оглядываясь на других, самим искать новое.

Дмитрий Сергеевич, проводя реформу университетского преподавания, привлёк к чтению лекций ряд новых лиц, в том числе Бурсиана, Фредерикса и Круткова⁴. Фредериксу он передал курс оптики, который до того читал сам, Круткову — вновь созданный курс механики для физиков и Бурсиану термодинамику, которую раньше читал Хвольсон. Хвольсон не только прекрасно читал курс общей физики, но когда-то очень тщательно разработал и курс термодинамики. Однако курс успел устареть, и перестроить его наново, как того хотел Дмитрий Сергеевич, теперь, в семьдесят лет, Хвольсону было не под силу. Он был обижен, что чтение термодинамики передается молодому человеку, но Дмитрий Сергеевич не слишком считался с людьми, когда проводил мероприятия, казавшиеся ему необходимыми.

Новым лектором — Бурсиану, Фредериксу и Круткову — было тогда лет по тридцать с небольшим.

Виктор Робертович Бурсиан родился и жил всю свою жизнь в Петербурге. Он был сыном врача, довольно известного специалиста по лечебной гимнастике. Семья принадлежала к тому кругу «петербургских немцев», о котором мне пришлось уже говорить⁵. Виктор Робертович был лютеранином, в совершенстве знал немецкий язык; его русская речь, тоже совершенно правильная, отличалась некоторой сухостью. Наружность его была заурядной: на широком лице небольшой нос и маленькие невыразительные глаза. Но он был человеком очень умным, методичным и чрезвычайно трудоспособным. Он окончил Петербургский университет и уже в то время, о котором я сейчас пишу, пользовался известностью среди физиков как исключительный эрудит. Среди его товарищей ходило убеждение, что Виктор Робертович все знает и все может объяснить. Действительно, если на заседании или семинаре заходил разговор о каком-либо спорном вопросе, то Виктор Робертович, взяв слово, все разъяснял и всегда оказывался прав. Если бы не его впоследствии трагически сложившаяся судьба, он мог бы стать одним из наиболее крупных советских физиков.

Его лекции, чрезвычайно содержательные и продуманные, казались, однако, большинству студентов трудными и скучными. Хотя я был довольно хорошо подготовленным студентом, я тоже не сумел извлечь из лекций Бурсиана все то, что они на самом деле могли дать. Позже, окончив университет, я один год снова ходил на лекции Виктора Робертовича и только тогда вполне понял, насколько они содержательны и глубоки.

Нас, лаборантов Оптического института, университетские преподаватели знали, конечно, хорошо и не соблюдали для нас в учебных занятиях никаких формальностей. Экзамены мы сдавали каждый по отдельности, просто сговорившись с лектором о дне и часе экзамена. Этавольготность таила в себе и трудность: идти на экзамен, плохо зная предмет, было неудобно, приходилось готовиться тщательно. Я помню, как перед экзаменом у Бурсиана по термодинамике излучения я готовился очень много, прочел ряд книг, содержание которых выходило за рамки программы. Когда я шел экзаменоваться, мне казалось, что я «все знаю». Вик-

⁴ Профессора Ленинградского университета Виктор Робертович Бурсиан (1887—1945), Всеволод Константинович Фредерикс (1885—1943) и член-корреспондент АН СССР Юрий Александрович Крутков (1890—1952) попали под пресс сталинских репрессий. Все трое были арестованы осенью 1936 г.; Бурсиан и Фредерикс погибли; Крутков после 10 лет заключения был освобожден.

⁵ К кругу «петербургских немцев» принадлежал и отец Сергея Эдуардовича, о котором он много рассказывает в первой части своих «Воспоминаний».

тор Робертович на мою просьбу дать вопрос улыбнулся:

— Хорошо, мы разделим нашу с вами беседу на две части, одна будет для вашего удовольствия, а другая для вашей пользы.

Он задал мне два или три вопроса, сравнительно простых, входивших в программу. Я ответил на них уверенно. После этого Виктор Робертович поставил мне в матрикул «весьма удовлетворительно» — высшую в то время отметку.

— А теперь, — сказал он, — продолжим разговор для вашей пользы, — и он задал мне еще несколько вопросов, из которых я сразу понял, как неглубоки мои познания. Прием был не очень приятен для самолюбия экзаменуемого, но полезен, чтобы сбить чрезмерную самоуверенность с начинающего физика.

Всеволод Константинович Фредерикс был человеком совсем другого круга и другого склада, чем Бурсиан. Он приходился племянником известному аристократу и министру двора барону Фредериксу. Его отец занимал при царском режиме видные посты, но в чем-то скомпрометировал себя и был переведен в Тобольск. Там Всеволод Константинович и окончил гимназию. После окончания гимназии он уехал с братом за границу, в Испанию. Такой экзотический маршрут был обусловлен тем, что его брат принимал участие в ботанической экспедиции в Пиренеях. Из Испании Всеволод Константинович отправился в Женеву, где поступил в университет. После окончания Женевского университета он не вернулся домой в Россию, но поехал в Германию, в Геттинген — излюбленное место паломничества русских молодых ученых. В Геттингене Фредерикс начал вести научную работу в лаборатории Фойгта. До начала первой мировой войны он успел выполнить вместе с немецким физиком Ферстерлингом несколько интересных исследований по металлооптике, получивших известность среди ученых того времени.

Когда в 1914 году началась война, Всеволод Константинович, как русский подданный, оказался гражданским пленным. Но его не отправили, как других русских, задержанных в Германии, в концентрационный лагерь, а разрешили проживать по-прежнему в Геттингене, лишь под надзором полиции. В Геттингене он оставался до конца войны.

В 1918 году, когда начался обмен пленными, он вернулся в Россию — в то самое время, когда люди его круга в большин-

стве пытались бежать за границу. Всего своего имущества он, конечно, лишился, но это, по-видимому, его мало смущало, и он решил остаться и работать в Советской России. Он был физиком с именем, известным специалистом по оптике, поэтому Дмитрий Сергеевич сразу пригласил его в сотрудники ГОИ и одновременно предложил читать лекции в университете. Таким образом Всеволод Константинович вошел в круг петроградских физиков.

Он был высокого роста, худощавый, с несколькими резкими чертами лица. Он много успел повидать на своем веку, был разносторонне образован и начитан. Разговор с ним всегда складывался интересно и содержательно. Он очень умел себя держать, причем с самыми различными людьми. У женщин он пользовался большим успехом.

Что касается лекций, то их Всеволод Константинович читал скверно, постоянно путался в выкладках. Тем не менее студенты охотно ходили его слушать. За внешней нескладностью изложения скрывались его большая эрудиция и научная оригинальность. Он был очень талантливым человеком, работал как теоретик и как экспериментатор, что бывает редко. Впоследствии он собрал вокруг себя группу учеников и вел большую научную работу. Ученики и сотрудники любили его.

Третий из привлеченных Дмитрием Сергеевичем к чтению лекций молодых физиков был Юрий Александрович Крутков. Он, как и Бурсиан, окончил Петербургский университет. Он был очень красивой собой, живой, остроумный. Большая талантливость уживалась в нем с полной несистематичностью в работе. В этом отношении у него не было ничего общего с Бурсианом. Рассказывали, что будучи студентом он настолько пренебрегал своими учебными обязанностями, что затягивал сдачу экзаменов до последнего возможного срока. В конце концов его приятели ехали к нему на квартиру, сажали на извозчика и везли в университет экзаменоваться. Но однажды не удался и этот маневр: по дороге Юрий Александрович выскокил из пролетки и скрылся в каком-то дворе. Но еще студентом он сделал хорошую теоретическую работу. Его талантливость заметил Эренфест и всячески старался его продвинуть.

Юрий Александрович, начав преподавать, проявил себя лектором исключительного блеска. У него было все: и оригиналь-

ность изложения, и глубина, и умение сделать материал доходчивым, и внешняя эффектность. Он мог, как и Фредерикс, запутаться в выкладках, даже объявить, что то, что он рассказывал, неверно, но это не вредило ему. Конечно, ни Хвольсон, ни Бурсиан никогда не путались на лекциях, да им этого и нельзя было делать. Круткову же все сходило.

Несходство Круткова с Бурсианом проявлялось и в том, как они относились к своим ученикам. У меня произошел следующий эпизод со сдачей у Круткова экзамена по механике. В то время я ходил вместе с моими молодыми университетскими преподавателями на яхте. И вот однажды в яхт-клубе я отказался принять участие в прогулке на яхте, говоря, что мне надо идти домой готовиться к экзамену.

— К какому это экзамену вы собираетесь так усердно готовиться? — спросил меня Юрий Александрович.

— К вашему, по механике. Послезавтра я должен у вас сдавать.

— Бросьте, — сказал Крутков, — вот я сейчас проэкзаменую вас. Я задам один вопрос, и если вы ответите верно, то экзамен будет сдан.

После этого он задал мне довольно хитрый вопрос, что называется «на сообразительность». Я сообразил и ответил верно.

— Ну, вот видите, не надо готовиться, идемте на яхте.

На яхте я пошел, но через день, конечно, явился на экзамен.

— Нет, — сказал Юрий Александрович, — я держу свое слово, давайте матрикул.

Я почему-то часто сходил с людьми, мало на меня похожими. Так возникли у меня дружеские отношения и с Петром Ивановичем Лукирским⁶.

Петр Иванович был на пять лет старше меня. Он окончил университет в 1915 году и сразу по окончании оказался в числе «оставленных при университете». «Оставленные» были чем-то вроде теперешних аспирантов: небольшое число студентов, проявивших себя наиболее способными, «оставлялись», как значилось в университетском уставе, «для подготовки к профессорскому званию». «Оставленным» иногда платили не-

большую стипендию, иногда нет; срок оставления был неопределенным.

Петр Иванович был человеком способным, живым, интересным, увлеченным наукой и умевшим увлекать других. Вместе с тем он был легкомыслен и в работе, и в поступках, любил рассказывать всякие небывлицы и похвастаться. Его хвастовство служило постоянной темой подсмеивания над ним, но он не замечал насмешек и продолжал хвастать по-прежнему. Нам, молодежи, он импонировал и своими рассказами, и умением блеснуть познаниями по физике, и простыми, приятельскими отношениями с нами. Он имел в то время большое влияние на нас.

Дмитрий Сергеевич поручил Лукирскому, как и другим молодым физикам, чтение лекций. Читал он необязательный курс электронных явлений, читал живо и интересно.

Петр Иванович был родом из Новгорода. Там, на Ильмене, он много ходил на парусной лодке и теперь; в Петрограде, тоже попробовал заняться парусным спортом. Дореволюционные яхт-клубы были закрыты, яхты реквизированы у их владельцев. Но летом 1920 года в бывшем Императорском яхт-клубе на Крестовском острове стала возобновляться жизнь. Яхты раздавались в аренду учреждениям, кое-кто из прежних хозяев появился в новых ролях — инструкторов спорторганизаций. Петр Иванович принялся за дело энергично: образовал при Физическом институте секцию парусного спорта и добился того, что университет получил в пользование небольшую, но очень хорошую яхту, называвшуюся «Моной Лизой».

Дмитрий Сергеевич, будучи очень занят собственной научной работой и организацией Оптического института, конечно, не мог посвящать много времени руководству нашими лаборантскими работами. Да он и не считал нужной мелкую опеку над начинающими молодыми исследователями. Со свойственной ему образностью он говорил, что ценят надо прямо бросать в глубокую воду, чтобы они научились плавать.

Мы учились обычным приемам эксперимента у наших старших товарищей по работе, до многого доходили сами. Но от времени до времени Дмитрий Сергеевич заходил к каждому из нас, осматривал установку, задавал вопросы, делал замечания, иногда сам тут же показывал, как надо

⁶ Петр Иванович Лукирский (1894—1954) также подвергся незаконному аресту. Это произошло в 1938 г., но — редкий случай — дело его было пересмотрено, и в 1942 г. он был освобожден. В 1946 г. избран академиком.

наблюдать, как производить измерения. Он никогда не ограничивался общими словами, его замечания были всегда очень конкретны и чрезвычайно полезны.

— Батенька ты мой,— говорил он,— это надо делать так... И он сам садился за измерительный микроскоп и показывал все: как надо сесть, чтобы было удобнее, как положить локоть, как наводить микрометрический винт, как делать отсчет и записывать в тетрадь. Даже в мелочах его пример оказывал на каждого из нас большое влияние. Я помню, как раз, зайдя ко мне в лабораторию, он увидел, что раковина полна воды.

— Что это? — спросил он.

Я сказала, что уже несколько дней, как засорилась раковина, но водопроводчик до сих пор не приходит ее прочистить.

— Нечего ждать водопроводчика,— заявил Дмитрий Сергеевич.

Он скинул пиджак, засучил рукава, взял проволоку, тряпки. Через пять минут раковина была прочищена. Он сказал:

— Все, что можно, надо делать самому.

Эта фраза напомнила, как в детстве отец тоже посоветовал мне делать все самому. Много раз потом в жизни я убеждался, как полезен был этот совет, данный мне моим отцом и моим научным руководителем — Дмитрием Сергеевичем Рождественским.

Второй школой физики в Ленинграде была школа Иоффе. Абрам Федорович Иоффе многим отличался от Дмитрия Сергеевича. Он происходил из зажиточной семьи, из того круга еврейства, который характеризовался высокой интеллектуальностью и не боялся, когда нужно, рвать со старыми еврейскими традициями. Абрам Федорович был лютеранин.

Проработав после окончания Петербургского технологического института долго за границей у Рентгена, Иоффе вернулся в Россию сложившимся, хорошо образованным физиком, прошедшим настоящую научную школу. Он лично знал большинство тогдашних крупных европейских физиков. Эрэнфест был его близким другом.

Прекрасно образованный, очень талантливый, Абрам Федорович быстро воспринимал новые теории и старался ставить эксперименты для их проверки. Так, еще в 1906 году, только что вернувшись из-за границы, он занялся экспериментальной проверкой теории Эйнштейна о корпускуля-

рной структуре света. От Рентгена он унаследовал интерес к электрическому и упругим явлениям в кристаллах. Но в других отношениях он не пошел по пути своего учителя. Рентген принадлежал к той старой школе немецкой экспериментальной физики, которая ограничивалась точным описанием наблюдаемых фактов, избегая их теоретического толкования. Иоффе, наоборот, все свои эксперименты связывал с теоретическими представлениями. Это была и сильная, и слабая его сторона: его эксперимент всегда отличался целеустремленностью, но вместе с тем и чрезмерной схематичностью. В толковании результатов своих наблюдений он иногда проявлял предвзятость: он обязательно хотел, чтобы подтвердилась заранее им принятая теоретическая схема. Ему хотелось открыть что-либо необычное. Впоследствии он сам вспоминал, что Рентген однажды сказал ему: «Я жду от вас серьезной научной работы, а не сенсационных открытий».

Свой острый интерес к физике Иоффе умел передать другим. Около него охотно собирались ученики и сотрудники. Он, как и Дмитрий Сергеевич, сразу понял перспективы послереволюционного развития физики и вместе с Дмитрием Сергеевичем обратился в конце 1918 года в Наркомпрос с ходатайством об открытии новых исследовательских институтов. Так одновременно с Оптическим институтом возник Государственный рентгенологический и радиологический институт. Он состоял из двух отделений: физико-технического, возглавляемого Иоффе, и медицинского радиологического, которым заведовал профессор Неменов. Оба отделения скоро разделились и стали двумя самостоятельными институтами.

Ряд университетских работников — Бурсиан, Лукирский, а несколько позже и Фредерикс — начали по совместительству работать и в новом Физико-техническом институте. И хотя институт помещался далеко — в Лесном, между ним и университетом установилась тесная связь. Наша лаборантская группа принимала деятельное участие во всей научной жизни того времени. Несмотря на нашу молодость, с нами считались, мы получали приглашения на всякого рода заседания и годовичные собрания. Мы часто бывали в Физико-техническом институте и чувствовали себя вполне в курсе его тогдашних дел. Ни секретности, ни разобщенности в работе учреждений, которые стали теперь столь характерны для исследований в области физики, тогда и в помине не было.

Сразу после окончания войны физики во всех западноевропейских странах с лихорадочной быстротой начали, пользуясь идеями Бора, расшифровывать таинственные записи, хранившиеся на спектрограммах. Огромное количество новых экспериментальных исследований проводилось в лабораториях. Сведения об этих работах проникли к нам, как только была снята блокада. Эренфест организовал среди голландских и немецких физиков сбор оттисков научных публикаций и пересылку их в Россию. Начали прибывать первые журналы и книги. Я помню, с какой жадностью мы набрасывались на них, пересказывали друг другу прочитанные новости, делали доклады на семинарах и научных собраниях.

Две вещи стали нам ясны: во-первых, работы Рождественского по теории спектров и строению атомов и работы Иоффе по рентгенографическому исследованию кристаллов лежат на основной линии развития физики. В этом отношении мы не отстали. Во-вторых, у нас не хватает приборов, материалов, книг, чтобы идти в ногу с заграницей. Это второе обстоятельство было осознано и в правительственных кругах. В 1920 году ГОИ получил большую сумму золотом для импортных закупок. Для их реализации в Германию и Голландию выехали двое сотрудников института — Владимир Михайлович Чулановский и Александр Алексеевич Архангельский. Примерно одновременно с ними выехали за границу, тоже для закупок, сотрудники Академии наук и петроградского Рентгенологического института.

Закупки делались в Германии. Германия была страной, с которой Россия в течение трех лет вела войну, но она же была первой страной, с которой Россия после революции вновь установила контакт. Еще до подписания Рапалльского договора Германия стала налаживать с Советской Россией деловые и торговые связи. Чудовищное кольцо блокады оказалось разорванным. Закупки начались в широких масштабах. Закупались машины, научные приборы, книги. Использовались даже немецкая полиграфическая база — ряд советских книг печатался в Германии. После нескольких лет полной изолированности шлюз открылся, в Россию хлынул поток иностранных товаров и иностранной техники.

В Берлине образовалось огромное советское учреждение — Торгпредство. В нем работали многочисленные закупочные груп-

пы. Большое число лиц выехало в Берлин и другие немецкие города. В составе одной из самых первых групп в Германию отправились Чулановский и Архангельский. Несколькими позже за границу поехал и Дмитрий Сергеевич.

Закупки прошли удачно. Сделать это было непросто. Германия страдала от инфляции, ценность денег стремительно падала со дня на день. Одна и та же номинальная денежная сумма могла быть реализована очень по-разному. Архангельский и Чулановский выполнили свою миссию прекрасно.

Четвертый съезд физиков проходил через два года в Ленинграде⁷. В его работе впервые после революции принял участие иностранный гость — Павел Сигизмундович Эренфест. Об Эренфесте я много слышал раньше, и мне было интересно его увидеть. Он оказался совсем не таким, каким я его себе представлял: небольшого роста, круглоголовый, черный и лохматый. Сквозь круглые очки проглядывали глаза навывкате — глаза сильно близорукого человека. Когда он улыбался, а улыбался он часто, верхняя губа его приподымалась и обнажала крупные зубы.

Эренфест был очень своеобразен, и про него ходило много анекдотов. Говорили, что если он приезжает в незнакомую страну, то уже через неделю может прочесть лекцию на ее языке, но если затем он проживет в этой стране десять лет, то лучше говорить не научится. Действительно, ни на одном языке он не говорил вполне правильно. Однако как раз эта неправильность придавала особую выпуклость и образность его речи, что являлось, быть может, главным источником его обаяния. Возможно, острота некоторых его замечаний носила не столько нарочитый характер, сколько происходила от этого своеобразия речи. Я помню, придя в Физический институт и встретив Хвольсона, Эренфест разразился следующей тирадой:

— О, Орест Данилович, как я рад вас видеть в добром здравии и все за работой; вы по-прежнему все читаете и пишете, читаете и пишете...

Орест Данилович обиделся, решив, что это намек на комплиментный характер его трудов.

⁷ На IV Всесоюзном съезде физиков, проходившем с 16 по 20 сентября 1924 г., присутствовало около 700 человек и было заслушано 170 докладов и научных сообщений.

Эренфест был замечательным докладчиком. Его манеру выступать очень удачно охарактеризовал Яков Ильич Френкель: «Его устами неодушевленные предметы — молекулы, атомы, электроны — разговаривают друг с другом на довольно-таки ломаном, но вместе с тем очень тонком русском языке, любят и ненавидят, и вообще оживают, превращаясь в микроскопических обитателей одушевленной Вселенной». Часто доклады Эренфеста носили характер диалога — диалога с каждым из его слушателей. Он задавал вопросы и сам, от имени слушателей, на них отвечал. Его аргументация, оригинальная и очень тонкая, одновременно обладала исключительной доходчивостью. Он удивительным образом умел заставить задуматься над выдвинутой проблемой, осознать ее значимость и важность. Сам он, говоря о своих учениках, спрашивал: «Но почему же они такие умные?» И сам отвечал: «Wei ich so dumм bin, что, пожалуй, лучше всего перевести на русский язык словами: «Да потому, что я сам-то не очень умен!»

Обсуждая с кем-либо научный вопрос, он всегда пытался выделить главное: «Was ist der Witz?» (В чем здесь загвоздка?) — спрашивал он. И этот вопрос часто заставлял собеседника увидеть все в новом и неожиданном свете.

Самому Эренфесту принадлежал ряд крупных работ, значение которых заключалось главным образом в подведении тонкого логического обоснования под трудные и неясные места теорий. Такими были работы, посвященные основам статистической физики, которые он опубликовал совместно со своей женой Татьяной Алексеевной Афанасьевой-Эренфест еще в бытность в Петербурге; такими были его работы о понятии адиабатической инвариантности в квантовой механике. Но сам Эренфест всегда оставался недоволен достигнутыми результа-

тами. Мне пришлось раз, несколько случайно, услышать рассказ Абрама Федоровича Иоффе об Эренфесте. Со слов Абрама Федоровича, Эренфеста постоянно тяготило сознание, что он занял в Лейденском университете место Лоренца — одного из крупнейших физиков своего времени. Ему казалось, что он не достоин этого места и это все замечают. На самом же деле при Эренфесте Лейден в еще большей мере, чем при Лоренце, превратился в центр теоретической мысли по физике. И дело было не в том, насколько крупны были опубликованные Эренфестом работы, а в том, что он умел глубоко воздействовать на своих слушателей и собеседников. Многие крупные физики были ему обязаны тем, что зародившиеся у них еще смутные идеи становились ясными и превращались в открытия первостепенной важности.

Естественно, что Эренфест в значительной мере определил весь характер работы Ленинградского съезда. Официально он выступал лишь один раз с докладом о квантовой теории света, но почти по каждому сообщению он задавал вопросы и определял характер дискуссии.

В связи с этими дискуссиями я хочу вспомнить одну очень интересную подробность. В разговоре с Дмитрием Сергеевичем Рождественским о квантовых законах испускания и поглощения света Эренфест начал обсуждать возможную роль так называемых индуцированных переходов, введенных в рассмотрение Эйнштейном. Я очень хорошо помню (я присутствовал при этом разговоре), как обсуждалась идея об экспериментальном наблюдении отрицательного поглощения в неравновесной среде. Другими словами, во время съезда 1924 года обсуждалась та самая идея, которая потом привела к открытию ныне столь знаменитых квантовых генераторов света.

(Продолжение в следующем номере.)

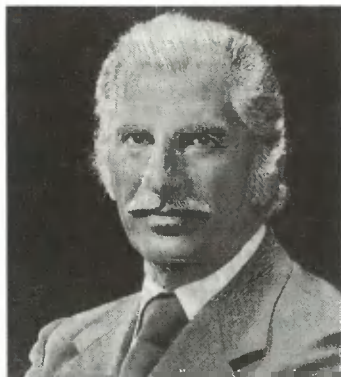
Организация науки

Звание доктора геолого-минералогических наук honoris causa — М. Хэлбути

Это звание Академия наук СССР присвоила видному представителю американского бизнеса, геологу-нефтянику и крупному организатору научных исследований М. Т. Хэлбути (Michel T. Halbouty).

Почетный президент Американской ассоциации геологов-нефтяников, Хэлбути хорошо известен в своей стране как председатель совета директоров и президент одной из ведущих компаний по разведке и добыче нефти и газа. Он признанный специалист в области геологии нефтяных и газовых месторождений, автор более 300 научных работ; участвовал в разработке концепции глубокого разведочного бурения, нацеленного на поиск нефти и газа в считавшихся ранее неперспективными осадочных бассейнах, перекрытых тектоническими покровами кристаллических пород. Это позволило открыть новые месторождения углеводородов на западе Аппалачских и востоке Скалистых гор, что Хэлбути и отметил в докладе «Нефтегазоносные бассейны мира и новые открытия» на XXVII Международном геологическом конгрессе (Москва, 1984 г.).

Благодаря энергичным усилиям Хэлбути, Техасский университет, профессором и спонсором которого он является, за последнее десятилетие приобрел явно выраженный геологический «крен». Несколько его центров на побережье Мексиканского залива с успехом занимаются исследованиями океанского дна. Много сил и средств Хэлбути вложил в созданный по его инициативе в 1972 г. Тихоокеанский совет по энергетическим и минеральным ресурсам, который объединяет специалистов в области наук о Земле, инженеров, исследова-



М. Т. Хэлбути.

тельные институты, предприятия и государственные службы стран Тихоокеанского региона, занимающиеся изучением и использованием ресурсов океана. Хэлбути — бессменный президент этого совета.

Совет регулярно проводит международные Тихоокеанские геологические конференции, симпозиумы и совещания, координирует исследования в Тихом океане, издает книги и карты. Уже опубликованы геологические и геофизические карты океана, карты стихийных бедствий на его побережье; готовятся карты Арктики. В исследованиях геологической службы США, предшествующих составлению карт, принимают участие и специалисты из СССР. Роль Хэлбути в укреплении научных связей между нашей страной и США исключительно велика.

Влиятельная политическая фигура — видный член республиканской партии, человек, близкий Р. Рейгану и нынешнему президенту Дж. Бушу, — Хэлбути еще в тяжелые годы конфронтации между нашими странами одним из первых понял, что Тихоокеанский совет по энергетическим и минеральным ресурсам бессмыслен без участия в нем СССР. Поэтому в исполком совета был включен и наш представитель — известный геолог Н. А. Богданов.

Хотя Хэлбути содействовал осуществлению многих про-

ектов, но делом своей жизни считает бурение советско-американской исследовательской скважины на границе СССР и США в Беринговом море.

В своей речи в Москве по случаю вручения ему диплома доктора honoris causa Хэлбути отметил возрастающую роль геологии, число направлений в которой постоянно растет, в условиях увеличивающихся населения планеты и сырьевого дефицита, с одной стороны, и экологического кризиса — с другой. По его мнению, с истощением известных типов месторождений полезных ископаемых появляется необходимость открывать новые, и здесь не обойтись без продуктивных концепций и идей, неортодоксальных исследований. Наряду с традиционными для геологии задачами возникают и такие, как захоронение отходов, контроль за загрязнением, геологическое обеспечение строительства крупных объектов. Отмечая заслуги многочисленной армии геологов разных стран, заложивших основу современной науки своими скрупулезными наблюдениями за природой, Хэлбути призвал отказать от шаблонного мышления, вносить в исследования изобретательность и творчество, не боясь выбора неправильных путей.

В заключение он сказал: «Я считаю эту награду, присужденную мне Академией наук СССР, самым высоким признанием моих достижений и рассматриваю ее как наивысшую оценку всей моей карьеры».

© М. Ю. Зубрева
Москва

Космические исследования

Запуски космических аппаратов в СССР: май — июнь 1990 г.

В этот период в Советском Союзе запущены 14 спутников, в том числе 8 спутников серии «Космос».

Космический аппарат	Дата запуска	Параметры начальной орбиты			
		перигей, км	апогей, км	накло-нение, град	период обра-щения, мин
«Прогресс-42»	6.V	194	261	51,6	88,7
«Космос-2077»	7.V	195	346	62,9	89,6
«Космос-2078»	15.V	206	307	70	89,3
«Космос-2079»	19.V	19 130	19 130	64,9	675
«Космос-2080»					
«Космос-2081*»					
«Космос-2082»	22.V	852	880	71	102
«Ресурс-Ф»	29.V	190	260	82,3	88,7
«Кристалл»	31.V	220	346	51,6	89,9
«Молния-3»	13.VI	492	40 839	62,8	738
«Космос-2083»	19.VI	192	262	82,6	88,7
«Горизонт»	21.VI	35 788	35 788	1,4	1436
«Космос-2084»	22.VI	590	756	62,8	98,2
«Метеор-2»	28.VI	951	974	82,3	104,1

* «Космос-2079, -2080, и -2081» запущены одной ракетой-носителем «Протон».

«Космос-2079, -2080 и -2081» предназначены для отработки элементов и аппаратуры глобальной космической навигационной системы «Глонасс», с помощью которой будет определяться местонахождение самолетов гражданской авиации и судов морского и рыболовного флотов СССР.

Автоматический корабль «Прогресс-42» доставил на орбитальный комплекс «Мир» необходимые материалы. 10 июня комплекс состыкован с технологическим модулем «Кристалл», предназначенным для исследований и экспериментов по космическому материаловедению.

Очередной спутник «Ресурс-Ф» оснащен аппаратурой многозональной и спектральной фотосъемки для исследования природных ресурсов Земли и решения экологических задач.

Спутник связи «Горизонт» запущен по программе дальнейшего развития систем связи и телевидения и выведен на близкую к стационарной орбиту. На нем установлен передатчик «Маяк», предназначенный для освоения новых диапазонов частот и создания перспективных систем космической связи.

На спутнике «Метеор-2» размещена аппаратура для получения глобальных изображений облачности и подстилаю-

щей поверхности в видимом и инфракрасном диапазонах и непрерывных наблюдений за потоками проникающих излучений в околосреднем космическом пространстве.

Для запуска использовались ракеты-носители «Союз», «Молния», «Протон».

Космические исследования

Экспедиция на «Мир»: июнь — июль 1990 г.

Космонавты А. Я. Соловьев и А. Н. Баландин продолжили работу на орбитальном научно-исследовательском комплексе «Мир».

Попытка стыковки технологического модуля «Кристалл» с орбитальным комплексом «Мир», предпринятая 6 июня, закончилась неудачей. Пять корректирующих импульсов были выполнены нормально, но перед заключительным, шестым, после которого модуль должен был попасть в зону радиозахвата комплекса, бортовая ЭВМ неожиданно отключила двигательную установку модуля, и процесс сближения прекратился.

Повторная попытка 10 ию-

ня оказалась удачной; на следующий день модуль массой около 20 т был переведен с осевого стыковочного узла переходного отсека станции на боковой.

«Кристалл» (третий специализированный модуль в составе орбитального комплекса «Мир») предназначен для опытно-промышленного производства полупроводниковых материалов, очистки биологически активных веществ — основы новых лекарственных препаратов, выращивания кристаллов различных белков и гибридизации клеток, а также для проведения астрофизических, геофизических и технических экспериментов.

Кроме основного стыковочного узла модуль оснащен двумя стыковочными агрегатами (один — для причаливания корабля многоразового использования «Буран»).

В июне на установке «Кратер-В» в течение 160 ч выращивался монокристалл окиси цинка, а с 4 июля начато выращивание монокристалла арсенида галлия. Опробована технологическая установка «Оптизон» для получения в невосомости монокристаллов кремния методом бестигельной зонной плавки, в которой образцы нагреваются сфокусированной энергией трех электрических источников света.

С помощью фотографического комплекса «Природа-5», обладающего высокой разрешающей способностью, и видеоспектрометрической аппаратуры модуля «Квант-2» проведено несколько серий съемок отдельных районов суши и акватории Мирового океана, оценивалось экологическое состояние водных бассейнов на юге СССР. Топографическим аппаратом КАП-350 и ручными фотокамерами велись съемки отдельных участков по трассе полета комплекса для определения экологического состояния сельскохозяйственных угодий, водных бассейнов и лесных массивов в Средней Азии, Казахстане и Восточной Сибири.

С использованием аппаратуры «Данко» изучалось влияние космических факторов на конструкционные материалы.

В начале июля завершены контрольные испытания установленных на внешней поверхности модуля «Кристалл» телескопов «Марина» и «Букет» и спектрометра «Гранат» для измерения пространственно-энергетических характеристик рентгеновского, гамма- и нейтронного излучений.

4 июля транспортный корабль «Союз ТМ-9» перестыкован с астрофизического модуля «Квант» на переходной отсеке станции.

© С. А. Никитин
Москва

Космические исследования

Не опасна ли экспедиция к Марсу!

Как заявил президент Дж. Буш, в ближайшие 20 лет НАСА обеспечит длительные космические путешествия к Луне и Марсу. Однако на встрече членов Американской ассоциации за развитие науки в Нью-Орлеане в феврале 1990 г. настойчиво высказывалось мнение, что опасность таких полетов слишком велика. Так, космические лучи в глубоком космосе могут стимулировать не только онкологические, но и другие острые заболевания; нет пока и покрытий, способных защитить от вспышек на Солнце; не изучены механизмы биологических воздействий на организм микрогравитации, хотя уже ясно, что они опасны.

Если радиационная опасность возникает на Луне (например, в результате значительного роста интенсивности космических лучей), астронавтов еще можно будет быстро вернуть на Землю. Но путешествие на Марс, по проекту НАСА, заняло бы 8 мес. плюс месяц пребывания на его поверхности. Кроме того, во время солнечной вспышки за пределами земной орбиты астронавты получили бы эквивалентную дозу облучения 10 бэр за 16 час. (Для сравнения, предельная доза для работающих на АЭС США составляет 5 бэр/год, а для населения — 0,5 бэр/год.)

Не следует забывать, что в используемых сейчас защитных алюминиевых покрытиях при сильном облучении внутренние нейтронные потоки становятся вторичным источником радиации.

Р. Силберберг (R. Silbergberg; Научно-исследовательская лаборатория военно-морских сил США) предлагает в качестве эффективной защиты воду: помещение для экипажа на космическом корабле должно быть окружено кожухом с 10-сантиметровым слоем воды. Но даже такая защита неидеальна.

Во время длительного полета к Марсу в организме астронавтов возникнут физиологические изменения под влиянием микрогравитации. Они ведут к тошноте, потере красных кровяных клеток и минералов костными тканями, нарушениям работы сердца, падению объема перекачиваемой крови и т. п. Если к тошноте и головокружению космонавты приспособятся, то ущерб костям из-за деминерализации невосполним.

Эксперименты с высоко-развитыми микроорганизмами показали, что микрогравитация ведет к замедлению деления клеток и изменению их способности к адаптации. При этом образование лимфоцитов сокращается на 90 %.

New Scientist. 1990. Vol. 125. № 1706.
P. 24 (Великобритания)

Космические исследования

Оправдает ли надежды космический телескоп «Хаббл»!

26 апреля 1990 г. в ходе 35-го полета по программе «Спейс шаттл» был выведен на круговую орбиту высотой 612 км и наклоном 28,7° космический телескоп «Хаббл»¹.

Масса телескопа 12,5 т, стоимость 1,5 млрд долл., диаметр главного зеркала 2,4 м,

разрешающая способность не хуже 0,007'.

«Хаббл» создавался специалистами НАСА и Европейского космического агентства, поэтому европейским ученым предоставлено 15 % времени для наблюдений. Программа исследований необычайно широкая — от изучения ближайших к Земле планет до объектов на видимой границе Вселенной; ученые надеются зарегистрировать черные дыры в ближайших галактиках, нейтронные звезды, которые могут быть источниками гамма-всплесков, квазары, планеты у ближайших звезд и т. д.

Разрешение телескопа должно позволить регистрировать в 50 раз более слабые объекты, чем видимые в лучшие наземные телескопы, т. е. на удалении до 14 млрд св. лет от Солнечной системы.

Расчетный период активной работы телескопа — 15 лет; первые 8 мес. отведены на постепенный ввод в строй различных его систем.

Пока полет «Хаббл» сопровождается рядом неожиданностей.

Приведение телескопа в рабочее состояние протекало с трудностями. Вначале не удалось сфокусировать одну из антенн, поскольку она застряла, зацепившись за силовую кабель. Проблему удалось решить, но у специалистов нет уверенности, что она не возникнет снова, поэтому перемещения антенны жестко ограничены.

17 мая получено первое изображение — звездного скопления NGC 3532, удаленного на 1500 св. лет от Солнечной системы; впервые после вывода «Хаббл» на орбиту его системы ориентации начали четко реагировать на команды с Земли, и спустя 36 ч удалось его сфокусировать. Начать исследования раньше мешали колебания, возникавшие каждый раз при входе в зону земной тени и выходе из нее. Хотя и незначительные, они не позволяли получить четкие изображения. Пока от колебаний избавиться не удалось, но специалисты научились работать в промежутке между ними.

Согласно последним сообщениям НАСА, телескоп не способен обеспечить расчетные

¹ Подробнее об этом см.: Природа. 1990. № 9. С. 108—109.

характеристики наблюдений из-за расфокусировки двух зеркал. Специалисты видят два выхода из создавшегося положения: перенести на 1991 г. запланированный на 1993 г. запуск астронавтов для профилактического ремонта «Хаббла» на орбите или снять с помощью «шаттла» телескоп с орбиты, доставить на Землю, отремонтировать и вновь запустить. Какой выход будет выбран, покажет время.

© С. А. Никитин
Москва

Астрофизика

«Великая стена» в космосе

М. Геллер и Дж. Хукра (М. Geller, J. Huchra; Смитсоновский астрофизический центр, США) обнаружили в космическом пространстве то, что чуть позже они назвали «великой стеной». При построении пространственного распределения галактик в телесном угле 60° (конуса) они столкнулись с непонятным явлением: вместо того чтобы образовывать «космические соты» в полном согласии с теорией формирования крупномасштабной структуры Вселенной, галактики выстраивались в сплошную стену, тянущуюся от одного края конуса к другому и, видимо, имеющую продолжение. Стена оказалась очень тонкой (не более 15 млн св. лет) и плотной — плотность галактик в ней в 5 с лишним раз больше средней.

Сейчас Геллер и Хукра готовят обзор всего неба, который будет содержать около 15 тыс. галактик и, вероятно, позволит продолжить «великую стену» в обе стороны. Но и такая, какой она известна сейчас, «стена» пока представляет преграду для теоретиков.

Современные модели не предсказывают и не объясняют образование столь протяженных структур. «Великая стена» настолько велика, что могла появиться, если уже при рождении Вселенной существовали заметные неоднородности в распре-

делении вещества. Только реликтовое излучение может донести информацию о той, близкой к Большому взрыву, эпохе: в его вариациях должна отражаться структура вещества. Однако до самого последнего времени все эксперименты по поиску флуктуаций реликтового излучения давали отрицательный результат. Видимо, в самом начале Вселенная была слишком однородна, чтобы в ней могли формироваться структуры, подобные «великой стене». Но что же привело к их образованию?

Один из возможных ответов — невидимая материя, или «скрытая масса», которая, по оценкам, составляет 90 % всего вещества Вселенной. Предположение о ее существовании следует из анализа движения галактик и моделей мира, в которых вещества во Вселенной достаточно много, чтобы остановить расширение. В этих моделях невидимая материя восполняет недостаток массы видимого вещества. Наличие скрытой массы не должно отражаться на характеристиках микроволнового фона, зато может существенно влиять на процессы образования галактических структур.

И все же даже модели, учитывающие влияние скрытой массы, предсказывают наличие предела для образования крупномасштабных структур. «Великая стена» превосходит этот предел. Таким образом, теория, описывающая подобные образования во Вселенной, далека от завершенности.

Astronomical Journal. 1989. Vol. 89. № 4. P. 11 (США).

Астрономия

Существует ли планета Икс?

Астрономы всего мира не оставляют попыток найти гипотетическую десятую планету Солнечной системы. К ее поискам приступил и Р. Хиндсли (R. Hindsley; Астрономическая обсерватория Блэк-Берч, США). Поскольку область, где, как предполагается, расположена

планета, плохо наблюдается из Северного полушария, Хиндсли ведет работу в Новой Зеландии. Предварительное математическое моделирование позволило существенно сузить район поиска.

По мнению Хиндсли, десятая планета расположена не менее чем в 10 млрд км от Солнца. Размеры ее примерно вдвое больше земных. На таком расстоянии от источника тепла ее поверхность должна быть покрыта льдом, поэтому ее альbedo (отражающая способность) должно быть высоким, что облегчает поиски.

Хиндсли намерен получить не менее 30 комплектов фотографий «подозрительного» участка неба. Если среди неподвижных звезд на них обнаружится перемещающееся тело, планету Икс можно будет считать открытой.

New Scientist. 1990. Vol. 125. № 1712. P. 22 (Великобритания).

Планетология

Сера в кратере земного вулкана и на спутнике Юпитера

До сих пор большие массы расплавленной серы на Земле обнаруживались только в потоках вулканической лавы. Недавно К. Оппенгеймер и Д. Стефенсон (К. Oppenheimer, D. Stephenson; Открытый университет, Милтон Кейн, США) нашли первое крупное месторождение серы на дне вулканического кратера Поас в Коста-Рике. В 1965 г. в нем образовалось озеро, наполненное водой высокой кислотности. В дне кратера имелись отверстия, через которые били вулканические газы. В таких условиях двуокись серы легко реагирует с сероводородом, образуя серу, оседающую на дно. За 20 лет скопились большие ее залежи. Находясь под водой, сера имела температуру ниже точки плавления (112°C), однако поскольку вода из озера постепенно исчезла (частично испарилась или просочилась вниз), температура стенок кра-

тера увеличилась, что и привело к плавлению больших объемов серы. Была замерена ее температура, оказавшаяся равной 116 °С.

Открытие заинтересовало специалистов, изучающих условия возникновения больших скоплений жидкой серы на спутнике Юпитера Ио, обнаруженных 10 лет назад с «Вояджером». Процессы в кратере Поас, возможно, аналогичны процессам на вулканическом Ио. Интересна и роль воды в обоих случаях, ведь Ио в прошлом тоже потерял всю воду.

Подтверждение выдвинутым аналогиям исследователи надеются получить в скором времени, когда к Юпитеру приблизится американский космический корабль «Галилео», запущенный в конце прошлого года. Он должен передать на Землю изображения крупным планом спутников Юпитера, в том числе Ио.

New Scientist. 1990. Vol. 125. № 1703. P. 30 (Великобритания).

Физика

Оптический туннельный микроскоп

В Ок-Риджской национальной лаборатории (штат Теннесси, США) разработан квантовый оптический сканирующий туннельный микроскоп (СТМ), который найдет применение в биологических исследованиях, а также в работах с коллоидами и тонкими пленками.

Его работа основана на явлении, аналогичном туннельному эффекту, но проходящем в рамках волновой оптики. Используется проникновение световой волны внутрь отражающей среды (на расстояние порядка длины волны) в условиях, когда, с точки зрения геометрической оптики, происходит полное внутреннее отражение. Если к отражающей поверхности стекла близко поднести другой прозрачный объект (стеклянную иглу), фотоны, преодолевая «барьер», могут образовать световой поток.

В оптическом СТМ прозрачный образец размещают на отражающей поверхности призмы. Над ним перемещается тонкая волоконная оптическая игла-зонд, собирающая световое излучение. Фотоны превращаются в электрические сигналы фотозлектронным умножителем (ФЭУ). Под действием этих сигналов контур обратной связи передвигает зонд вверх и вниз, поддерживая фотонный ток постоянным. Полученная информация о поверхности образца обрабатывается на ЭВМ.

Преимущество оптического СТМ перед электронным заключается в том, что он может воспроизводить изображения объектов, не являющихся электропроводными. Именно поэтому с его помощью могут исследоваться различные биологические объекты, например микробы и вирусы, размер которых меньше 100 нм.

Увеличение разрешающей способности СТМ станет возможным, если этот прибор будет работать на более коротких волнах (сейчас используется видимый свет с $\lambda=633$ нм). В перспективе — использование УФ- и рентгеновского излучения.

Разрешающая способность микроскопа зависит также от расстояния между кончиком иглы и поверхностью образца. Оно контролируется пьезоэлектрическими преобразователями, передвигающими иглу над поверхностью на минимальном от нее расстоянии, не допуская соприкосновения. Совершенство этот процесс, можно улучшить разрешение микроскопа. В первое время стоимость микроскопа составит около 100 тыс. долл. Первая партия (40—60 микроскопов) будет продана в научно-исследовательские лаборатории.

New Scientist. 1990. Vol. 125. № 1699. P. 38 (Великобритания).

Химия

Разлагающийся пластик

Проблема утилизации отходов из пластмасс и пластиков обещает стать глобальной.

Большинство применяемых пластиков содержит около 15 % крахмала. Остальные их компоненты не поддаются биодegradации. В 1989 г. итальянская химическая компания «Феррици» разработала пластик, содержащий до 50 % крахмала, и включивший полимер — продукт нефтепереработок. Этот полимер растворялся в воде и поэтому легко разрушался микробами. Однако не удалось создать полимер на основе только крахмала, поскольку он не переносит высоких температур и давлений, применяемых при обработке пластмасс.

И лишь теперь найден способ производства полимера, при котором крахмал плавится прежде, чем разлагается. Американская фирма «Уорнер—Лэмберт» (штат Нью-Джерси) разработала новый пластик, который поддается биоразложению: он состоит из крахмала и воды и в почве разлагается на двуокись углерода и воду. Ученым удалось соединить крахмал с водой так, чтобы образовался гомогенный расплав, который обрабатывается как обычные термопластичные материалы. В запатентованном процессе вода играет роль пластификатора, позволяющего крахмалу расплавиться прежде, чем он начнет разлагаться. Несмотря на то, что температура плавления крахмала выше точки кипения воды, вода сохраняется в новом материале в связанной форме. Фирма собирается в следующем году пустить в эксплуатацию первый центр по производству пластика, получившего название «новон». Изучаются потенциальные возможности его применения; выпускаться он будет в таблетках для последующей переработки.

New Scientist. 1990. Vol. 125. № 1703. P. 36 (Великобритания).

Биохимия

Гемоглобин человека вырабатывают животные

Исследователи во главе с Р. Берингером (R. R. Behringer; Пенсильванский университет, США) успешно пересадили мы-

шам ген, кодирующий синтез гемоглобина человека. В результате в эритроцитах животных стало образовываться большое количество гемоглобина человека. Таких «генно-инженерных» мышей можно использовать как модель для диагностики и лечения болезней крови, вызванных нарушениями функций гемоглобина, а также для получения человеческого гемоглобина, совместимого с любой группой крови человека, так как различия между группами связаны с эритроцитами, а не с самим гемоглобином.

Авторы считают, что можно создать не только генно-инженерных мышей, но и других животных, например лошадей, которые смогут производить человеческий гемоглобин в еще больших масштабах.

Другая группа под руководством Т. Асакура (Т. Asakura) работает над созданием штамма мышей, кровь которых будет содержать дефектный гемоглобин, вызывающий серповидноклеточную анемию — тяжелое заболевание крови у людей. Это позволит изучать механизмы транспорта кислорода и других биохимических процессов, происходящих в крови человека и животных.

Science. 1989. Vol. 245. № 4921. P. 971—972 (США).

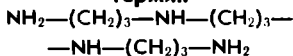
Биохимия

Разветвленные полиамины препятствуют расщеплению ДНК

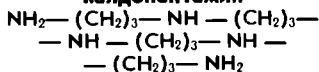
Полиамины (спермин, спермидин, путресцин, кадаверин), как мы сообщали ранее, играют важную роль во многих клеточных процессах¹. Недавно обнаружены другие, более сложные по строению, разветвленные полиамины. Они присутствуют в клетках животных, растений, некоторых бактерий. Однако их функции были неизвестны.

Группа японских ученых из Токийского технологического института, обнаружила, что эти полиамины

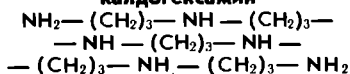
термин



калдопентамин



калдогексамин



трис[3-аминопропил]амин



$\text{NH}_2-(\text{CH}_2)_3-\text{N}-(\text{CH}_2)_3-\text{NH}_2$ препятствуют расщеплению ДНК рестриктазами (ферментами, «разрезающими» двойную спираль ДНК в определенных местах).

Авторы использовали рестриктазы Sma I, Bal II, Nae I, Rso I для расщепления ДНК рекомбинантных плазмид *Escherichia coli*. Чем длиннее и разветвленнее молекулы полиаминов, тем сильнее они подавляли расщепление ДНК.

Это, по мнению авторов, может происходить по двум причинам: либо разветвленные полиамины, связываясь с двухцепочечной ДНК, меняют вторичную структуру плазмиды и (или) «закрывают» места расщепления, либо непосредственно подавляют ферментативную активность рестриктаз, взаимодействуя с их активными центрами.

Journal of the Biochemistry. 1990. Vol. 107. N 5. P. 661—665 (Япония).

Биохимия

Гем и структура цитохрома P-450

Группа исследователей под руководством А. И. Арчакова (2-й Московский медицинский институт им. Н. И. Пирогова) показала, что в цитохроме P-450 —

сложном белке, содержащем гем, или железу в связанном состоянии, — потеря гема ведет к изменениям вторичной структуры белковой части этого фермента.

Известно, что цитохромы, являющиеся переносчиками электронов, участвуют во множестве окислительно-восстановительных процессов в любых организмах, включая дыхание и фотосинтез. Исследования структуры и функционирования этих ферментов важны для изучения энергетики клетки. Поскольку гем способствует образованию активных форм кислорода, его утрата сопровождается инактивацией фермента. При этом меняется белковая часть молекулы цитохрома P-450: содержание α -спиральных участков возрастает от 33 до 60%, а β -спиральных — падает с 44 до 12%. Изменения вторичной структуры белка выявляли с помощью кругового дихроизма. Были найдены условия, в которых можно реконструировать цитохром P-450, т. е. изменения вторичной структуры обратимы и связаны с гемом.

Наиболее активно (на 70—80%) реконструкция протекает, когда белок находится в составе мембран; в водном растворе фермент восстанавливается лишь на 50%. Авторы предполагают, что это связано с большей стабильностью белка в липидном слое мембран.

Биохимия. 1990. Т. 55. Вып. 1. С. 126—133.

Физиология

Прикосновения влияют на рост растений

В отличие от животных, которые могут спастись при неблагоприятных изменениях внешней среды, растения, всю жизнь находясь на одном месте, должны уметь быстро к ним адаптироваться. Для этого им, видимо, необходимо обладать высокой чувствительностью к разнообразным внешним воздействиям. Механизмы восприятия факторов окружающей среды растениями малоизвестны, в большинстве случаев основная реакция

¹ Подробнее об этом см.: Новая функция полиаминов // Природа. 1989. № 8. С. 116.

на внешний стимул — изменение роста.

Исследователи из Стэнфордского университета в США изучали механизм восприятия механических стимулов и формирование ростовых реакций у растений арабидопсиса (маленький однолетник из сем. крестоцветных)¹. К исследованию этого вопроса ученые пришли неожиданно, так как главной целью их работы был поиск генов, экспрессия которых начиналась в ответ на опрыскивание растений водным раствором известного гормона роста гиббереллина. Оказалось, что при этом резко возрастает количество матричной РНК девяти генов, позже выделенных и клонированных. Однако, когда контрольные растения опрыскивали водой без гиббереллина, экспрессия 5 из 9 изученных генов также резко возрастала, т. е. эти гены, видимо, являются генами ответа растения на механическое воздействие.

Оказалось, что такие механические стимулы, как опрыскивание водой, погружение растений в воду, прикосновение к листьям и стеблю, раскачивание стебля (имитация порывов ветра), повреждение листьев и стебля, заметно угнетают рост растений. Молодые растения, подвергавшиеся воздействию в течение трех недель, достигали зрелости и зацветали с уменьшенным почти вдвое стеблем и укороченными черешками при росте всего растения вширь. (Все измерения проводили по фотографиям растений, чтобы лишний раз не касаться их.)

Авторы обнаружили, что все механические воздействия, замедляющие рост растений, уже через 10—30 мин повышают экспрессию «генов ответа» в 10—100 раз. Усиление синтеза мРНК, кодируемой этими генами, кратковременно — уже через 1—2 ч после воздействия возвращается к норме.

Изучение «генов ответа» показало, что некоторые из них кодируют белок кальмодулин, причем один из генов близок гену кальмодулина пшеницы. Основная функция этих белков в клетках — связывание Ca^{2+} .

На клетках животных показано, что внешнее воздействие вызывает увеличение содержания Ca^{2+} в цитоплазме в 10—100 раз. Кальмодулин, связываясь с Ca^{2+} , активизируется и регулирует работу множества важнейших ферментов метаболизма (фосфодиэстеразы, аденилатциклазы, многочисленных фосфокиназ и т. д.)².

Вероятно, Ca^{2+} служит важнейшим передатчиком внешнего воздействия и у растительных клеток, так как участвует в регуляции многих процессов: клеточного деления, движения, фотосинтеза. Видимо, метанзимы ответной реакции на стимул очень сходны у животных и растений и связаны с изменением содержания Ca^{2+} в цитоплазме и его связыванием с белками³.

У арабидопсиса, в ответ на механическое воздействие ионы Ca^{2+} могут быстро поглощаться из внешней среды или освобождаться из клеток, накапливаясь в цитоплазме, где они связываются с кальмодулином и усиливают экспрессию кальмодулиновых генов. Как активные формы кальмодулина действуют на метаболизм, замедляя рост растений, пока неизвестно, но можно предположить, что кальмодулин влияет на формирование цитоскелета в клетках. Результаты американских ученых — важнейший шаг в изучении сложных проблем, связанных с реакцией растений на механические воздействия.

© М. В. Смит,
Москва

протопластов ели (*Picea canadensis*) хорошо развивающиеся зародыши, которые в течение нескольких недель образовывали проростки. То, что суспензионная культура клеток — прекрасный источник для выделения способных к регенерации протопластов хвойных, хорошо известно. В определенных условиях из протопластов образуются соматические зародыши. Ранее такие культуры получали из нескольких видов хвойных, однако ученым удавалось лишь выделить протопласты и получить из них зародыши, которые в дальнейшем не развивались. Канадские биологи разработали методику, при которой от выделения протопластов до высадки проростков в теплицу проходит 15 нед (5 нед на то, чтобы протопласты синтезировали клеточную стенку, начали делиться и сформировали колонии клеток; 3 нед клетки культивировали в жидкой питательной среде для образования зародышей; 4 нед зародыши развивались и созревали на твердой агаризованной среде с добавлением гормона роста — абсцизовой кислоты, и затем за 3 нед из них развивались проростки). Все полученные растения в настоящее время находятся в теплице, и поскольку хвойные растут медленно, пока невозможно оценить эффективность предложенной методики. Однако ясно, что сделан еще один важный шаг в селекции хвойных.

Biotechnology, 1989. Vol. 7. P. 1060—1062 (США).

Биология

Биология

От протопластов — к проросткам хвойных

Муравьи и растения

Канадские исследователи С. Эттри, Д. Данстэн и Л. Фоук (S. Attree, D. Dunstan, L. Fowke; Саскачеванский университет, Саскатун) впервые получили из

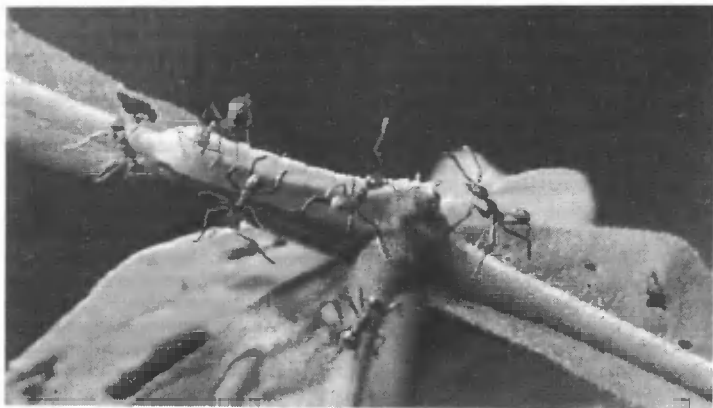
Многочисленность и экологическая значимость муравьев послужили поводом для организации Первого международного симпозиума, рассмотревшего взаимоотношения муравьев и растений (Оксфорд, 1989). Обзор наиболее интересных сообщений представил Р. Мэй (R. M. May; Оксфордский университет, Великобритания).

Новые данные о численности муравьев получены при широкомасштабных учетах, при

² Cheung W. Y. // Calcium and Cell Function. Vol. 1. Calmodulin. N. Y.: Academic Press, 1980.

³ Hepler P. K., Wayne R. O. // Ann. Rev. Plant Physiol. 1985. Vol. 36. P. 397—439.

¹ Braam J., Davis R. // Cell. 1990. Vol. 60. P. 357—364.



Гусеница эквадорской бабочки из семейства риюниид (*Nymphidium* sp.), пьющая из предназначенного для муравья внецветочного нектарника; муравьи защищают ее от хищников и прогоняют других растительноядных насекомых.

веденных в Перуанской Амазонии: в пологе растительности 70 % членистоногих составляют муравьи, а их биомасса равна половине биомассы всех животных. Колонии африканского муравья-портного, строящего шарообразные гнезда из листьев, которые скрепляются выделяемым личинками шелком, насчитывают до 150 гнезд по миллиону особей в каждом!

Среди растений существуют так называемые мирмекофилы, которые для защиты привлекают муравьев, предоставляя им корм и убежище. Возникновение симбиоза между растениями и муравьями вероятнее, если растение быстро растет и меняет листья; для видов с медленным ростом и долговечными листьями более характерна химическая защита — синтезирование в процессе метаболизма веществ, несъедобных для фитофагов.

Иногда система «муравей — растение» включает и другие организмы. Обнаружены, например, гусеницы, приспособившиеся пить нектар из специальных внецветочных нектарников мирмекофилов и поедать меристемные ткани этих растений (рис.).

Любопытны взаимоотношения между растениями из рода *Piper* и муравьями *Pheidole*

bicornis — это случай симбиоза, когда растение выделяет корм для муравьев только в их присутствии (в виде отдельных кормовых телец внутри полых камер в черешках листьев). Вместе с тем открыт жук *Phyllonus* sp., чьи личинки, похоже, научились «подбирать код» и сами вызывают выделение пищи у растений. Вред от них системе *Piper* — *Pheidole* столь высок, что сказывается на всей муравьиной колонии.

Обсуждались и такие вопросы, как роль рыжих муравьев, взаимоотношения муравьев и тлей (почему, например, сладкие выделения — падь — бывают у всех видов тлей, а с муравьями связано лишь небольшое их число).

При математическом моделировании процессов, происходящих в колонии муравьев, неожиданно выявилось, что по типам роста и размножения, фуражировочному поведению, по общей модульной природе колония более напоминает растение, нежели животное.

Nature. 1989. Vol. 341. № 6241. P. 386 (Великобритания).

Биология

«Морозоустойчивость» у животных

Все животные делятся на эндотермных (температура тела которых относительно постоянна и определяется интенсивностью обмена веществ в организме)

и эктотермных (у которых температура зависит от температуры окружающей среды). К первым относятся птицы и млекопитающие, ко вторым — большинство видов животных, в том числе земноводные и пресмыкающиеся. Что же позволяет последним обитать при низких температурах (в северных широтах, высокогорьях и т. д.)? Чтобы выжить, когда температура среды падает ниже нуля, эктотермные животные используют различные способы¹. Некоторые виды (например, арктические и антарктические рыбы и насекомые) накапливают в организме глицерин и белки, точка замерзания которых ниже, чем у других веществ организма, другие, в том числе земноводные и пресмыкающиеся, как правило, спускаются в норы и щелях, на дне незамерзающих водоемов. Но, оказывается, и у некоторых видов земноводных и пресмыкающихся есть криопротектанты — вещества, снижающие температуру замерзания организма. Интереснейшим примером является сибирский углозуб (*Salamandrella keyserlingii*), напоминающий тритона и обладающий наиболее широким ареалом среди всех земноводных. В вечной мерзлоте иногда находят углозубы, которые «оживают» после оттаивания. Показано², что на Верхней Колыме, где температура в местах их зимовки может опускаться до минус 32 °С, углозубы все-таки выживают, так как их ткани не замерзают даже при минус 40 °С. Это происходит благодаря тому, что перед началом зимовки в их печени накапливается гликоген, превращающийся в глицерин при температуре ниже 0 °С.

Криопротектанты обнаружены у североамериканских лягушек *Rana sylvatica* и квакш *Hyla crucifer*, *H. versicolor*, *Pseudacris triseriata*³. У взрослых *H. versicolor* — это глицерин, у непо-

¹ Diamond J. M. // *Nature*. 1989. Vol. 339. № 6225. P. 509—510.

² Берман Д. И., Лейрих А. Н., Михайлова Е. И. // *Журн. эволюц. биохимии и физиологии*. 1984. № 3. С. 323—326.

³ Storey K. B., Storey J. M. // *Comp. Biochem. and Physiol.* 1986. A 83. № 4. P. 613—617.

ловозрелых — глюкоза в высоких концентрациях. Правда, эти земноводные чувствительнее к морозам, чем сибирский углозуб: —6 °С они замерзают при —2—6 °С.

Пресмыкающиеся приспособляются к холоду в целом так же, как и земноводные. Например, детеныши многих видов черепах зимуют в тех же «гнездах», где вылупились¹. Потомство водной черепахи *Chrysemys picta* во время зимовки переживает охлаждение до —8 °С, используя в качестве криопротектанта смесь глицерина, глюкозы и аминокислот.

Таким образом, способы криоадаптации сходны у животных, далеких в систематическом отношении. Изучение «морозоустойчивости» животных важно для разработки методов длительного хранения живых тканей в замороженном виде; некоторые исследователи связывают с ним надежды на «воскрешение» вымерших видов животных, трупы которых находят в вечной мерзлоте.

© С. Л. Кузьмин,
кандидат биологических наук
Москва

Биология

Обобщение у дельфинов

Для изучения интеллекта дельфинов используются различные методики, например, способность к обобщению и абстракции выявляются по условным рефлексам на относительные признаки (возникающие при сопоставлении предметов и явлений между собой). Ю. Д. Стародубцев с соавторами (МГУ им. М. В. Ломоносова) определяли способность дельфинов к обобщению по относительному пространственному признаку «средний» («не крайний»).

Опыты проводили на трех самцах черноморской афалины через два месяца после их отлова. На специальной раме в воду опускали (не менее 20 раз за опыт) три расположенных в ряд одинаковых стальных шара.

Если дельфин, подплыв к ним, толкал средний, он получал пищевое вознаграждение. Все дельфины уверенно выделяли этот признак, даже когда положения шаров на раме меняли. Рефлекс закрепился после трехсот предъявлений раздражителей.

Когда шары заменили другими предметами (латунными цилиндрами, бутылками, деревянными параллелепипедами), животные и среди них безошибочно выделяли именно средний. Но в более сложной задаче — выбора среднего предмета из трех разных — один дельфин поначалу предпочитал знакомый по первой серии экспериментов шар, даже если тот не был средним. Однако уже со второго опыта и он перестал ошибаться.

Еще трудней оказалась задача с тремя рыбами. Только один испытуемый сразу же достоверно чаще выбирал среднюю; для двух других, пытавшихся, сорвав крайнюю, схватить и остальные, потребовались повторные опыты.

Дельфины надежно выделяли указанный признак и в экспериментах с пятью предметами — двое выбирали средний, а третий предпочитал левый от него (но не крайний) предмет. То, что дельфины справились с заданием и при изменении числа предметов, свидетельствует об их высоко развитой способности к обобщению.

Доклады АН СССР. 1990. Т. 310.
№ 3. С. 758—763.

Биология

Интересная змея острова Шедо

Небольшой (0,8 км²) о. Шедо, расположенный к югу от Ляодунского п-ва (КНР) по китайски означает «змеиный остров». На нем обитает щитомордник *Agkistrodon chedaoensis*, встречающийся только здесь.

М. Хуань (М. Huang; Дзяляньский институт змей) описал некоторые интересные особенности образа жизни этой змеи. *A. chedaoensis* — единственное

пресмыкающееся на острове, изобилующем членистоногими и птицами. Вероятно, именно благодаря обилию добычи, а также наличию пресной воды и густой растительности этот вид здесь очень многочислен. Основная пища взрослых особей — мелкие птицы (в основном отдыхающие на острове при перелетах). Молодые щитомордники питаются преимущественно многоножками, что необычно для ядовитых змей. Наиболее активны змеи в мае и сентябре, когда мигрирующих птиц особенно много. Следовательно, цикл пищевой активности щитомордника связан с циклом миграций птиц. В последнее время популяция щитомордника стала сокращаться из-за разрушения среды обитания и нерегулируемого отлова. Сейчас разрабатываются меры охраны.

Current Herpetology of East Asia.
1989. P. 381—383 (Япония).

Биология

Фитопланктон и численность популяций рыб

Численность мальков морских беспозвоночных и рыб сильно меняется от года к году и по сезонам, что в значительной степени определяет структуру взрослой популяции. Причины таких изменений слабо изучены и обычно связываются с колебаниями содержания планктона в морской среде. Группа австралийских исследователей из Морской лаборатории в Хобарте (Тасмания) в ходе трехлетних наблюдений установила, что всплеском численности мальков ряда видов рыб, обитающих в рифах умеренных широт, обязательно предшествовали кратковременные нерегулярные пики продукции фитопланктона.

Временной интервал между этими событиями составлял 7—9 недель и соответствовал гипотезе «критического периода», по которой численность мальков определяется непериодическими флуктуациями доступности пищи для вновь рожденных особей. Такие кратковременные, но очень интенсив-

¹ Исабекова С. Б., Каржгин Н. М. // Тр. Ин-та физиол. АН КазССР. 1988. Т. 32. С. 65—74.

ные пики продукции фитопланктона — обычное явление в океанических водах, влияющее на численность и структуру популяций многих морских организмов.

Обогащать водную массу биогенными элементами и вызывать соответствующие изменения в продуцировании фитопланктона на временных интервалах от нескольких часов до нескольких дней могут различные океанологические явления, в том числе образование мезомасштабных вихрей, штормовое волнение, меандрирование течений, генерируемые приливами внутренние волны и др.

Nature. 1989. Vol. 341. № 6243. P. 641—643 (Великобритания).

Ботаника

Урожайность сортосмесей

Сортосмеси получают все большее распространение, так как по своей природе они близки к естественным популяциям растений, в которых всегда сочетается несколько экотипов, что повышает устойчивость к неблагоприятным условиям. В разных вариантах климата или почв популяцию выручает один из экотипов, наиболее приспособленный к условиям среды. Однако сплошь и рядом между сортами необходимого баланса отношений не возникает, и сильный подавляет слабых, что повышает не надежность урожая, а лишь затраты на него. По этой причине стали заниматься специальной селекцией на взаимодополнение сортов в смесях.

Обычно, защищая слабый сорт, завывают его долю из расчета, что часть растений не выдержит конкуренции. Однако такой подход поставили под сомнение А. М. Тархуни и Т. Макнейли (Ливерпульский университет, Великобритания), изучавшие возможность повышения урожайности бобов за счет сортосмесей¹.

Высевают два сорта бобов («Данас» и «Минден») при раз-

ной плотности и разным соотношениям, они выявили, что первый более сильный и может подавлять второй, снижая его вклад в урожай. Лучший результат получен при высевах сортов в соотношении 3:1; в этом случае урожай был максимальным, а получившие меньше места растения слабого сорта не угнетались сильными.

Данные имеют общебиологическое значение, ибо в таком посеве, видимо, выдерживается соотношение, присущее естественным сообществам. Данные нуждаются в дополнительной проверке на более разнородном материале; возможно, они будут важны для обоснования соотношения семян не только в сортосмесях, но и при создании поликультур из разных видов. Завышая долю сильного компонента, можно достигать более устойчивого соотношения, когда основным потребителем ресурсов станет сильный вид, а слабый повысит урожай, довольствуясь «остатками с его стола».

© Б. М. Миркин,
доктор биологических наук
Уфа



Охрана природы

Спасение лебедей от свинцового отравления

В Центре изучения хищников при Университете штата Миннесота (США) использовали волоконные трубки, применяемые при хирургическом лечении рака толстой кишки у человека, для удаления свинцовой дробы из желудка лебедей.

Случай свинцового отравления лебедей резко возросли в конце 1988 г., когда уровень воды в озерах снизился из-за засухи и лебедей заглатывали свинцовые дробинки, доставая пищу со дна водоемов. Световолоконная трубка и крохотный пинцет, введенные в желудок находящегося под наркозом лебедя через пищевод, позволили без операции удалить 56 сви-

цовых дробинок. Такая процедура, предложенная гастроэнтерологом М. Фриманом, уже помогла спасти 20 лебедей. National Wildlife. 1989. October—November. P. 32 (США).

Геология

127-й и 128-й рейсы «ДЖОЙДЕС Резолюшн»

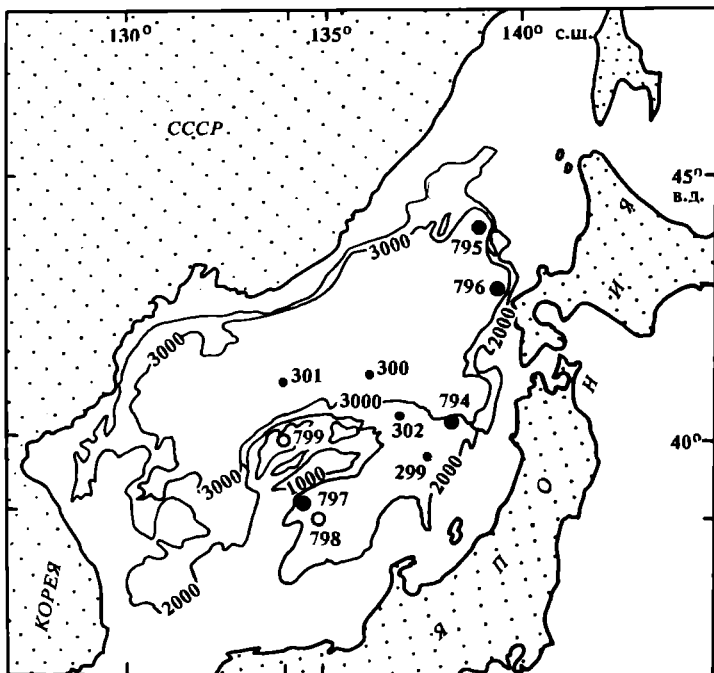
Глубоководное бурение в обоих рейсах велось в Японском море — крупнейшем и наиболее глубоком из окраинных морей Тихого океана. Основными задачами 127-го рейса, в ходе которого пробурено 10 скважин в четырех пунктах, было выяснение возраста фундамента Японского моря и внутреннего бассейна Ямато, истории их геологического развития, темпов погружения, условий осадкообразования¹.

Скважины 794 и 797, пробуренные на окраине и в центре бассейна Ямато, вскрыли породы фундамента — в основном долеритовые и базальтовые. Возраст перекрывающих их глин в скважине 794—14,5—16,5 млн лет, в скважине 797—19 млн лет; это время самого начала раскрытия бассейна, что согласуется с возрастом некоторых других краевых бассейнов на западе Тихого океана, таких, например, как Южно-Китайское море. Осадки (от раннемиоценового до четвертичного возраста) представлены глинами и песчаниками с прослоями вулканического пепла и терригенного материала.

В северной части Японского моря скважиной 795 вскрыт фундамент, сложенный массивными потоками застывшей лавы, брекчированными известково-щелочными базальтами и базальтовыми андезитами. На вершине гребня Окусири в восточной части Японского моря пробурена скважина 796. Это область повышенной сейсмической активности. Гребень Окусири образовался в результате сжатия

¹ Tarhuni A. M., McNeilly T. // J. Agronomy and Crop Science. 1989. Vol. 163. P. 256—264.

¹ Geochronique. 1990. № 33. P. 12.



Скважины:
 ● 127-го рейса "ДЖОЙДЕС Резолюшн"
 ○ 128-го рейса "ДЖОЙДЕС Резолюшн"
 □ 31-го рейса "Гломара Челленджера"

Расположение станций глубоководного бурения в Японском море (цифры на изобатах — глубина моря в метрах).

и воздымания океанического фундамента. Хотя по техническим причинам фундамент не был достигнут, удалось определить время поднятия гребня — по резко оборвавшемуся 1,8 млн лет назад привносу обломочного материала со стороны Японии.

Довольно полный разрез осадочной толщи, полученный по всем скважинам, позволяет восстановить историю региона. В раннем миоцене образовался мелководный бассейн, в котором накапливались дельтовые отложения. Вулканическая активность была достаточно сильной, о чем свидетельствуют слои лав и щелочные интрузии. В конце раннего — начале среднего миоцена на фоне непрекращающейся вулканической деятельности шло интенсивное опускание бассейна и накопление в

нем обогащенных фосфатами черных глин. В позднем миоцене — раннем плиоцене возобладали диатомовые отложения, а в конце плиоцена возросло количество глин. Пласты вулканического пепла пронизывают весь разрез.

Таким образом, в 127-м рейсе удалось достигнуть фундамента Японского моря; первая попытка, предпринятая в 31-м рейсе «Гломара Челленджера», оказалась неудачной.

В 128-м рейсе продолжено бурение скважины 794, а также заложены две новые с целью получить дополнительный материал для оценки динамики рифтогенеза, истории формирования и эволюции окраинного моря, расположенного в пределах континентальной дуги².

Скважина 798 пробурена на вершине хр. Оки в южной части Японского моря. Было задумано вскрыть осадочную толщу, отлагавшуюся над границей

зоны карбонатной компенсации и, кроме того, в районе, изолированном от накопления крупнозернистых терригенных осадков. Однако на глубине 518 м от дна бурение пришлось прекратить из-за резко возросшего выхода этана. Вскрытый разрез (от среднего плиоцена до голоцена) состоит из переслаивающихся диатомовых и терригенных глин, аргиллитов и илов. Отмечено чередование обогащенных органическим веществом слоев с тонкозернистыми осадками, что отражает климатические, тектонические и эвстатические колебания, время от времени изолировавшие Японское море от Тихого океана. Хорошо выраженные слои вулканического пепла позволили детально восстановить картину вулканической активности (6 фаз) прилегающей Японской дуги в среднем плиоцене — плейстоцене.

В центральной части Японского моря, у южной оконечности трога Кита-Ямато, пробурена скважина 799. Считается, что здесь под осадочной толщей погребен неразвивающийся рифт, в пределах которого могли накапливаться мощные сульфидные отложения, аналогичные известным отложениям на суше (формация Куроко). Скважина прошла 1084 м раннемиоценовых-голоценовых осадков, затем бурение было приостановлено в 120 м от фундамента из-за большого скопления углеводородных газов. Разрез представлен глинистыми диатомовыми отложениями четвертичного — позднемиоценового возраста и кремнистыми аргиллитами с прослоями крупнозернистых песков и песчаников. Отмечено 223 прослоя вулканического пепла, по которым удалось установить 10 этапов вулканической активности, группирующихся в три фазы: ранний — поздний миоцен, конец миоцена — поздний плиоцен, плейстоцен. Литологические фации, сходные с разрезом Куроко, встречаются в отложениях среднего и нижнего миоцена. Скважина пересекла также слой риолитовых туфов мощностью 24 м, который можно сопоставить с формациями, перекрывающими сульфидные отложения Куроко, однако никаких следов сульфидов или

² Ibid. P. 13.

других гидротермальных металлоносных образований не обнаружено.

При повторном бурении скважины 794 вскрыто 190,5 м магматических пород, составляющих два комплекса: верхний (базальтовые и долеритовые пласты, переслоенные потоками застывшей лавы и глинами), который можно соотнести с магматизмом несформировавшейся островной дуги, и нижний (сложенный теми же породами, но без осадочных прослоев), отнесенный к задуговому магматизму. Геодинамика такого напластования пока не выяснена.

Обработка результатов новых геофизических экспериментов этого рейса позволит представить структуру пройденных скважинами участков до глубины 10 км.

© О. Л. Базилевская
Москва

Геофизика

Земная кора Великих озер

Геофизики США и Канады участвуют в Международной междисциплинарной программе по изучению эволюции земной коры в районе Великих озер, через который проходит одна из наиболее интересных геологических структур Северной Америки и где имеется редкая возможность исследовать внутренние области континента относительно недорогими методами морской сейсмологии. За четыре года проложено 8 сейсмических профилей длиной 1350 км, проведены аэромагнитная съемка и другие геофизические, геохимические и геологические наблюдения, а также 23196 сейсмических взрывов, по которым на 137 станциях в 86 пунктах получены надежные записи.

Установлено, например, что оз. Верхнее лежит на северной оконечности срединно-континентальной гравитационной аномалии; целая система таких аномалий протянулась на 2000 км — от штата Канзас, через Айову, Миннесоту и Вис-

консин, а затем, повернув на юго-восток, через Мичиган. Изучение обнажений вдоль берегов оз. Верхнее и данные бурения в разных пунктах показали, что причиной гравитационных и сопутствующих им магнитных аномалий служит мощная толща лавовых пластов, перемежающихся небольшими слоями осадков. Очевидно, здесь пролегают не завершивший свое развитие докембрийский рифт (возраст около 1,1 млрд лет), относящийся к срединно-континентальной рифтовой системе.

Сейсмические эксперименты со взрывами свидетельствуют, что в районе оз. Верхнее земная кора аномально мощная (более 50 км) со значительной скоростью распространения волн. Граница Мохоровичича находится, видимо, на глубине 35 км, однако в северной и южной частях озера четких отражающих слоев, которые могли бы быть связаны с ней, не отмечено, что заставляет предполагать существенное нарушение границы между корой и мантией в процессе образования рифта.

Архейско-раннепротерозойский фундамент характеризуется в этом районе типичными для докембрийского щита большими скоростями сейсмических волн; примечательно, что скорость увеличивается очень быстро: от 2,5 км/с у самого дна озера до 5,2 на глубине менее 2 км. В центре рифта скорость с глубиной еще более возрастает, достигая 7 км/с на глубине 18 км. Очевидно, в пределах бассейна находится крупное скопление изверженных пород, вероятно базальтовых.

Eos. Transactions of the American Geophysical Union. 1989. Vol. 70. № 38. P. 841, 852 (США).

Сейсмология

Сейсмические уроки строителям

Эксперты во главе со специалистом по гражданскому строительству Т. О'Рурком (Т. O'Rourke; Корнеллский университет в Итаке, штат Нью-

Йорк, США) обследовали район Сан-Франциско, подвергшийся 17 октября 1989 г. сильному землетрясению, эпицентр которого находился вблизи горы Лома-Прета, в 100 км от Сан-Франциско.

Пострадали в основном старые здания и сооружения; возведенные в последние десятилетия, с соблюдением норм сейсмостойкого строительства, выдержали удар стихии. Особенно хорошо проявили себя здания, в фундаменте которых встроены «шарикоподшипники» из слоев стали и резины: такая конструкция предоставляет известную свободу смещения во время толчка; у лишенных же ее высотных зданий верхние этажи усилению раскачивались и могли не выдержать более мощного испытания.

Большинство небоскребов Сан-Франциско снабжены мощными укрепительными поясами, которые активно поглощали и равномерно распределяли энергию толчка. Свою положительную роль сыграло и то, что здания в западной части города, ближе к разлому земной коры, не превышают нескольких этажей.

Среди разрушенных — сооружения двух типов: жилые дома, возведенные на подсыпном грунте, и шоссе, построенные в 50-х годах по проектам 40-х годов. Подсыпные площади занимают около 40 % города. Привозные песчаные почвы легко пропитываются влагой и при интенсивном сотрясении, разжижаясь, не способны удержать на себе здание. Должным образом утрамбованная, такая почва относительно безопасна, однако так было сделано не везде. К тому же в некоторых домах фундамент оказался слабо связанным с опорными стенами. Все это и привело к обрушению нескольких десятков зданий.

В расположенном на восточном берегу залива Сан-Франциско городе Окленде обрушился двухкилометровый отрезок шоссе. На этом же шоссе рухнула верхняя плоскость двухъярусного моста: опоры не выдержали мощного толчка, точно направленного с юга на север; если бы удар пришелся под более острым углом, возможно, трагедии бы не

случилось. Кроме того, опоры квадратного сечения оказали недостаточное сопротивление; на новых калифорнийских автострадах сечение круглое, к тому же опоры снабжены спиральными стальными кольцами, охватывающими стальную сердечник.

С учетом этого опыта разработаны подробные рекомендации для совершенствования норм сейсмостойкого строительства.

New Scientist. 1989. Vol. 124. № 1688. P. 20 (Великобритания).

Сейсмология

Магнитуда Лома-Приетского землетрясения пересмотрена

Национальная служба сейсмической информации США (Голден, штат Колорадо) официально объявила, что Лома-Приетское землетрясение 19 октября 1989 г., вызвавшее миллиардные убытки и гибель десятков людей в Сан-Франциско и на обрушившемся мосту между ним и Оклендом, имело магнитуду не 6,9, как сообщалось прежде, а 7,1. При лггарифмическом характере шкалы Рихтера это означает, что выделившаяся энергия была вдвое больше. Новое определение сделано на основании анализа данных 18 сейсмических станций всего мира. Такой подход надежнее прежнего, опиравшегося на записи сравнительно близких к эпицентру сейсмометров: их показания могут быть искажены вследствие реверберации, вызванной местными геологическими условиями. Приборы, расположенные достаточно далеко от источника колебания, регистрируют поверхностные волны Рэлея. Такие волны с периодом около 20 с опоясывают земной шар и позволяют точнее определить выделившуюся энергию.

Таким образом, это землетрясение 5-е по магнитуде среди зарегистрированных толчков на территории Калифорнии.

Сейсмологи считают, что связанная с Лома-Приетской катастрофой разрядка напряжения земной коры в районе

Санта-Круса может привести к росту напряжения на Полуостровном отрезке Хейвордского разлома, ближе к Сан-Франциско, где вероятность толчка магнитудой выше 7 в ближайшие 30 лет оценивается в 30 %.

Этот отрезок проходит в опасной близости к густонаселенным районам, в том числе к городку Станфордского университета и известной своими научно-исследовательскими учреждениями долине Силикон-Вэлли. С двумя отрезками Хейвордского разлома, которые тоже угрожают испариванием коры в ближайшие 30 лет, соседствует с восточной стороны залив Сан-Франциско. По оценкам Калифорнийского управления горной промышленности и геологии, мощное землетрясение в пределах Хейвордского разлома может привести к гибели от 1,5 до 4 тыс. человек; вероятность же толчка магнитудой 7 в районе залива Сан-Франциско в предстоящие 30 лет равна 50 %.

К югу от Санта-Крусского отрезка, между городами Сан-Хуан Батиста и Паркфилд, на разломе Сан-Андреас постоянно отмечается крип — медленное сползание, не позволяющее накопиться напряжению, достаточному для возникновения сильных толчков. Паркфилд лежит в районе «сейсмического молчания»: здесь уже длительное время не было землетрясений, и толчок магнитудой не менее 6,5 можно ожидать в ближайшие несколько лет.

New Scientist. 1989. Vol. 124. № 1689. P. 30 (Великобритания).

Геохимия

Алюминий — индикатор перемешивания гидротермальных струй

Характерным проявлением геологической активности в рифтовых долинах срединно-океанических хребтов являются гидротермальные источники: через отверстия в дне диаметром 5—15 см со скоростью до 0,8 м/с здесь выходят струи горячих подземных вод. Знание особенностей их перемешива-

ния с окружающими океанскими водами важно для оценки их влияния на химический состав придонного слоя.

Чтобы определить скорость увлечения морской воды горячей струей на различном удалении от дна, используют какую-либо характеристику морской воды, заметно меняющуюся вблизи дна. В Тихом океане это, например, соленность, однако в Атлантике она в придонном слое изменяется слабо. Исследователи из Великобритании Т. Ланел, М. Руднишки, Х. Элдерфилд (Т. Lunel, M. Rudnicki, H. Elderfield); Кембриджский университет) и Д. Хьюдес (D. Hydes; Институт океанографических наук в Годалминге, графство Суррей) установили, что в Атлантике наилучший индикатор — концентрация алюминия в морской воде. Измерения в районе Срединно-Атлантического хребта на 45° с. ш. показали, что вне зоны влияния гидротерм концентрат алюминия в 500-метровом придонном слое по мере удаления от дна плавно снижается. Непосредственно же над гидротермами в распределении алюминия обнаружен максимум на расстоянии около 300 м от дна, что можно объяснить переносом алюминия струями из придонного слоя до слоя плотностной компенсации. Сравнительные различия вертикального распределения алюминия над гидротермальными источниками и в соседних с ними районах, исследователи рассчитали скорость увлечения океанской воды струями на различных горизонтах. Поскольку гидротермальные воды не содержат собственного алюминия, следовательно, они не вносят искажений.

Nature. 1990. Vol. 344. № 6262. P. 137—139 (Великобритания).

Океанология

Польны и климат Арктики

По оценкам сотрудников Университета штата Колорадо в Боулдере (США), через огромные польны во льдах Северного Ледовитого океана поступает большое количество тепла —

около 90 % общей энергии атмосферы Арктики. В арктическую зиму наблюдается парение вод, имеющих температуру, близкую к температуре замерзания, поскольку средняя температура окружающего воздуха ниже примерно на 40 °С.

В 1984 г. с борта самолета-лаборатории Национального управления США по изучению океана и атмосферы зарегистрированы методом дистанционного зондирования огромные «плюмажи» парения, поднимающиеся на высоту нескольких километров.

Рост загрязнения атмосферы Арктики может привести к увеличению числа полярных.

Geotimes. 1989. Vol. 34. № 7. P. 22 (США).

География

«Оазис» в Антарктиде — сомнительный проект

Южнополярный туризм развивается медленно, но верно: около 2,5 тыс. отдыхающих ежегодно совершают недешевое путешествие на комфортабельных лайнерах от берегов Чили и Аргентины к Антарктическому п-ову. Однако эта, наиболее «гостеприимная» часть ледового континента выступает далеко за пределы Полярного круга, ввиду чего стремящиеся к экзотическому «белому безмолвию» туристы испытывают неудовлетворенность.

Недавно австралийский архитектор и владелец строительной фирмы Х. Роде выдвинул проект «Оазис», предусматривающий строительство в Антарктиде взлетно-посадочной полосы длиной 2800 м, что позволит принимать пассажирские самолеты типа «Боинг-747». Неподалеку от аэродрома предполагается возвести «Надледный дом» — пятиэтажную гостиницу со всеми удобствами на 500 мест, способную за год обслужить до 16 тыс. человек (причем, по замыслу Роде, не только туристов, но и ученых-полярников). Для строительства выбран хотя и прибрежный, но «коренной» район Антарктиды — около холмов Вестфоль, поблизости от действующей

австралийской южнополярной станции Дейвис. В отличие от ныне существующих в Антарктиде громоздких сооружений с вынужденными крупными хранилищами для продуктов питания и горючего, «Надледный дом» будет иметь в качестве источника энергии ветровой генератор, а для переработки отходов — совершенную установку. Вчерне разработаны новые проекты зданий, способных противостоять ветрам скоростью до 300 км/ч. Это будут сборно-разборные конструкции, которые доставят морем из Сиднея и глубоко «заякорят» во льду. Они обойдутся, по подсчетам авторов, раз в 20 дешевле нынешних сооружений. Туристы и ученые смогут совершать поездки в радиусе около 500 км, пользуясь транспортом на воздушной подушке. Морской же туризм к берегам Антарктиды Роде считает опасным: даже приспособленные к плаванию во льдах суда не застрахованы от столкновения с айсбергом, могут быть затерты льдами, а спасательные работы крайне сложны.

Сомнения относительно проекта «Оазис» высказал парламентский комитет Австралии: признавая неизбежным развитие антарктического туризма, он считает необходимым ограничить его масштабы (например, не более 1 тыс. австралийских туристов в год); опираться такой туризм должен все же на морские суда, доставляющие путешественников в различные точки Антарктики, откуда они могут совершать кратковременные поездки на малых судах.

Еще большую озабоченность выражают эксперты-экологи: раз вступают на полярные мхи и лишайники, человек наносит им повреждения, на устранение которых могут уйти сотни лет; с отходами человеческой жизнедеятельности всего за сутки в полярные озераносится органики больше, чем от здешних природных процессов за целый век.

Строительная компания Роде выделила на изучение экологических аспектов проекта 8 млн долл. и продолжит свою деятельность лишь в случае, если ее «благословят» экологи.

New Scientist. 1989. Vol. 122. № 1665. P. 22 (Великобритания).

Климатология

Экстремально теплый год текущего столетия

1989 год был самым теплым на планете в текущем столетии. Интересно сопоставить эту глобальную характеристику с погодой на европейской территории СССР, в частности в Москве.

Согласно непрерывным наблюдениям за 169 лет (1821—1989), самыми теплыми в Москве были 1938, 1975 и 1989 гг., когда средняя годовая температура была близка к 7 °С, но в 1989 г. она впервые превысила этот рубеж, достигнув 7,2 °С. Кроме того, рекордно высокими оказались в 1989 г. средние температуры января (−2,2 °С), февраля (−0,5 °С) и марта (2,1 °С); остальные месяцы, кроме ноября, тоже были очень теплыми, но их рекордно высокая температура приходилась на другие годы.

Высокая годовая температура связана с особенностями циркуляции атмосферы. Примерно с 1973 г. ее характер над ЕТС стал меняться, особенно зимой. Именно с этого времени число арктических антициклонов, вызывающих наибольшие ших похолодания, сокращается, а сами антициклоны становятся более мелкими, неустойчивыми и термически ослабленными. Одновременно увеличивается число циклонических процессов, приносящих на ЕТС тепло южных морей и Атлантического океана, сами же циклоны значительно активизируются. Обычно средняя многолетняя повторяемость двух этих групп атмосферных процессов примерно одинакова, но ко второй половине 80-х годов процессы второй группы отмечались вдвое чаще первой. В целом на ЕТС в 1938, 1975 и 1989 гг. сезонная и годовая повторяемость вообще всех атмосферных процессов, вызывающих потепление, превышала повторяемость процессов, несущих похолодание, не менее чем в 2—3 раза. Например, зимой 1989 г. на долю процессов, несущих потепление, пришлось 79 %, летом — 58 %, а в среднем за год — 68 % (похожие

данные характерны для двух других лет).

Однако термическая характеристика месяцев и сезонов зависит не только от количества соответствующих атмосферных процессов, но и от их термической активности. Термически активны те из них, при которых потепления или похолодания превышают среднюю величину нормы. В 1938, 1975 и 1989 гг. термическая активность процессов, несущих потепление, была в 3—4 раза выше, чем у процессов, вызывающих похолодание.

Сюрприз преподнесла и календарная зима 1989/90 г. Установленный в 1989 г. рекорд средней температуры за февраль был перекрыт в 1990 г.: впервые (теперь уже за 170 лет) она оказалась положительной (0,3 °C). На долю атмосферных процессов, вызвавших потепление, в феврале 1990 г. пришлось 83 %, а в целом за зиму — 78 %, что на 28 % выше нормы. Особенно часто повторялись циклонические и антициклонические процессы, несущие тепло Атлантического океана: первые — в 4, вторые — в 2 раза чаще нормы.

27 февраля 1990 г. был установлен новый абсолютный максимум температуры для этого дня в ряде городов, в том числе в Москве (7,6 °C). В ГДР предшествовавшая неделя была самой теплой за минувшие 200 лет: температура повышалась до 20 °C.

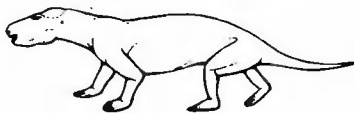
Одной из причин усиления циклонической деятельности в холодное время года может служить увеличение межширотного градиента температуры (в последние десятилетия на севере стало несколько холоднее, а на юге — теплее обычного).

© Л. В. Клименко,
кандидат географических наук
Москва

Палеонтология

Цинодонты рассказывают о Пангее

Группа палеонтологов, руководимая П. Олсеном (P. Olsen; Геологическая обсерватория при



Реконструкция цинодонта.

Колумбийском университете, Палисейдс, штат Нью-Йорк, США) и Х.-Д. Зюсом (H.-D. Sues; Смитсоновский институт, Вашингтон), провела успешные раскопки в 9 км к юго-западу от Ричмонда (штат Вирджиния).

Им удалось вскрыть чрезвычайно богатое скопление остатков древних земноводных и пресмыкающихся. Обнаружены представители по меньшей мере 15 различных видов животных, причем особенно щедро представлены их мелкие разновидности.

Среди уже идентифицированных 11 челюстей цинодентов (Synodontia) — ближайших предков млекопитающих среди пресмыкающихся. Пять из этих челюстей отличаются крайне малыми размерами и, очевидно, принадлежат свежевывульпившимся особям. Взрослые цинодонты, возможно, обладали волосатым покровом.

Найдены также остатки животных размером от землеройки до собаки, принадлежавших к наиболее древним известным саламандрам, крокодилам и ящерицам.

Отложения, в которых найдены остатки, принадлежат к эпохе, отстоящей от нас на 225 млн лет. К этому же времени относится древнейший известный науке динозавр, остатки которого недавно обнаружены на территории Аргентины. Позднее архозавры (динозавры и родственные им животные) стали доминирующими среди всех сухопутных существ Пангеи — единственного в те времена материка Земли.

Аналогичные находки цинодентов делались ранее, но лишь в Южной Америке и Южной Африке. Отсутствие их в Северном полушарии исследователи объясняли тем, что в глубинных районах Пангеи существовал некий барьер, препятствовавший распространению видов. Теперь очевидно, что это не так.

New Scientist. 1990. Vol. 125. № 1699. P. 31 (Великобритания).

Палеонтология

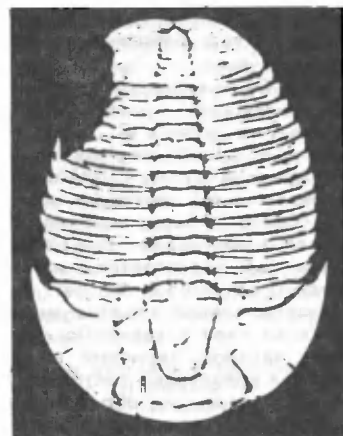
О чем говорят древнейшие раны!

Трилобиты — сходные с ракообразными морские членистоногие, жившие главным образом на морском дне, около 500 млн лет назад появились на Земле. Это одни из первых обитателей планеты, покрытые плотным известково-хитиновым панцирем.

Американские палеонтологи Л. Бэбкок и Р. Робисон (L. E. Babcock, R. A. Robison; Университет штата Канзас, Лоренс) изучили 158 ископаемых остатков трилобитов из различных музеев и коллекций мира.

Все они хранили явные следы укусов, причем у 69 % — справа, а у 27 % — слева. Остальные трилобиты имели ранения с обеих сторон. Повреждения, не вызванные укусами, распределялись почти равномерно. За следы нападения хищника принимались большие округлые «выемки», очевидно, соответствовавшие очертаниям пасти врагов трилобита — более крупных членистоногих, хищных рыб и моллюсков, сходных с современными наутилусами.

По мнению специалистов, это важное свидетельство особенностей поведения древнейших обитателей планеты, правая и левая стороны тела которых неравноценны. У ныне живущих



Остатки трилобита со следами укуса.

как позвоночных, так и беспозвоночных в этом проявляется асимметрия мозга. Возможно, она была свойственна нападавшим на трилобитов хищникам или самим жертвам: свернувшись, они прикрывали преимущественно левый бок. Не исключено также, что слева у трилобитов располагался жизненно важный орган, который животное инстинктивно пыталось сохранить.

Эти результаты вызвали большой интерес палеонтологов.

Science News. 1989. Vol. 136. № 5. P. 78 (США).

Палеонтология

Кораллы и «терновый венец»

В середине 60-х и начале 80-х годов коралловые постройки подвергались нашествию хищной разновидности морской звезды, названной за ее форму терновым венцом (*Acanthaster planci*). Особенно пострадали атоллы Тихого океана и Большой Барьерный риф, протянувшийся на 2300 км вдоль северо-восточного побережья Австралии, омываемого Коралловым морем.

Такого роста численности тернового венца до 1962 г. не наблюдали, и причину явления связали с деятельностью человека — общим загрязнением морских вод, работами в гаванях и т. д.

Однако недавно группа американских и австралийских ученых во главе с А. Джаллом (A. J. T. Jull; Университет штата Аризона, Тусон, США) обнаружила шипы тернового венца в образцах осадочных пород атоллов, возраст которых (определенный радиоизотопным методом) достигал 8 тыс. лет. Количество шипов заметно менялось от слоя к слою. По мнению авторов, терновый венец поедал коралловые постройки с самого начала их образования, а его численность менялась время от времени независимо от антропогенных факторов.

Э. Драффел (E. Druffel;

Вудс-Холский океанографический институт, штат Массачусетс) считает, однако, что донные морские организмы могли перемешивать осадочные слои, а относительно легкие шипы морской звезды, включенные в осадочные породы, — всплывать, достигая приповерхностных слоев, что ставит под сомнение правильность датировки и заключение о колебаниях численности популяции тернового венца в прошлом.

Science News. 1989. Vol. 136. № 9. P. 133 (США).

Археология

Маяя на коралловом острове

Археологи-американцы были убеждены, что примерно после 900 г. культура и экономика маяя быстро пришли в упадок и вскоре эта цивилизация исчезла. Однако в последнее время подобное утверждение ставится под сомнение. Важным аргументом стали результаты археологических раскопок под руководством Э. Грэхем и Д. Пендергаста (E. Graham, D. M. Pendergast; Королевский музей провинции Онтарио, Торонто, Канада). Они исследовали, в отличие от других археологов, не континентальную территорию, принадлежавшую маяя, а островок Амбергри-Ки — один из атоллов, протянувшихся вдоль Карибского побережья Белиза и мексиканского п-ова Юкатан.

В 1984 г. местный подросток указал ученым на южной оконечности островка несколько «подозрительных» холмов — обнаруженное здесь древнее поселение получило его имя — Марко Гонсалес. На территории 6,5 га вскрыто 49 зданий и сооружений, возведенных на небольших искусственных возвышениях из плотно утрамбованного грунта вперемешку с ракушечником. Найдено множество предметов (преимущественно керамических), указывающих, что маяя непрерывно жили здесь с I в. до н. э. по середину XVI в. н. э. Наиболее по-

разительным специалисты считают свидетельство тесных культурных и торговых связей между островитянами и г. Ламанай — крупным центром маяя на территории нынешнего Белиза, который, как теперь очевидно, вовсе не угас после завершения «золотого века» этой цивилизации. Значительная часть найденной керамики по форме, цвету и орнаменту близка аналогичным предметам из Ламаная периода между 1150 и 1300 гг. Правда, изделия островных гончаров (сосуды для благовоний, чаши, кувшины) несколько меньше и нередко уступают ламанайским в сложности формы и орнаментации. Очевидно, островитяне брали континентальные за образец, позволяя некоторые отступления. На Амбергри-Ки найдены предметы из обсидиана, нефрита, гранита, кремнистого сланца и известняка явно материкового происхождения — на атолле этих материалов нет. Обнаружен и целый «склад» ритуальных сосудов из Ламаная.

Археологи вскрыли 11 захоронений древних поселенцев острова; два из них (непосредственно под строением), очевидно, начала XVI в. В могильниках встретились колючки морского ската, что характерно для захоронения людей, обладавших высоким положением в обществе маяя.

Возможно, поселение Марко Гонсалес служило для г. Ламанай чем-то вроде аванпорта в сношениях с иными центрами экономической, культурной и религиозной жизни.

Итак, установлено, что и через 200 лет после крушения классической цивилизации маяя их культура проявлялась на побережье Юкатана, Белиза и прилегающих островах.

Science News. 1989. Vol. 136. № 2. P. 20 (США).

Запущенный в январе 1990 г. японский космический аппарат массой 13 кг впервые 19 марта вышел на орбиту Луны. Аппарат предназначен для исследования распределения температуры и электрических полей на Луне. Его приборы работают на солнечных батареях; получаемая информация поступает на борт автоматической станции MUSES-A, а затем передается на Землю. Итак, Япония стала полноправным членом «лунного клуба», вслед за СССР и США.

ТАСС

25 марта 1990 г. с космодрома на м. Канаверал (США) ракетой-носителем «Дельта-2» выведен на орбиту высотой 20 115 км 7-й спутник «Навстар» Глобальной навигационной спутниковой системы.

К 1992 г. система стоимостью около 8,5 млрд долл. должна включать 21 спутник этой серии, что позволит подразделениям вооруженных сил США и их союзников определять свое местоположение в любой точке земного шара с точностью до 16 м независимо от метеорологических условий.

ТАСС

7 апреля 1990 г. с космодрома Сичан (провинция Сычуань, КНР) запущен коммерческий спутник связи «Азия-1». Он изготовлен американской корпорацией «Хьюз эйркрафт» по заказу Азиатской спутниковой компании Гонконга и предназначен для обеспечения различными видами космической связи более 30 государств Азии с населением 2,5 млрд человек. Масса спутника 1242 кг, высота 6,5 м, диаметр 2,2 м.

Запуск осуществлен самой мощной в Китае многофункциональной трехступенчатой ракетой-носителем «Великий поход-3», способной вывести на геостационарную орбиту спутники массой до 1,4 т.

ТАСС

Реализация запланированного на весну 1991 г. проекта «Джюно» — полета советско-английского экипажа на орбитальной станции «Мир» — под вопросом из-за нехватки средств.

Стоимость проекта 16 млн ф. ст.; пока удалось собрать лишь 6 млн. Некоторые спонсоры отказались от участия в проекте, поскольку британские деловые круги не сумели обеспечить его финансовую поддержку. Компания «Антекера», курирующая проект, продолжает поиски спонсоров.

ТАСС

Американские исследователи выделили ген, кодирующий фермент, который катализирует биосинтез этилена. Поскольку этилен является природным регулятором процессов созревания, инактивацией этого гена можно замедлить созревание овощей и фруктов, что очень важно при их хранении и транспортировке.

Biotechnology. 1989. Vol. 7. P. 990 (США).

По оценкам специалистов Агентства по охране окружающей среды США, подъем уровня океана в последующие 100 лет из-за глобального потепления может уничтожить до 80 % всех болот по берегам Атлантики и Мексиканского залива; в наибольшей опасности окажутся болотистые места в штате Луизиана и в окрестностях Чикапикского залива.

National Wildlife. 1989. August—September. P. 27 (США).

Как утверждают американские ученые из компании «Тексес Эй энд Эм», они сконструировали вирус, способный убивать домашнюю моль. В вирус встроили различные гены моли, ответственные за водный обмен. При заражении насекомого вирусом резко увеличивается синтез гормонов, регули-

рующих водный обмен, и насекомое погибает в течение недели или от обезвоживания, или от перенасыщенности водой тканей — в зависимости от того, какой из генов использовали. Biotechnology. 1989. Vol. 7. P. 991 (США).

Еще один аргумент в защиту тропических лесов привела группа американских ботаников, рассчитавшая, что 1 га тропического леса принесет 6800 долл. дохода, если лес не вырубать, а ежегодно использовать его естественную продукцию в виде фруктов и каучука; за продажу же древесины с 1 га можно выручить лишь 3200 долл., а при расчистке той же площади под пастбища доход снизится до 2900 долл.

National Wildlife. 1989. October—November. P. 29 (США).

Сотрудники ГЕОХИ АН СССР установили, что «чернобыльские» радионуклиды распределяются по ландшафту и в почвах в соответствии с теми же закономерностями, что и при иных источниках их поступления в природную среду. В ландшафтах лесной и лесостепной зон содержание Pu, ⁹⁰Sr, ¹³⁷Cs и других изотопов повышено в почвах речных террас и плоских водоразделов, особенно покрытых лесом, а понижено на склонах и в сильно обводненных почвах. На водоразделах и склонах они сосредоточены преимущественно в дернине и гумусе, а на понижениях и в пахотных почвах распределены равномернее. Концентратором радионуклидов служит мох (в слое в 1 см он в первые годы задерживает до 92 % Pu). Характерны два типа переноса радионуклидов: медленный (60—100 %) и быстрый; вынос максимален из подстилки и слабозрелой дернины; возрастает с уменьшением содержания гумуса и в карбонатных почвах.

Тезисы докладов Всесоюзного совещания «Принципы и методы ландшафтно-геохимических исследований миграции радионуклидов». Суздаль, 13—17 ноября 1989. М., 1989. С. 81.

Путь к познанию истории биосферы

Е. В. Краснов,

доктор геолого-минералогических наук
Калининград

ДОЛГОЕ время палеонтология развивалась преимущественно как описательная наука. Вспомним, что еще «Основы палеонтологии» в 15 томах, вышедшие в начале 60-х годов под ред. Ю. А. Орлова, В. Е. Руженцева и Б. С. Соколова, были не чем иным, как систематическим сводом «разношерстных» диагнозов ископаемых организмов, хотя и сыгравшим исключительно важную роль.

Да и теперь достаточно раскрыть любой номер «Палеонтологического журнала», чтобы убедиться, что в нем преобладают описания древних видов по их остаткам, извлеченным из «слоев земных». Но эти описания уже трудно воспринимать как самоцель. Произошел прорыв в новое качество древней науки. Пример тому — теоретические обобщения С. В. Мейена и Л. П. Татарина, неутихающие дискуссии палеонтологов на международных встречах и ежегодных сессиях Всесоюзного палеонтологического общества.

Одной из первых ласточек обновления палеонтологии стал выход в 1974 г. в издательстве «Мир» книги Д. Раупа и С. Стэнли «Основы палеонтологии». И вот, спустя полтора десятилетия, перед нами новый обобщающий труд, включивший на этот раз работы более 30 советских палеонтологов. Их внимание обращено прежде всего на обстоятельное обсуждение общих принципов и главных направлений современных палеонтологических исследований. Книга заявлена как справочное пособие и в соответствии с этим четко организована, разбита на части, состоящие из статей, пронумерованных как параграфы. Об огромном объеме информации, осмысленной авторами, свидетельствует список цитируемой литературы, насчитываю-



СОВРЕМЕННАЯ ПАЛЕОНТОЛОГИЯ. МЕТОДЫ, НАПРАВЛЕНИЯ, ПРОБЛЕМЫ, ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ. В 2-х томах. Под ред. В. В. Меннера и В. П. Макридина. М.: Недра, 1988. Т. 1, 540 с.; т. 2, 383 с.

щей 2521 наименованием. Пользование книгой облегчает словарь терминов и предметный указатель.

Первый том открывается обзором морфологических исследований, которые лежат в основе практически всех разделов палеонтологии. От их уровня зависит прогресс систематики и филогении, палеоэкологии, палеобиогеографии и других направлений. Общие тенденции развития морфологии рассматриваются Э. И. Воробьевой и С. В. Мейеном. Проанализировав особенности палеонтологического материала, они подчеркивают необходимость постоянного обращения к принципам

актуализма и историзма, дополнительных друг другу в исследовательской практике палеонтолога. Не вдаваясь в детали обсуждаемых примеров «конструктивно-морфологических» исследований, критериев гомологичности органов, отмечу незабываемую приверженность авторов к отысканию «имманентных закономерностей» изменений формы организмов.

Для изучения эволюции биосферы трудно переоценить исследования микроскопии скелетных останков, но еще больше новых данных палеонтологи получают в последние годы с помощью анализа мягких тканей и целых организмов, сохраняющихся в вечной мерзлоте, соляных залежах, янтаре. Однако в книге об этом упоминается лишь вскользь. Фрагментарна статья о палеопатологии. Наибольший интерес в ней представляют сведения о механических травмах и болезнях, вызванных паразитами, а также о возрастных изменениях функций.

К важнейшим в первом томе относится часть, посвященная тонкой структуре и вещественному составу ископаемых органических остатков, палеоэкологии, систематике и филогении древних организмов. От микроструктурных и биогеохимических исследований до молекулярной палеонтологии — таков диапазон новейших направлений в этих областях, исключительно важных для понимания происхождения жизни и законов, управляющих ее эволюцией.

Однако читатель встретится и с весьма суровыми оценками состояния палеобиогеохимических исследований. В частности, говорится о якобы полном отсутствии в них научного обоснования конкретных путей, по которым шло формирование специфичности химиче-

ского состава организмов (И. С. Барсков). Мне представляется, что если даже «забыть» основополагающие труды В. И. Вернадского, Я. В. Самойлова, А. П. Виноградова, то и в работах их многочисленных последователей при желании возможно отыскать искомые «обоснования». Не очень убедительно и содержащееся в той же статье утверждение о «подрыве доверия» к изотопной палеотермометрии, который связывается с переоценкой влияния среды и недооценкой биологических особенностей. В специальных палеобиогеохимических публикациях как в нашей стране, так и за рубежом давно уже сопоставляются биологические и средовые условия накопления элементов, а палеотемпературы рассчитываются не по общим, а по «видовым» шкалам, учитывается также значение диагенетических изменений состава скелетных остатков и многое другое.

Будущее палеобиогеохимических, как и вообще новейших, исследований в палеонтологии авторам книги видится тесно связанным с системным подходом, моделированием и даже с ретроспективным прогнозированием палеобиологических процессов, происходивших на различных уровнях организации некогда живой материи — от особи до биосферы включительно. Кому-то, вероятно, такие «прогнозы» покажутся посягательством на «табу», свято соблюдаемым биологами (к примеру, на то, что эволюция «непредсказуема» и т. п.). Но подлинная наука, если она действительно такова, не может не стремиться к новому качеству, даже если оно сегодня и представляется «безумным».

Как вычленили «популяции» и «биоценозы» в «осколках разбитого дребезги» мира древних организмов, представленных зачастую даже не скоплениями перемешанных разновозрастных ископаемых костей или «битых» раковин, а лишь отпечатками и следами ползания? Посильна ли палеонтологу эта задача? На эти вопросы в книге даны положительные ответы, хотя, разумеется, они относятся скорее к перспективам, чем к сегодняшним достижениям.

Симметрия форм органи-

ческого мира, издавна вдохновлявшая не только великих поэтов, но и ученых, ныне почти не учитывается палеонтологами. Поэтому особенно интересны классификационные схемы следов жизнедеятельности древних организмов с повторяющимися элементами симметрии (М. А. Федонкин).

Принципы систематики и филогении — центральные в теоретической палеонтологии. По этим вопросам существует огромная литература, но единства представлений о том, что истинно и ложно в палеонтологических классификациях и филогенетических построениях как не было, так и нет. Эти сложные проблемы глубоко освещены в книге одним из светлых наших умов — С. В. Мейеном. Его выводы основаны на всестороннем анализе многих предпосылок — от генетических и физиолого-биохимических до экосистемных. Они буквально пронизаны философско-методологическим видением проблем эволюционной палеонтологии, которого так не хватает большинству из нас.

Завершает первый том обзор политипической концепции вида, в котором подчеркивается необходимость более обоснованного отношения к «объему вида», детального изучения изменчивости признаков. С этим трудно не согласиться.

Второй том открывается обзором основных принципов и направлений в палеобиогеографии. В последние годы в этой области, наряду с традиционным анализом распространения таксонов разного ранга, все шире распространяются экосистемные, климато-биогеографические, биофациальные и ландшафтно-географические исследования. Впечатляющие результаты получены в морской палеозоогеографии. Так, методика палеобифациального анализа, в свое время разработанная Р. Ф. Геккером для изучения толщ главного девонского поля Европейской части СССР, великолепно зарекомендовала себя в исследованиях ферганского палеогенового залива Средней Азии. Р. Ф. Геккер, А. И. Осипова и Т. Н. Бельская по сути разработали комплексный палеозолого-литологический ме-

тод воссоздания истории крупных морских бассейнов прошлого, их осадков, флоры и фауны.

Обстоятельно рассмотрены в книге методы палеофлористических, палеогеоботанических реконструкций, проблемы флорогенеза, иллюстрированные оригинальными схемами географической дифференциации всех главных филогенетических ветвей и эволюции фитоохорий в фанерозое.

Математизация палеонтологии призвана свести к минимуму субъективизм при выделении видов, избавить от «видотворчества», сократить затраченные времени на определительскую работу. Наиболее эффективны математические методы, как показано А. Н. Олейниковым, при изучении массового материала (микрофауна, споры, пыльца и др.). Можно лишь сожалеть, что начатая в 1914 г. Д. В. Наливкиным разработка математико-палеонтологических методов увлекла лишь отдельных специалистов. В настоящее время эта проблема упирается в отсутствие информационных палеонтологических банков данных и нашу плохую обеспеченность вычислительной техникой.

Из общего стиля, на мой взгляд, несколько выпадает часть, посвященная общим закономерностям эволюции (А. С. Раутиан). В ней множество эмпирических правил (около 20!) и всего один «закон» необратимости эволюции. Названия, формулировки и графические отображения «правил» весьма необычны и усложнены по сравнению с ранее установленными.

Раздел о ранних этапах развития жизни на Земле, напротив, оставляет ясное и глубокое впечатление. Его авторы Б. С. Соколов и М. А. Федонкин образно рисуют смену грандиозных событий в докембрийской биосфере, отстоящих от наших дней почти на 4 млрд лет. Чтение этих страниц могло бы побудить специалистов заниматься коллекционированием ископаемых органических остатков, а юного читателя — избрать будущую профессию.

Эволюция в целом предстает в статье М. А. Шишкина как эпигенетический процесс,

происходящий с участием естественного отбора. Преобразование адаптивной нормы выражает, по мнению автора, общую способность системных палеонтологических объектов изменяться целенаправленным образом. Вряд ли это утверждение будет встречено единодушно. Но ведь автор касается самых спорных проблем эволюционной теории.

В завершающей части книги показана роль палеонтологии для геологической практики и развития биостратиграфии. Читатели убедятся и в том, что без палеонтологических данных невозможны реконструкции былых состояний моря

и суши, их населения, приземных температур, направлений древних океанских течений и др. С помощью палеонтологических данных мы узнаем о перемещении отдельных блоков земной коры, путях миграции углеводородов и рудных растворов, формировании месторождений полезных ископаемых. В скелетных частях древних организмов «записана» информация об изменениях скорости движения нашей планеты, изотопного состава воздушных и водных масс и многое, многое иное.

Наконец, можно надеяться, что успехи палеонтологии приведут к доказательному объяснению происхождения и

эволюции земной жизни — от протобактерий до человека.

Заканчивая чтение книги, хочется присоединиться к призыву бережно относиться к палеонтологическим памятникам — объектам природы, сохранившим следы ископаемых животных и растений, которые, увы, повсеместно варварски уничтожаются.

В целом «Современная палеонтология» — безусловная удача ее авторов и редакторов. После многих лет ожидания мы получили, наконец, крупное обобщение, отражающее нынешнее состояние древней науки.

НОВЫЕ КНИГИ

Экология

Н. Ф. Реймерс. ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ. Словарь-справочник. М.: Мысль, 1990. 637 с. Ц. 3 р. 70 к.

Это справочное издание включает в себя около 5 тыс. терминов, связанных с природопользованием и экологией. Особое внимание уделено расшифровке терминов, вошедших в документы последнего времени.

Наряду с краткими определениями терминов книга содержит статьи по тем же вопросам, таблицы, карты, рисунки, полезные для интересующегося экологией хозяйственника, агронома и просто любителя природы. Приведены природоохранные ГОСТы, используемые в СССР.

Среди обсуждаемых проблем — история развития биосферы и ее новейшего этапа, циклы воды и основных элементов биосферы (кислорода, азота, углерода, серы, фосфора и др.), первичная и вторичная продуктивность разных биомов, характеристика загрязнений атмосферы и воды (включая радиационное) и т. д.

Большой интерес представляют подборки данных о ресурсах и их использовании в разных странах: динамика роста реального (на душу насе-

ления) энергопотребления и изменения его структуры за всю историю человечества, валовой сбор урожая основных пищевых и технических культур и их рекордная урожайность, количество удобрений и пестицидов, используемых в сельском хозяйстве разных стран, запасы и объем использования древесины, потребление морепродуктов и т. п.

В книге нашла отражение деятельность «Римского клуба», «зеленого» движения, представлены общественные организации, связанные с охраной природы.

Биология

Т. Чеховская, Р. Щербаков. ОШЕЛОМЛЯЮЩЕЕ РАЗНООБРАЗИЕ ЖИЗНИ. М.: Знание, 1990. 128 с. Ц. 30 к.

Книга, посвященная одной из самых старых, но не стареющих наук биологического цикла — систематике, написана журналистами. Интересна ее форма: параллельно идет рассказ о содержании систематики (Т. Чеховская) и о систематиках (Р. Щербаков). Историко-биографическая линия представлена этюдами о жизни и творчестве выдающихся систематиков и

эволюционистов — К. Линней, Ч. Дарвина, Ж. Кювье, плеяды создателей Петровской Кунсткамеры (С. Паллас, К. Бэр, И. Ф. Брандт), крупнейшего советского зоолога А. В. Иванова и даже «отца наук» Аристотеля.

Авторы — убежденные сторонники синтетической теории эволюции. Таксоны, пишут они, — это не «порождение гоголого разума» и не инструмент для быстрой сортировки разнообразия форм, а группы с общим происхождением. В книге показана та огромная роль, которую во все времена играла и продолжает играть в биологии систематика, ее обогащение системным подходом, общеприкладное значение закона гомологических рядов Н. И. Вавилова. Вместе с тем немало места уделено «нетрадиционным» представлениям С. В. Мейена, предлагавшего выделить науку о признаках, на основе которых классифицируются организмы, в особую дисциплину — мерономию, а признаки, повторяющиеся у разных форм, называвшего рефренами.

Построение естественной системы — задача огромной сложности, вокруг которой бьются систематики. И тем не менее систематики создали классификации, которыми уже успешно

пользуются биологи и которые обладают прогностической силой, т. е. позволяют предвидеть существование еще не описанных наукой таксонов.

Ботаника

Б. М. Миркин, Ю. А. Злобин. РАСТИТЕЛЬНЫЕ СООБЩЕСТВА НАШИХ ПОЛЕЙ. М.: Знание. Новое в жизни, науке, технике. Сер. «Сельское хозяйство». 1990. № 1. 64 с. Ц. 15 к.

Самым типичным растительным сообществом является ельник, в котором и почва, и все виды находятся под контролем «главного вида» — ели. Но похоже ли на ельник поле пшеницы, где также есть «главный вид», только высеваемый человеком? А если поле не похоже на еловый лес, то, может быть, оно похоже на луг? И, наконец, если оно не похоже ни на лес, ни на луг, то какие отношения связывают культурные растения и сорные виды, какова при этом роль человека? Можно ли целиком поручить ему регулировать все отношения в полевом сообществе или он должен считаться с природой растений и учитывать связи, которые помимо его воли возникают между культурными растениями, сорняками-«рэкетирами», полезными и вредными насекомыми и прочей живностью, которая селится в таком сообществе над или под землей? На эти вопросы и отвечает брошюра.

С первых страниц авторы рисуют довольно мрачную перспективу развития сельского хозяйства мира, если по-прежнему будет делаться ставка на увеличение вложений энергии (интенсивную обработку почвы, удобренья, пестициды, полив и т. д.). Уже сегодня состояние сельского хозяйства во многих районах мира, и в особенности в СССР, — кризисное. В нашей стране увеличение вложений энергии в 4 раза, которое произошло за последние 20 лет, окупилось ничтожной прибавкой урожая, вызвало резкое ухудшение среды обитания человека, массовую эрозию почв и такие страшные нарушения природы, как усыхание Арала.

Авторы показывают, что переход с рельсов традицион-

ной системы растениеводства («урожай любой ценой») на экологические принципы и умелое использование опыта, который накоплен природой, создавшей устойчивые экосистемы, может дать основание для оптимизма.

История науки

С. С. Илизаров. МАТЕРИАЛЫ К ИСТОРИОГРАФИИ ИСТОРИИ НАУКИ И ТЕХНИКИ: ХРОНИКА: 1917—1988 гг. М.: Наука, 1989. 295 с. Ц. 1 р. 40 к.

Автор — специалист в области историографии и истории естествознания — предлагает вниманию читателей первый у нас в стране опыт создания источниковой базы историографии истории науки и техники.

Основное содержание книги составляет хроника развития в СССР истории науки и техники за период с 1917 по 1988 г. Названы все события, связанные с образованием (или упразднением) историко-научных исследовательских центров, кафедр, музеев, обществ. Указаны практически все периодически создаваемые пленумы и конференции научных сообществ. Включена информация о различного рода юбилейных торжествах, посвященных великим ученым или ярким событиям исторического значения. Отмечено участие советских историков в международных конференциях, съездах и симпозиумах, в работе международных и иностранных историко-научных организаций, редколлегиях ряда изданий и т. п. Дана информация о деятельности зарубежных историков в нашей стране. Приведены сведения о публикации книг, научных работ, отмеченных премиями, особо престижными дипломами, о ряде специальных серийных изданий, выходе трудов, которые традиционно используют специалисты-историки.

Непосредственно перед перечнем событий помещен небольшой очерк об основных тенденциях и особенностях развития в СССР истории науки и техники. Рассматриваются также общие вопросы состояния и развития историографических исследований, особенности хроник как специфического типа исторического повествования.

История науки

Ю. Х. Копелевич, Е. П. Ожигова. НАУЧНЫЕ АКАДЕМИИ СТРАН ЗАПАДНОЙ ЕВРОПЫ И СЕВЕРНОЙ АМЕРИКИ. Отв. ред. С. Р. Микулинский. Л.: Наука, 1989. 413 с. Ц. 4 р. 20 к.

«Изучение истории и современного состояния научных академий, — говорится в книге, — их общих черт и специфических особенностей, связанных с культурно-историческими традициями данной страны, может дать многое для понимания процесса становления современной системы организации науки и ведущих тенденций ее дальнейшего развития».

Итак, перед нами капитальный труд, не имеющий аналогов в мировой историко-научной литературе, хотя перечень прежних публикаций, посвященных отдельно взятым академиям, включая их уставы, отчеты и другие подобные издания, внушительен и репрезентативен.

Конечно, рассмотреть все носящие это название ученые ассоциации было бы очень затруднительно. Скажем, в Италии каждый уважающий себя город когда-то считал необходимым иметь академию. Поэтому авторы ограничились изучением немногим более 50 академий из 18 стран. Очерки расположены по алфавиту — от Австрии до Швеции. Однако по ходу изложения мы находим краткие сведения еще по крайней мере о 250 научных обществах во многих странах мира.

Основываясь на реалиях и прошлых времен, и нынешнего дня, авторы разъясняют назначение, иерархию и структуру академий, в конечном счете выполняющих функцию «корпораций высших экспертов по вопросам науки». Достаточно места уделено и современному международному сотрудничеству научных учреждений разного ранга, рассказано об основанном в 1931 г. Международном совете научных союзов, Международном совете по философии и гуманитарным исследованиям, о Пагуошском движении и других подобных сообществах. Показано активное участие Академии наук СССР в международном общении ученых.

© Г. К. Церава
Бокситогорск

Разгром Общества любителей мироведения

В. А. Бронштэн

Москва

ТЕПЕРЬ слова «мироведение» не найти в словарях. Оно означало «изучение мира (Вселенной)». В это понятие входила прежде всего астрономия, но также геофизика, метеорология, вулканология, фенология и ряд других отраслей естествознания. Русское общество любителей мироведения (РОЛМ) возникло в Петербурге в 1909 г.

Примечательно это общество не в последнюю очередь тем, что через него в свои молодые годы прошли такие известные ученые, как В. А. Амбарцумян, И. С. Астапович, М. А. Вильев, Н. А. Козырев, Е. Л. Кринов, Л. А. Кулик, В. А. Мальцев, А. В. Марков, С. Г. Натансон, С. М. Селиванов, А. В. Соловьев, Н. М. Субботина, Н. Н. Сытинская, В. П. Цесевич, В. В. Шаронов, Н. М. Штауде, выдающиеся популяризаторы науки Я. И. Перельман, В. И. Прянишников, С. И. Селешников и др.

Принято считать организатором РОЛМ известного ученого и революционера, бывшего народолюбца Николая Александровича Морозова (1854—1946)¹. Однако недавно автору удалось найти в Архиве АН СССР² письмо горного инженера С. В. Муратова от 31 января 1909 г., в котором он от имени учредительного собрания РОЛМ обращается к Морозову с просьбой занять пост председателя нового общества. Морозов дал согласие и в течение 22 лет был (первым и последним) председателем РОЛМ. Муратова избрали его заместителем.

По инициативе провинциального метеоролога и любителя астрономии Даниила Осиповича Святского, одного из самых активных членов РОЛМ, стал выходить журнал «Изве-

стия РОЛМ», переименованный в 1917 г. в «Мироведение». Общество выпускало и другие издания. В частности, в 1915 г. вышла книга Святского «Астрономические явления в русских летописях» с приложением «Канона русских затмений», вычисленного замечательным молодым астрономом Вильевым. В этом «Каноне» сообщались все данные о солнечных и лунных затмениях в Древней Руси и допетровской России с 1060 по 1715 г.

Число членов РОЛМ быстро росло, начали образовываться его филиалы в других городах (в Москве и Нижнем Новгороде существовали аналогичные общества, созданные раньше). Постепенно сложился тесный круг единомышленников, отдававших все силы и свободное время астрономической науке и ее пропаганде среди населения. Была построена астрономическая обсерватория.

После Октябрьской революции общество продолжало свою деятельность. Но надвинулись голод и холод. Особенно тяжелой была зима 1919/20 г. Умер от истощения истопник Макаров. Скончался от испанки 26-летний Вильев³. Новоиспеченные чиновники из местных органов власти пытались лишить ученых выделенных им пайков, но Горький специально ездил к Ленину и добился их сохранения⁴. Описывая все трудности жизни, Святский писал в это время Морозову: «Мы ходим, как тени».

И все же общество выжило. Наступила весна, за ней последовали конец гражданской войны, начало нэпа. Вновь стал выходить журнал «Мироведение», а также «Астрономический бюллетень», «Бюллетень геофизики и фенологии», наблюдателям и корреспондентам рассылались экстренные извещения об астрономических открытиях. Члены общества наблюдали полное солнечное за-

© Бронштэн В. А. Разгром Общества любителей мироведения.

¹ См., напр.; Луцкий В. К. История общественных астрономических организаций в СССР. М., 1982. В этой книге приведено много интересных сведений о РОЛМ.

² ААН СССР. Ф. 543. Оп. 4. Д. 1251.

³ О М. А. Вильеве см.: Бронштэн В. А. Михаил Вильев // Земля и Вселенная. 1989. № 5. С. 70—75.

⁴ ААН СССР. Ф. 543. Оп. 4. Д. 1658. Л. 28.



Н. А. Морозов.

тмение 29 июня 1927 г., ряд лунных затмений. Святский по совету В. И. Вернадского начал работу над «Очерками по истории астрономии в Древней Руси», фрагменты этой работы он публиковал на страницах «Мироведения».

Никто и не думал, что надвигается беда.

В апреле 1926 г. административная комиссия Ленгубисполкома предложила обществу зарегистрироваться в НКВД или ограничить свою деятельность только Ленинградом и губернией⁵. Руководство общества выбрало первый путь, о чем было сообщено в Главнауку. Но НКВД потребовал ежегодно представлять сведения о каждом члене общества. И это требование было выполнено.

В конце 1929 г. Всесоюзное общество по культурным связям с заграницей (ВОКС) заказало Морозову статью о деятельности РОЛМ. Заказ был выполнен, статья написана. В ней, естественно, упоминались наиболее активные деятели РОЛМ, в их числе Святский.

После научных собраний в помещении РОЛМ, на углу Английского проспекта и Торговой улицы (ныне пр. Маклина и ул. Печатников), обычно устраивали товарищеские

чаепития, во время которых шел непринужденный разговор на самые различные темы. Обсуждали обстановку в стране, распоряжения и решения властей. Год 1929-й, положивший начало коллективизации и раскулачиванию, был также годом резкого нажима на частный сектор и одновременно — на всевозможные творческие общества, союзы и кружки. Так, в Москве был разогнан Кружок друзей искусства и культуры, объединявший писателей, поэтов, артистов, деятелей театра, эстрады, критиков.

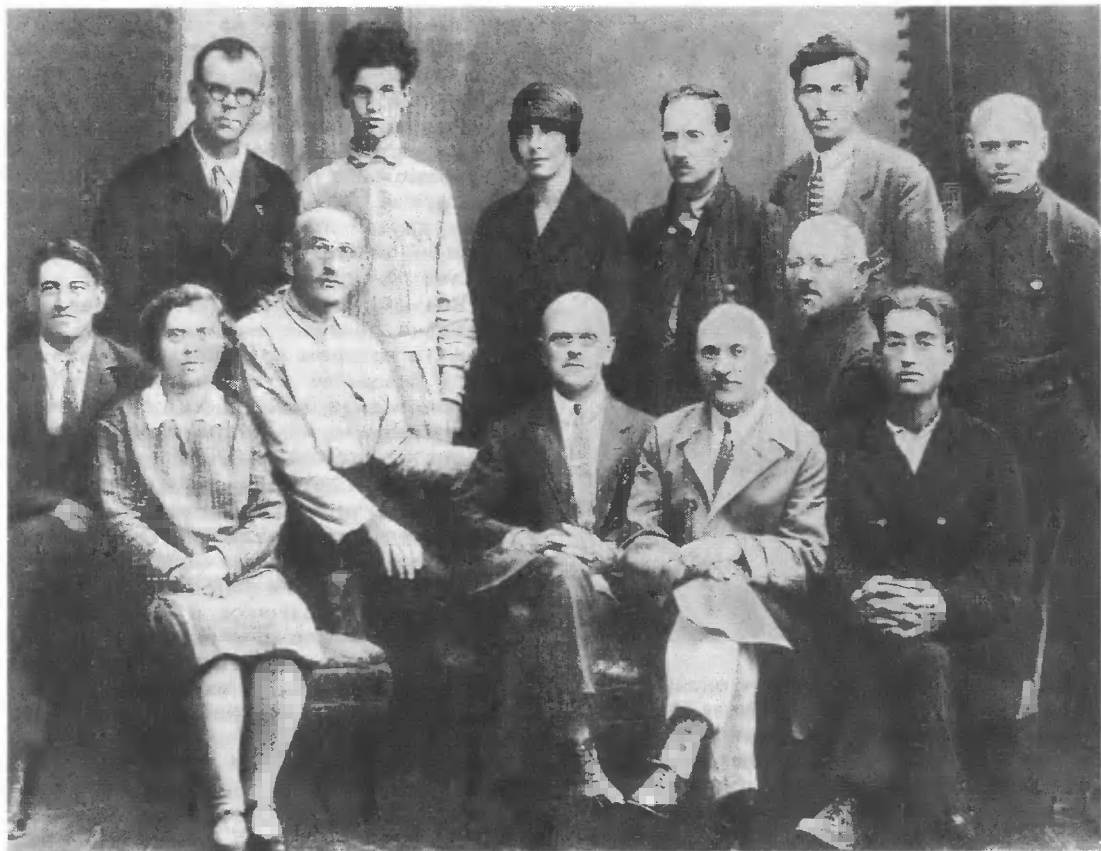
Ученый секретарь РОЛМ Владимир Алексеевич Казицын имел привычку вести дневник, в котором подробно описывал события в обществе и отношение к ним, в том числе и содержание бесед за чаепитиями. Этот дневник неизвестным образом попал в руки сотрудников ОГПУ.

27 марта 1930 г. арестовали Святского. Почти год ему пришлось провести в тюрьме в ожидании суда. В молодости Святский побывал в другой тюрьме — царской, за то, что в декабрьские дни 1905 г. призывал рабочих-железнодорожников и крестьян Орловской губернии помочь московскому восстанию. Поводом ко второму аресту, видимо, послужили какие-то его высказывания, попавшие на страницы дневника Казицына. Но потом Святскому вменили в вину и другие эпизоды. Так, на общем собрании РОЛМ 10 декабря 1917 г. по предложению Святского была единодушно избрана почетным членом РОЛМ графиня С. В. Панина, известная покровительница науки и культуры, бывший товарищ министра просвещения во Временном правительстве, арестованная 28 ноября 1917 г. как один из руководителей партии кадетов. В 1917 г. этот факт сошел с рук. Теперь о нем вспомнили.

Далее, Святскому поставили в вину, что он якобы предложил назвать открытую им звезду именем Петра Великого. Следовательно, как водится, перестарались. Никакой новой звезды Святский не открывал. Она вспыхнула в 1670 г., за два года до рождения Петра I. Но ко времени появления царевича на свет эта звезда (Новая Лисички) ярко заблестала снова. С фактом рождения Петра ее связал Симеон Полоцкий, составивший гороскоп царевича и предсказавший ему блестящую судьбу. Этому событию 260-летней давности Святский и посвятил одну из своих статей в журнале «Мироведение» (№ 3 за 1927 г.). Три года спустя ему это припомнили...

Морозову пришлось переделывать уже подготовленную по заказу ВОКС статью, убирать из нее все упоминания о Святском. Помочь ему он, увы, ничем не мог.

⁵ ЦГАОР г. Ленинграда. Ф. 1001. Оп. 6. Д. 283. Л. 110.



Группа членов РОЛМ. В первом ряду сидит (в светлом плаще) Д. О. Святский. Июль 1929 г.

После ареста Святского журнал «Мироведение» был переведен в Москву, а новым редактором назначен В. Т. Тер-Оганезов, причинивший много вреда советской астрономии и астрономам. Семь лет спустя именно он на страницах того же «Мироведения» поливал грязью репрессированных в 1936—1937 гг. пулковских и ленинградских астрономов⁵. А тогда, только приняв руководство журналом, грубо высмеял на его страницах Нину Михайловну Штауде, исследовательницу метеоров и земной атмосферы, ученицу Г. А. Тихова. Штауде написала для «Мироведения» большую статью «Атмосфера Земли». Первая часть ее была помещена в № 2 за 1930 г. (подготовленном еще Святским), а продолжение так и не вышло в свет.

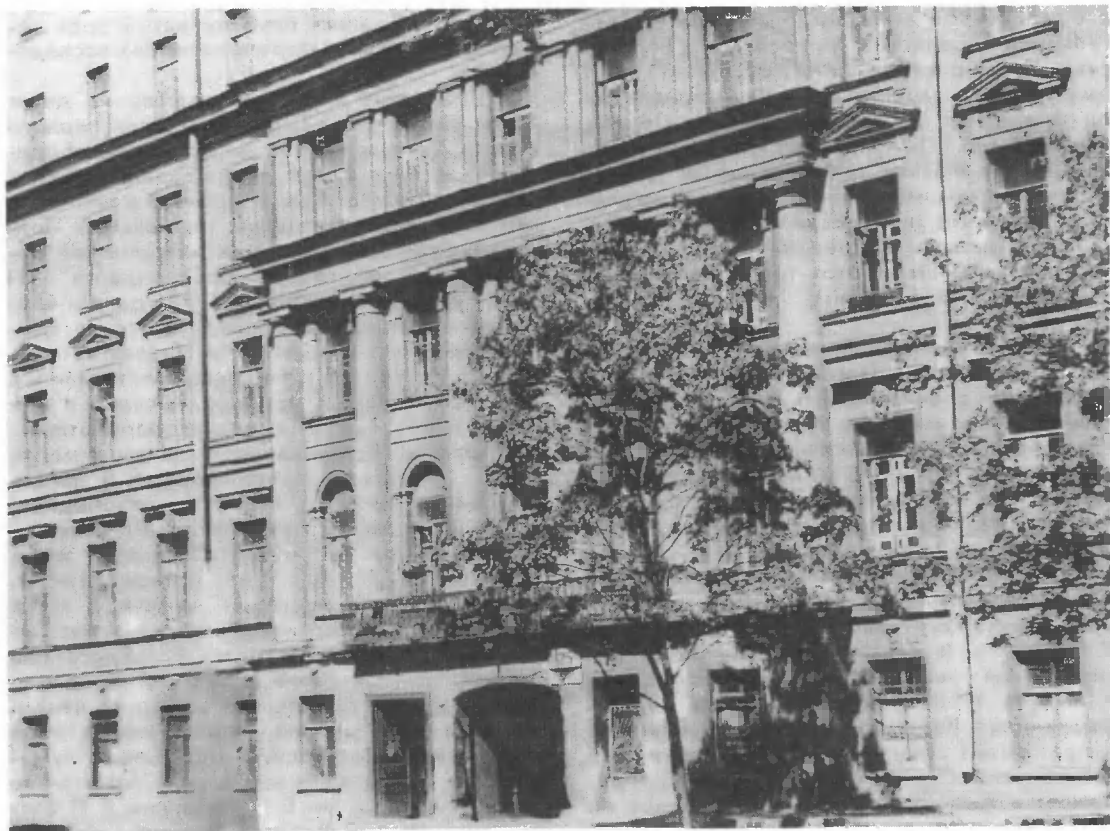
Дело в том, что «Мироведение» с при-

ходом Тер-Оганезова провозгласило частью своей программы активную антирелигиозную пропаганду. Нина Михайловна, человек глубоко религиозный, заявила редакции, что не может сотрудничать в таком журнале, и просила не печатать ее статей и заметок, лежащих в портфеле редакции. В ответ Тер-Оганезов опубликовал небольшую заметку о Штауде под заглавием «Об астрономическом зубре».

К этому времени многие активные члены РОЛМ (Муратов, Казизын, Шаронов, Штауде, Тихов и др.) были арестованы, а само общество решением административного отдела Ленгубисполкома закрыто. На полгода раньше закрыли Русское астрономическое общество (РАО), организованное в 1890 г. известным астрономом С. П. Глазенапом.

Таким образом, распространенное мнение, что Всесоюзное астрономо-геодезическое общество (ВАГО) было организовано путем объединения четырех ранее существо-

⁵ Успенская Н. В. Вредительство... в деле изучения солнечного затмения // Природа. 1989. № 8. С. 86—98.



Дом на ул. Печатников, 25, где помещалось Русское общество любителей мирозведения.

вавших обществ (РАО, РОЛМ, Московского общества любителей астрономии и Нижегородского кружка любителей физики и астрономии), не соответствует действительности. Устав ВАГО был утвержден решением ВЦИК 1 августа 1932 г., через два года после закрытия РАО и спустя полтора года после закрытия РОЛМ.

Правда, попытку создать объединенное Ленинградское астрономическое общество предпринял в январе 1931 г. директор Астрономического института АН СССР Б. В. Нумеров. К этому времени некоторых «мироведов» освободили (Тихов, Шаронов), собрание состоялось, но общество зарегистрировано не было. Ленинградским астрономам пришлось ждать два с половиной года до образования Ленинградского отделения ВАГО.

Что же стало с другими арестованными членами РОЛМ? Муратов в начале 1931 г.

также был освобожден и уехал в Свердловск, где и работал до своей кончины в 1949 г. Труднее сложились судьбы Святского, Казицына и Штауде.

После года содержания в тюрьме Святского отправили на строительство Беломорско-Балтийского канала «каналомармейцем». Там же и в том же качестве работал и Казицын. В те годы отношение к заключенным было еще довольно либеральным. Вскоре обоим сократили срок, затем перевели в вольнонаемные, дали зарплату, паек. Святский работал по специальности — метеорологом, Казицын — инженером. Затем оба вернулись в Ленинград. Однако Казицыну через три месяца предложили выехать на постоянное жительство в Саратов, куда он и прибыл в октябре 1933 г. Два с лишним месяца он ходил без работы, о чем с горечью писал в декабре того же года Морозову⁸. И ... исчез. Дальнейшие следы теряются, судьба его неизвестна. Заболел и умер? Попал в лагерь? Пока установить не удалось.

⁸ ААН СССР. Ф. 543. Оп. 4. Д. 755. Л. 39.

Зато судьбу Святского мы смогли проследить весьма детально, благодаря его регулярной переписке с Морозовым и Вернадским. После освобождения в середине 1932 г. ему удалось «зацепиться» в Ленинграде, где он проработал два с половиной года. Правда, уже не было РОЛМ, журнал «Мироведение» переехал в Москву, но неутомимый Даниил Осипович, помимо работы в Гидрологическом институте, пишет свои «Очерки по истории астрономии в Древней Руси». За два года он заканчивает этот труд, рекомендованный ему Вернадским, но опубликовать его не успевает.

После убийства Кирова, когда начинается «чистка» Ленинграда, Святскому с женой предлагают срочно выехать в Алма-Ату. Едут они в спальном вагоне, кругом такие же высланные, как они. Святский устраивается метеорологом. Он и его жена не поражены в правах, его то и дело приглашают. консультантом в различные комиссии (например, по защите Алма-Аты от селей).

Но в 1937 г. Святского увольняют с работы «ввиду несоответствия...», пытаются выселить из квартиры. Он посылает жалобы в Москву — в Главное управление гидрометслужбы, пишет Молотову. Неожиданно 1 августа 1938 г. его приглашает нарком земледелия Казахской ССР А. Д. Бектасов и предлагает работать агрометеорологом в Актюбинске. Святский вместе с женой переезжает в Актюбинск⁹. Еще до переезда он посылает Вернадскому свой труд, написанный по его совету. Вернадский одобряет работу и передает ее на дополнительное рецензирование астроному — академику В. Г. Фесенкову¹⁰. Даниил Осипович с радостью принимает это известие, но отзыв Фесенкова его уже не застает — 29 января 1940 г., за две недели до окончания высылки, Святский скорострительно скончался. Ему не было еще 60 лет.

Его вдова М. Ф. Святская сообщает об этом печальном событии в Географическое общество СССР. В мае 1940 г. ее приглашают в Ленинград, где она передает обществу громадный научный архив мужа. Ей удается прописаться в Волкове, под Ленинградом. Вернадский и Фесенков хлопочут об издании основного труда Святского по истории астрономии в России. Начало войны, а затем смерть Вернадского надолго задерживают публикацию. Лишь в 1961—1966 гг., благо-

даря энергии астронома П. Г. Куликовского, эту работу удалось опубликовать в трех выпусках «Историко-астрономических исследований».

Нелегкие испытания выпали на долю Нины Михайловны Штауде¹¹. После первого ареста 20 января 1931 г. ее вскоре освободили, но затем выслали на три года в Рыбинск, где она работала бухгалтером. В мае 1932 г. она получила разрешение переехать в Полтаву и работала там в гравиметрической обсерватории у члена-корреспондента АН СССР А. Я. Орлова. В 1933 г. ей удалось вернуться в Ленинград и начать работу в Пулковской обсерватории у Г. А. Тихова.

5 марта 1935 г. ее вновь арестовали и в административном порядке выслали с матерью в Уфу. Там три года она проработала... в артели по изготовлению игрушек. В марте 1938 г. — третий арест, тюрьма и лагерь (Усольлаг). 22 марта 1941 г. ее освободили, и она вернулась в Уфу, работала в сельскохозяйственном институте лаборантом, затем ассистентом. После смерти матери в 1944 г. ей разрешили переехать в Алма-Ату, где в 1941 г. Фесенков организовал институт астрономии и физики АН КазССР¹². Здесь она встретила со своим учителем Тиховым. В марте 1945 г. успешно защитила кандидатскую диссертацию, через четыре года подготовила докторскую (по теории сумерек), но защищаться ей не дали, хотя такие крупные ученые, как В. Г. Фесенков, В. П. Ветчинкин и И. А. Хвостиков, соглашались быть оппонентами. По настоянию кадровиков из Академии наук КазССР она ушла на пенсию, а шесть лет спустя покинула Алма-Ату, переехала в Елец и там постриглась в монахини. Скончалась она в 1980 г., 92 лет от роду.

Таков был нелегкий путь нескольких ролюмцев. Конечно, их судьба легче, чем у пулковских и ленинградских астрономов, репрессированных в 1937 г. Но вред от ликвидации этого общества, последствия отрыва его членов — преданных науке людей — от любимого дела, трудно измерить. Так подавлялась самостоятельность, самобытность общественного движения среди ученых и любителей науки. И об этом нельзя забывать.

¹¹ Штауде Н. М. Автобиография // На рубежах познания Вселенной. Историко-астрономические исследования. 1990. Вып. 22. С. 395—466.

¹² Его ядром стали пулковские и московские астрономы, прибывшие в Алма-Ату для наблюдений полного солнечного затмения 21 сентября 1941 г. Военная обстановка под Москвой и Ленинградом не позволила им вернуться.

⁹ ААН СССР. Ф. 543. Оп. 4. Д. 1659.

¹⁰ ААН СССР. Ф. 518. Оп. 3. Д. 1471.

АНКЕТА ЧИТАТЕЛЯ — самый действенный способ «прямой связи»
 — кратчайший путь к улучшению журнала
 — поиск новых возможностей

Мы приглашаем к сотрудничеству наших старых и новых друзей! Выберите среди ответов те, которые соответствуют Вашему мнению, и обведите стоящие напротив цифры.

1. Как Вы знакомитесь с журналом?

- Получаю по подписке (укажите количество лет) _____ 1
- Покупаю в киоске _____ 2
- Иным образом (укажите, каким) _____ 3

2. Какие из разделов наиболее интересны для Вас?

- Философия и история естествознания _____ 1
- Организация науки _____ 2
- Астрономия. Астрофизика. Космические исследования _____ 3
- Физика. Ядерная физика _____ 4
- Биология. Биохимия. Медицина _____ 5
- География. Геология. Геофизика _____ 6
- Археология. Этнография _____ 7
- Новости науки _____ 8
- Рецензии. Новые книги _____ 9
- Встречи с забытым _____ 10

3. Какие темы следовало бы отразить в будущем на страницах журнала?

4. Какие формы подачи материала Вы предпочитаете?

- Статьи _____ 1
- Интервью _____ 2
- «Круглый стол» _____ 3
- Постоянные рубрики _____ 4
- Короткие заметки _____ 5
- Ваши предложения _____

5. В этом году в журнале появились новые рубрики. Насколько, по-Вашему, они удачны?

- «Камень месяца» _____
- «Коротко» _____
- «Наследие» _____
- «Возвращение» _____
- «Проекты XXI века» _____

6. Ваше мнение о новом разделе «Информация»

7. Достаточно ли «Природа» разнообразна, интересна, доступна?

- Да _____ 1
- Нет _____ 2
- Ваши предложения _____

8. Какие научно-популярные журналы, кроме «Природы», Вас интересуют?

9. В потоке перемен наш журнал старается сохранить верность своим сложившимся традициям. Но при этом мы ведем поиск нового. Какие формы деятельности могли бы, с Вашей точки зрения, помочь «Природе» «выстоять»?

БЛАГОДАРИМ ВАС ЗА ОТВЕТЫ И ПРОСИМ СООБЩИТЬ НЕКОТОРЫЕ СВЕДЕНИЯ О СЕБЕ

10. Возраст _____
11. Образование _____
12. Профессия _____
13. Место жительства _____

РЕЗУЛЬТАТЫ АНКЕТЫ МЫ ПЛАНИРУЕМ ОПУБЛИКОВАТЬ В НАЧАЛЕ 1991 г.

Научные редакторы:

И. Н. АРУТЮНЯН
О. О. АСТАХОВА
Л. П. БЕЛЯНОВА
М. Ю. ЗУБРЕВА
Г. В. КОРОТКЕВИЧ
Г. М. ЛЬВОВСКИЙ
Л. Д. МАЙОРОВА
Н. Д. МОРОЗОВА
Е. М. ПУШКИНА
Н. В. УСПЕНСКАЯ

В художественном оформлении номера принимали участие:

Н. Х. БУТЫРИНА
О. Н. ЗОТОВА
Б. А. КУВШИНОВ
Р. Э. МАТКАЗИН
В. А. СКРЕБНЕВ

Сдано в набор 27.07.90
Подписано в печать 24.09.90
Формат 70×100 1/16
Бумага офсетная, № 1
Офсетная печать
Усл. печ. л. 10,32
Усл. кр.-отт. 1560,6 тыс.
Уч.-изд. л. 15,0
Тираж 58 297 экз.
Зак. 1563
Цена 80 к.

Литературный редактор
Г. В. ЧУБА

Ордена Трудового Красного
Знамени издательство «Наука»

Художник
П. П. ЕФРЕМОВ

Художественные редакторы:
Л. М. БОЯРСКАЯ, Д. И. СКЛЯР

Заведующая редакцией
О. В. ВОЛОШИНА

Корректоры
Р. С. ШАЙМАРДАНОВА,
Т. Е. ДЖАЛАЛЯНЦ

Адрес редакции:
117049, Москва, ГСП-7
Мароновский пер., 26
Тел. 238-24-56, 238-26-33

Ордена Трудового
Красного Знамени
Чеховский полиграфический
комбинат
Государственного комитета СССР
по печати
142300, г. Чехов
Московской области

ПРИРОДА

77

90



Вклад тепла Земли в современную энергетику явно не соответствует масштабам геотермальных ресурсов и их экологичности. Как же преодолеть это несоответствие?

Дядькин Ю. Д. ГЕОТЕРМАЛЬНАЯ ЭНЕРГИЯ

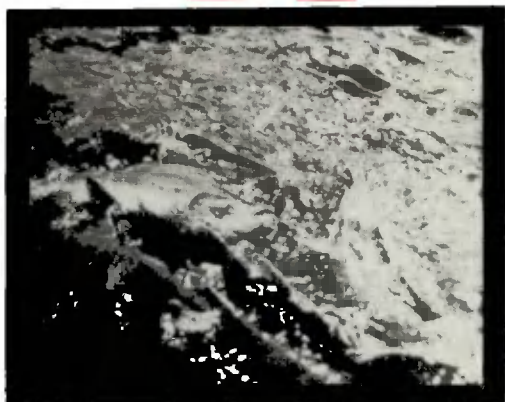


Много сказано и написано о вине науки за катастрофу на Чернобыльской АЭС, куда меньше — о ее роли в ликвидации последствий аварии. Уже более четырех лет работают ученые у разрушенного блока, и сформировать непредвзятое отношение к проблеме «наука и Чернобыль» можно, лишь зная о результатах этой работы.

ЧЕТЫРЕ ГОДА ПОСЛЕ ВЗРЫВА

Из чего и как возникло живое — вот вопрос, который привлекает многих исследователей, ибо заманчиво представить мир как результат единого процесса развития природы. В подборке рассматриваются три механизма молекулярных преобразований, приведших к появлению первой клетки.

И СТАЛА ЖИЗНЬ



Выгоды от сохранения первозданной природы Камчатки и ее чудо-лососей во много раз превысят доходы всех возможных «нерыбных» отраслей хозяйства.

**Кирпичников В. С. СУДЬБА КАМЧАТКИ
В НАШИХ РУКАХ!**



Неизменные, как считалось, поселения съедобной мидии, оказывается, циклически меняются сами и вызывают такую же смену биоценозов.

**Луканин В. В., Наумов А. Д. Федяков В. В.
ПОСЕЛЕНИЯ МИДИЙ: ПОСТОЯННОЕ НЕ-
ПОСТОЯНСТВО**

