

ПРИРОДА

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ ПОПУЛЯРНЫЙ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ АКАДЕМИИ НАУК СССР



ОКТАБРЬ **10** 1988



ОКТАБРЬ
1988

ПРИРОДА

Основан
в 1912 году

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ ПОПУЛЯРНЫЙ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ АКАДЕМИИ НАУК СССР

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор академик Н. Г. БАСОВ	Доктор философских наук Н. В. МАРКОВ
Кандидат физико-математических наук А. И. АНТИПОВ	Ответственный секретарь В. М. ПОЛЫНИН
Доктор физико-математических наук Е. В. АРТЮШКОВ	Доктор исторических наук П. И. ПУЧКОВ
Член-корреспондент АН СССР Р. Г. БУТЕНКО	Заместитель главного редактора академик Ю. М. ПУЩАРОВСКИЙ
Доктор географических наук А. А. ВЕЛИЧКО	Доктор философских наук Ю. В. САЧКОВ
Академик В. А. ГОВЫРИН	Заместитель главного редактора доктор биологических наук А. К. СКВОРЦОВ
Заместитель главного редактора Ю. Н. ЕЛДЫШЕВ	Академик АН УССР А. А. СОЗИНОВ
Член-корреспондент АН СССР Г. А. ЗАВАРЗИН	Академик В. Е. СОКОЛОВ
Академик В. Т. ИВАНОВ	Доктор геолого-минералогических наук М. А. ФАВОРСКАЯ
Доктор физико-математических наук Н. П. КАЛАШНИКОВ	Заместитель главного редактора кандидат технических наук А. С. ФЕДОРОВ
Доктор физико-математических наук С. П. КАПИЦА	Заместитель главного редактора член-корреспондент АН СССР Л. П. ФЕОКТИСТОВ
Доктор физико-математических наук И. Ю. КОБЗАРЕВ	Академик В. Е. ХАИН
Кандидат физико-математических наук А. А. КОМАР	Доктор физико-математических наук А. М. ЧЕРЕПАЩУК
Академик Н. К. КОЧЕТКОВ	Доктор физико-математических наук В. А. ЧУЯНОВ
Доктор геолого-минералогических наук И. Н. КРЫЛОВ	

НА ПЕРВОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ. Один из отмирающих столовых рифов. См. в номере: Краснов Е. В. Коралловые рифы — «живые ископаемые» сообщества. Фото М. В. Проппа.

НА ВТОРОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ. Коллекция бабочек, собранная и обработанная В. В. Набоковым. Хранится в Гарвардском музее сравнительной зоологии. См. в номере: Свиридов А. В. В. В. Набоков — энтомолог.

НА ЧЕТВЕРТОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ. Сборка токамака ТСП завершена. См. в номере: Чуянов В. А. Физический пуск токамака ТСП. Фото Ю. Е. Макарова.



— символ межправительственной программы ЮНЕСКО «Человек и биосфера» (The Man and the Biosphere). Этим символом обозначены материалы, которые журнал «Природа» публикует в рамках участия в деятельности этой программы.



© Москва «Наука»
Природа 1988

В номере:

- 4 Барсуков В. Л. Космохимия сегодня**
Чем объясняется наблюдаемая на Земле распространенность химических элементов? Из какого вещества образовалась наша планета? Как оно эволюционировало в последующие 4,6 млрд лет? — ответ на все эти вопросы можно получить, только сравнивая Землю с другими планетами Солнечной системы.
- 13 Грехов И. В. Новые приборы мощной полупроводниковой электроники**
За миллионные доли секунды они способны замкнуть или разомкнуть цепь с током в несколько тысяч ампер. Создание приборов с такими рекордными характеристиками — результат изучения физики полупроводников в сильных электрических полях.
- 22 Белая М. Л., Левадный В. Г. ТЕОРИЯ ВОДЫ: ОТ КАВЕНДИША ДО КОМПЬЮТЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ**
Что отличает воду от других жидкостей? Какова физическая природа ее аномальных свойств? Два столетия ученые ищут ответы на эти вопросы.
- 32 Барсебян А. Ж. АРМЯНСКИЕ ХРОНИКИ XI—XII ВВ. О СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ**
- 35 Дэвлет М. А. КУЛЬТ БЫКА В ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ**
- 38 Михайлов О. В., Половняк В. К. ПРОЯВЛЕНИЕ НА СВЕТУ**
- 40 Краснов Е. В. КОРАЛЛОВЫЕ РИФЫ — «ЖИВЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ» СООБЩЕСТВА**
Не только тайны своего рождения и эволюции раскрывают богатейшие жизнью коралловые рифы, в них заключена геологическая летопись самого Океана.
- 54 Данилова О. Н., Петров В. М. ПЕРИОДИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В МУЗЫКАЛЬНОМ ТВОРЧЕСТВЕ**
Открытие и исследование периодических процессов в музыкальном творчестве выявило их взаимосвязь с подобными процессами в других сферах жизни. Уже сегодня в ряде зарубежных стран довольно точно прогнозируют исход избирательной кампании на основе изучения отношения населения к музыке.
- 60 Чуянов В. А. ФИЗИЧЕСКИЙ ПУСК ТОКАМАКА ТСП**
В Институте атомной энергии им. И. В. Курчатова создается токамак с сильным магнитным полем и адиабатическим сжатием плазмы. Небольшие по размерам токамаки этого типа позволят получать плазму с требуемыми для термоядерного синтеза параметрами.
- 62 Попов К. П. ГИГАНТСКИЙ ЗЛАК**
КРАСНАЯ КНИГА
- 64 Величко В. П. КУРИНЫЕ ГУСИ**
Эти птицы, чья родина — острова возле Южной Австралии, хорошо освоились в зоопарках нашей страны, в некоторых из них даже размножаются.
- 66 чужим умом**
В чем причины нынешнего мировоззренческого кризиса и каковы пути его преодоления? Ответить на эти вопросы особенно важно в наши дни, когда распространение новейшего мистцизма приняло болезненный характер.
Гульдэн В. В. СТРАДАЮЩЕЕ СОЗНАНИЕ (67)
Гангнус А. А. РЕАЛЬНОСТЬ-2, ИЛИ ВОЗВРАЩЕНИЕ МЕФИСТОФЕЛЯ [74]
Зинченко В. П. ЛИЦОМ К ЧЕЛОВЕКУ [81]
Капица С. П. НА ПАПЕРТИ ХРАМА НАУКИ [83]
- 85 Пархомовский Я. М. УВИДЕТЬ ГАЛИЛЕЯ**
Время показало, что «беседы» — главная книга Галилея. В ней были заложены основы двух новых наук — динамики твердого тела и сопротивления материалов, а также экспериментального метода.
- 92 «НОВАЯ СУША В ЛЕДОВИТОМ ОКЕАНЕ»**
Исполнилось 75 лет самому крупному географическому открытию XX в. В 1913 г. экспедиция под руководством Б. А. Вилькицкого на ледоколах «Таймыр» и «Вайгач» открыла Северную Землю.
Водопьянов Б. П. ИМЕНИ БОРИСА ВИЛЬКИЦКОГО (92)
Бережной А. С. «ТАЙМЫР» И «ВАЙГАЧ» В МОРЯХ АРКТИКИ (95)

102 Запуски космических аппаратов в СССР: май — июнь 1988 г. (102) • СССР — НРБ: второй совместный полет (102) • Исследуется галактика М 82 (103) • Был ли нейтринный импульс от сверхновой SN 1987 А? (104) • Сверхпроводимость плоскостей двойникования (105) • Масса покоя нейтрино с точностью 1 эВ (106) • Новый ХеСI-лазер (106) • Сверхпроводимость: проблемы и перспективы (107) • Почему скользит графит (108) • Перборат натрия — новый селективный окислитель (108) • Ферментативный катализ в неводных растворах (109) • Необычная аминокислота (109) • Мозговые процессы чтения — на экране (110) • Опиоидные пептиды мозга и хирургические операции (110) • Опиоидный пептид снижает кровяное давление (110) • Макрофаги активируют синтез половых гормонов (111) • Сперматозоиды проникают в лимфоциты (111) • Почему гормоны снижают воспаление? (111) • Инсулин в таблетках (112) • Раннее определение пола плода и его последствия (112) • Клетки крови восстанавливают костный мозг (112) • Почему ухудшается память (113) • Необычный способ передачи признаков (113) • Растения — активаторы мутагенов (113) • Химические элементы в организме моллюсков (114) • Нашествие азиатского таракана (114) • Кислотность почв и распределение саламандр (115) • Птицы Северного моря (115) • Песец уступает лисице (115) • Закон и природопользование (116) • Бабочки против наркомафии (116) • При сжигании городского мусора

образуются диоксины (116) • Новый взгляд на происхождение биосферы (117) • Геомагнитные предвестники землетрясений (117) • Как образуется вулканический купол (118) • Метеорологическая катастрофа в Азии и Африке (119) • Пыльные бури против кислотных дождей (119) • Древнейшее среди позвоночных (119) • Снова о мамонтах — от Англии до Сибири (120)

РЕЦЕНЗИИ

121 Масевич А. Г. ОДЕРЖИМЫЙ ИДЕЕЙ КОСМИЧЕСКИХ ПОЛЕТОВ (на кн.: В. И. Прищепа, Г. П. Дронова. Ари Штернфельд — пионер космонавтики) Пархоменко А. А. ПУТИ КНИГОПЕЧАТАНИЯ (на кн.: В. И. Васильев. Развитие издательско-полиграфической техники (123)

НОВЫЕ КНИГИ

124 Горбань А. Н., Хлебопрос Р. Г. Демон Дарвина (124) • Молекулярная генетика взаимодействия бактерий с растениями (124) • Джиллер П. Структура сообщества и экологическая ниша (125) • Марфуни А. С. История золота (125) • Бланко М. А. Меченые атомы в биохимии (125)

ВСТРЕЧИ С ЗАБЫТЫМ

126 Свиридов А. В. В. В. НАБОКОВ — ЭНТОМОЛОГ

Научные редакторы:
И. Н. АРУТЮНЯН,
О. О. АСТАХОВА,
Л. П. БЕЛЯНОВА,
А. В. ДЕГТЯРЕВ,
М. Ю. ЗУБРЕВА,
Г. В. КОРОТКЕВИЧ,
Г. М. ЛЬВОВСКИЙ,
В. В. МАЙКОВ,
Л. Д. МАЙОРОВА,
Н. Д. МОРОЗОВА,
Е. М. ПУШКИНА,
Н. В. УСПЕНСКАЯ

Литературные редакторы:
Н. Б. ГОРЕЛОВА,
И. В. ДМИТРИЕВА,
Г. И. ПАНКОВА

Художник
С. И. МИРОНЕНКО

Художественные редакторы:
Л. М. БОЯРСКАЯ,
Д. И. СКЛЯР

Заведующая редакцией
О. В. ВОЛОШИНА

Корректоры:
О. Н. БОГАЧЕВА,
Т. Д. МИРЛИС

В номере использованы
фотографии
В. А. КУПРИЯНОВА,
Ю. Е. МАКАРОВА,
М. В. ПРОППА

В художественном оформлении
номера принимали участие
В. С. КРЫЛОВА,
Е. К. ТЕНЧУРИНА

Ордена Трудового Красного
Знамени издательство «Наука»

Адрес редакции:
117049, Москва, ГСП-1,
Мароновский пер., 26.
Тел. 238-24-56, 238-26-33

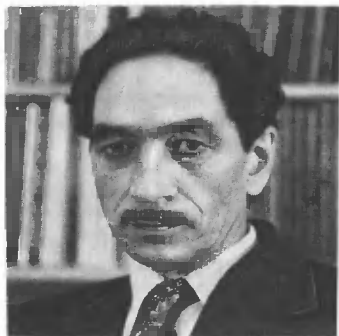
Сдано в набор 01.08.88.
Подписано в печать 14.09.88.
Т—15989

Формат 70×100¹/₁₆
Офсетная печать
Усл. печ. л. 10,32
Усл. кр.-отт. 1445,6 тыс.
Уч.-изд. л. 15,0
Бум. л. 4
Тираж 54 000 экз.
Зак. 2044

Ордена Трудового
Красного Знамени
Чеховский полиграфический
комбинат
ВО «Союзполиграфпром»
Государственного
комитета СССР
по делам издательств,
полиграфии
и книжной торговли.
142300, г. Чехов
Московской области

КОСМОХИМИЯ СЕГОДНЯ

В. Л. Барсуков



Валерий Леонидович Барсуков, академик, директор Института геохимии и аналитической химии им. В. И. Вернадского АН СССР, паст-президент Международной ассоциации по геохимии и космохимии, вице-президент Международного союза геологических наук. Занимается проблемами космохимии, геологии и геохимии рудных месторождений. Лауреат Государственной премии СССР (1983). Неоднократно публиковался в «Природе».

ГЕОХИМИЯ — наука о происхождении химических элементов, их распределении, поведении и миграции при различных физико-химических условиях — часть более общей отрасли знания, космохимии. Решать многие из проблем геохимии можно, лишь обратившись к космохимическим данным.

Чем объясняется наблюдаемая на Земле распространенность химических элементов и их изотопов? Из какого вещества образовалась наша планета и каковы особенности вещественного состава земных недр, включая мантию и ядро? Как образовалась Земля и какой была эволюция ее вещества в течение 4,6 млрд лет, прошедших с момента ее возникновения? Как образовалась земная кора? Ответ на все эти вопросы можно получить только в том случае, если рассматривать Землю не саму по себе, а как одну из планет Солнечной системы. К этому выводу В. И. Вернадский пришел еще в 20-е годы, когда писал: «В конце-концов стало ясным, что геохимические проблемы составляют неразрывную часть проблем космической химии, что химия Земли есть одно из выявлений планетной химии...»¹

Столь же актуальна сегодня и другая мысль Вернадского: «В веществе планеты, в атомных его свойствах, в его атомном составе мы должны искать причину многих геологических явлений... Вещество планеты — мощный источник энергии геологических процессов... Химический атомный состав земной коры есть своеобразное геологическое явление. Это одно из многих проявлений вещества планеты как активной геологической решающей силы»². Именно поэтому, обращаясь при изучении Земли к другим телам Солнечной системы, мы прежде всего сопоставляем их химические характеристики, исследуем химические процессы, изучаем минералогию пород и состав атмосфер, т. е. ведем исследования вещества планет на космохимической базе. Здесь путь к пониманию причин и механизмов возникновения и эволюции Солнечной системы.

Среди многих направлений таких исследований важное место занимает изучение закономерностей изотопного состава вещества, и в частности вариаций изотопного состава, вызванных радиоактивным распадом и ядерными реакциями. Такое направление наук о Земле и космосе предвидел Вернадский, когда писал: «Надо найти и познать радиохимию планеты, часть новой области геологии — ра-

¹ Основу данной публикации составил доклад В. Л. Барсукова «Космохимические идеи В. И. Вернадского и их развитие» на международном симпозиуме, посвященном 125-летию со дня рождения В. И. Вернадского, который проходил в марте этого года в Институте геохимии и аналитической химии им. В. И. Вернадского АН СССР.

² Вернадский В. И. Очерки геохимии // Избр. соч. М., 1954. Т. I. С. 25

² Там же. С. 673.

диогеологии. Здесь, вероятно, ключ для решения многих геологических проблем»³. С помощью «радиохимии планеты», а точнее, геохимии радиоактивных и радиогенных изотопов, осуществляется сегодня глубинное «изотопное зондирование», которое дает важную информацию о строении и эволюции Земли. На изотопных исследованиях базируются многие геохимические и космохимические выводы.

ИЗОТОПНАЯ И ХИМИЧЕСКАЯ ГЕТЕРОГЕННОСТЬ ПРОТОВЕЩЕСТВА

В течение последнего десятилетия рухнула догма о полной однородности изотопного и химического состава вещества Солнечной системы. Решающие доводы в пользу гетерогенности вещества протопланетного облака были получены при изучении метеоритов — самых ранних из доступных для исследований образований Солнечной системы. В метеоритах установлены значительные изотопные вариации неона, кислорода, углерода, азота, магния, кремния, кальция и многих других элементов.

Эти изотопные вариации доказывают, что в Солнечной системе с момента ее образования присутствовали изотопы различного термоядерного происхождения: и «древние» изотопы межзвездного рассеянного вещества, и изотопы, синтезированные при взрыве Сверхновой. Причем полного их перемешивания не происходило.

Вместе с тем изотопная гетерогенность метеоритов свидетельствует и о химической гетерогенности протопланетного облака, поскольку химическая гомогенизация неизбежно привела бы к изотопной гомогенизации. Современная химическая неоднородность внеземного вещества — результат первичной химической гетерогенности, не стертой последующими физико-химическими процессами.

Экспериментальные данные убедительно показывают, что большинство метеоритов представляют собой агрегаты, которые хотя и подверглись частичным преобразованиям, но все же являются смесью микроскопических первичных минеральных фаз, сконденсировавшихся еще в протопланетном облаке. Таким образом, различия изотопного состава в этих конденсатах — минеральных фазах метеоритов — безусловное доказательство изначальной гетерогенности вещества Солнечной системы на микроуровне.

Однако протопланетная система была гетерогенной и в макромасштабе. К такому заключению пришли, когда обнаружилось, что при конденсации самых ранних минералов в протопланетном облаке условия были гораздо более восстановительными: вопреки прежним представлениям величина отношения концентраций элемента-восстановителя углерода и элемента-окислителя кислорода на этом этапе эволюции Солнечной системы была высокой. А это значит, что сначала сконденсировались железоникелевые частицы и лишь после них — кальций-алюминиевые силикатные частицы. Опережающей аккреции железоникелевых частиц способствовали также их магнитные свойства и неупругий характер столкновений из-за «вязкости» железа и никеля. Причем железоникелевые частицы начали конденсироваться в ближайших к Солнцу участках протопланетного облака, где температура была выше, а силикатные частицы конденсировались на большем расстоянии от Солнца.

Конечно, это очень упрощенная картина. Последовательность образования минеральных фаз при конденсации вещества протопланетного облака анализировалась многими исследователями с учетом законов термодинамики. И хотя имеющиеся сейчас модели нас не вполне удовлетворяют, так как рассматривают лишь изобарические и адиабатические процессы и не учитывают изменений состава и термодинамических параметров протопланетного облака во времени и пространстве, тем не менее принципиальная последовательность конденсации, вытекающая из этих моделей, по существу, одинакова. Вероятно, она останется такой и с учетом указанных дополнительных факторов: изменится лишь соотношение фаз на разном расстоянии от Солнца.

Правда, некоторая неопределенность возникает при анализе последовательности конденсации самых ранних фаз, но и она вызвана прежде всего неопределенностью постулируемых исходных данных. Так, если исходить из давления в протопланетном облаке 10^{-5} ат, то после конденсации окислов и силикатов алюминия, кальция и титана должны были образоваться силикаты магния, а затем — железоникелевые частицы. Но если принять давление 10^{-3} ат, также возможное в протопланетном облаке, то конденсация железоникелевых частиц должна была произойти раньше, чем силикатов магния.

Помимо давления, на последовательность конденсации вещества в протопланетном облаке влияет, как мы уже отмечали, соотношение в нем концентраций углерода и кислорода. Так вот, если исходить из при-

³ Там же. С. 295.

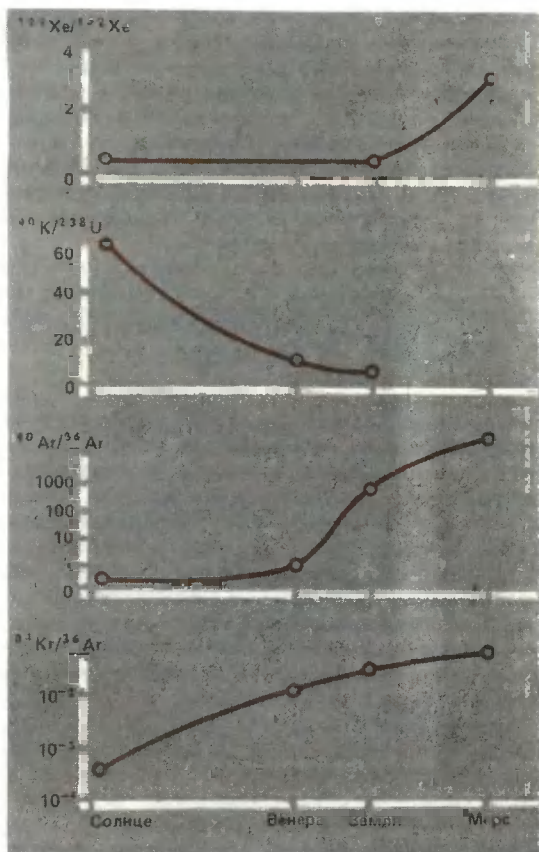
нимавшейся ранее величины отношения углерода к кислороду, равной 0,6 (как в фотосфере Солнца), то мы получим первую картину. А если принять его большим, чем 1 (как в короне Солнца), — то вторую. Однако классическая конденсационная модель (в которой отношение углерода к кислороду считается равным 0,6) вообще не может разрешить многие, казалось бы, простые проблемы, например проблему происхождения энстатитовых метеоритов. Дело в том, что в этих метеоритах обнаружены такие необычные для Земли минералы, как синоит, осборнит, ольдгамит и др. Термодинамический анализ однозначно показывает, что для образования этих минералов необходимы восстановительные условия. А они обеспечиваются только в том случае, если содержание углерода в протопланетном облаке равно содержанию в нем кислорода или выше него.

Следовательно, не только сопоставление существующих моделей, т. е. логика, но уже и экспериментальные данные указывают на необходимость пересмотра постулируемых исходных параметров протопланетного облака, на необходимость разработки новых моделей его эволюции.

Очень важным для любой из этих моделей является тот факт, что железные метеориты отличаются повышенными концентрациями короткоживущего изотопа ^{129}J (точнее, продукта его распада — ^{129}Xe). Раннее накопление ^{129}Xe в железных метеоритах доказывает, что они возникли еще в протопланетном облаке, а не при последующей дифференциации родительских астероидных тел. Это — дополнительное подтверждение идеи о том, что железная и силикатная фазы метеоритов и, соответственно, планет земной группы образовались независимо друг от друга в разных частях протопланетного облака, обладавшего химической зональностью, и что крупные железно-никелевые тела образовались раньше силикатных. Очевидно, в эволюционирующем протопланетном облаке произошла очень ранняя «сортировка» материала по размерам и плотности и, следовательно, по химическому составу. Тем самым, макронеоднородности создались на совсем ранних этапах истории протопланетного облака.

ХИМИЧЕСКАЯ ГЕТЕРОГЕННОСТЬ ПЛАНЕТ — НАСЛЕДСТВО ПРОТОПЛАНЕТНОГО ОБЛАКА

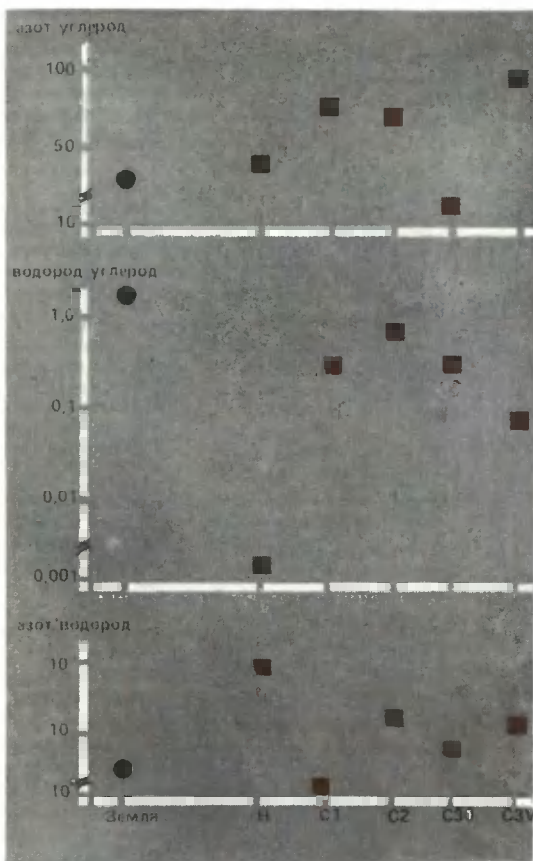
Признаки макронеоднородности Солнечной системы мы находим прежде всего в строении планет. Известно, что фунда-



Графики, отражающие изотопную и химическую гетерогенность Солнечной системы. По мере удаления от Солнца изменяются соотношения изотопов разных элементов. Это результат макронеоднородности протопланетного облака.

ментальной особенностью всех планет земной группы является оболочечное строение, неоднородность их состава по радиусу. В центре этих планет расположено плотное ядро, затем следует нижняя мантия, составляющая основную массу планеты, а еще дальше от центра находится верхняя мантия, на которой залегают продуцирующая ею кора, окруженная газовой и жидкой оболочками.

Закономерное изменение плотности планет земной группы с удалением от Солнца, различие в плотности таких близких по размеру тел, как Луна и Меркурий, четкое деление метеоритов и астероидов по составу на определенные группы — все это доказывает, что процессы достаточно глубокой дифференциации протопланетного вещества



Различия химического состава летучих компонентов Земли и метеоритов-хондритов классов N, C1, C2, C3, C3V. Приведенные здесь результаты доказывают, что ни один класс хондритов в отдельности не может рассматриваться как первичное вещество Земли, поскольку соотношения летучих элементов (азота, водорода, углерода) в них отличаются от земных.

предшествовали формированию планетных тел. И действительно, никакого запаса железа в мантии Меркурия не хватило бы, чтобы из нее в ходе дифференциации вещества самой планеты выделилось ядро, составляющее 2/3 массы Меркурия. Как показал А. П. Виноградов, ядро Земли из-за нехватки металла также не могло выплавиться из ее мантии.

Более того, им же было установлено, что железоникелевый сплав, встречающийся как в виде самостоятельных железных метеоритов, так и в составе каменных метеоритов, сконденсировался еще в протопланетном облаке. Первичность конденсации этого сплава установлена по присутствию в нем специфического набора элементов-примесей (галлия, германия и др.), для образования

которых требуется довольно низкое парциальное давление кислорода, определяющее возможность выделения самостоятельной металлической фазы.

Высокое содержание железа, кобальта, молибдена, никеля и других сидерофильных элементов⁴ в верхней мантии Земли также противоречит представлениям о выплавлении из нее ядра. Если бы ядро Земли образовалось за счет разделения первичного вещества мантии на силикатную и металлическую части, то сидерофильные элементы сконцентрировались бы в ядре, а между тем они в больших количествах присутствуют в мантии. Так, содержание никеля в верхней мантии Земли в 100 раз выше равновесного с металлическим ядром, что явно не совпадает с выводами о гомогенной аккреции планет.

Итак, накапливается все больше данных, свидетельствующих в пользу гетерогенной аккреции, при которой состав ядер планет земной группы и их внешних оболочек был изначально различным, определившимся еще до формирования планетных тел.

Ядрам планет, по аналогии с железными метеоритами, обычно приписывают железоникелевый и сульфидно-металлический состав с возможной долей карбидов металлов. Веществу же мантии, также по аналогии с метеоритным веществом, приписывают хондритовый состав.

Между тем известно, и мы уже на этом останавливались, что сами метеориты представляют собой смесь минеральных конденсатов, образовавшихся при разных температурах. Но если это справедливо для метеоритов, приходящих в основном из пояса астероидов, то это тем более справедливо и для больших планет. Поэтому Земля должна представлять собой гигантскую смесь конденсатов, а не вещество какого-либо специфического типа хондритов, как это было принято считать. Действительно, если исходить из того, что Земля состоит из железоникелевого ядра и пиролитовой мантии, оставшейся после выплавления ядра, то расчетный средний состав Земли никак не может отвечать составу обыкновенных хондритов. Скорее всего, сначала в ходе аккреции возникло ядро, а затем Земля «обросла» первичной мантией, представлявшей собой

⁴ Сидерофильные элементы — одна из четырех групп в геохимической классификации, подразделяющей все химические элементы по признаку их геохимического сходства. Сидерофильные элементы обнаруживают специфическое геохимическое средство к железу и в несколько меньшей степени — к сере.

смесь веществ, сконденсировавшихся в широком диапазоне температур. В состав этой смеси входили как высокотемпературные и тугоплавкие конденсаты, обогащенные кальцием и алюминием, так и низкотемпературные конденсаты, представленные углистыми хондритами.

Сам процесс «нарастания» первичной мантии был очень длительным и сопровождался существенным изменением ее состава. На ранних стадиях, когда формировалась нижняя мантия, среди аккрецирующего материала, вероятно, преобладали высокотемпературные кальций-алюминиевые конденсаты. Впоследствии, при образовании основной массы мантии, ведущая роль, скорее всего, принадлежала железомagneзиевым силикатам, близким по составу к обыкновенным хондритам (хотя постепенно в них увеличивалась доля вещества, подобного ахондритовому). На заключительных же стадиях аккреции, когда формировалась верхняя мантия Земли, Венеры и, частично, Марса, накапливалось преимущественно наименее плотное вещество, представляющее собой самые поздние, низкотемпературные конденсаты протопланетного облака. Иными словами, на заключительных стадиях аккреции преобладал материал типа углистых хондритов, резко обогащенных по сравнению с другими метеоритами литофильными элементами⁵, водой и другими летучими компонентами (в том числе сложными углеводородами типа парафинов нефти и протобиологическими соединениями типа цитозина). В результате дегазации вещества, близкого по составу к углистым хондритам и, частично, ахондритам, на заключительных стадиях аккреции возникли две важнейшие оболочки Земли — атмосфера и гидросфера.

Таким образом, в основных чертах вырисовывается довольно строгая схема гетерогенной аккреции планетных тел, учитывающая как пространственную гетерогенность, так и эволюцию протопланетного облака. Вместе с тем понятно, что это всего лишь схема, не способная охватить всей сложности и многообразия процессов, сопутствующих аккреции, в частности тех процессов, которые ответственны за формирование на Земле и других планетах двух принципиально различных типов корового вещества.

⁵ Литофильные элементы — геохимическая группа элементов, которые трудно восстанавливаются до элементарного состояния. Наиболее характерны их соединения с кислородом.

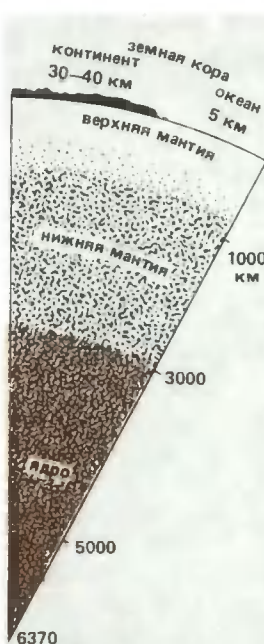


Схема внутреннего строения Земли, которую можно рассматривать как отражение последовательности ее роста при аккреции. Сначала образовалось железоникелевое ядро, затем оно «обросло» первичной мантией, а еще позже верхний ее слой разделился на кору и объединенную верхнюю мантию, из которой в кору перешли литофильные элементы. Таким образом, нижняя мантия — остаток первичной мантии Земли.

ДВА ТИПА КОРЫ

Еще одной фундаментальной особенностью планет земной группы наряду с их химической и изотопной гетерогенностью и оболочечным строением является наличие на их поверхности двух изначально различных типов корового вещества: «материкового» — полевощпатового — и «океанического», представленного базальтами.

Кора любой из планет — самостоятельная геохимическая система, состав которой не имеет аналогов среди метеоритного или иного космического вещества, поскольку он определяется дифференциацией вещества в самом планетном теле. Геологические условия развития двух типов корового вещества устойчиво различаются на всех планетах земного типа, но особенно хорошо эти различия изучены на Земле.

Основную массу континентальной коры Земли (до недавнего времени ее было принято именовать «гранитной оболочкой») слагают гранитоиды и близкие к ним по химическому составу метаморфические породы. Их происхождение теснейшим образом связано с преобразованием более древних пород в процессе метаморфизма, гранитизации и палингенеза⁶. Вероятно, все эти

⁶ Палингенез — ультраметаморфический процесс, ведущий к образованию магмы за счет полного или частичного плавления твердых пород на глубине.

породы следует считать специфическими для Земли — единственной планеты, где есть гидросфера, кислородная атмосфера и биосфера и где широко развиты процессы дифференциации вещества с участием воды. (Правда, под вопросом остается Марс.)

Основную массу континентальной коры на Луне, а возможно, и на близких к ней Меркурии и Марсе, составляют габбро-анортозиты — породы, в которых, как и в гранитоидах, основным породообразующим минералом является полевой шпат. Эти породы обнажаются на древней, интенсивно переработанной ударными процессами поверхности «материков» и представлены главным образом разнообразными брекчиями. Их возраст укладывается в интервал 4—4,5 млрд лет. Геологические условия их образования остаются во многом неясными, но нет сомнений, что мы имеем дело с древнейшим веществом коры этих планет, сформированным в своей основе еще в период интенсивной метеоритной бомбардировки.

Как правило, широкое развитие базальтового вулканизма на Земле связано с зонами растяжения, глубинными разломами и другими структурами, вскрывающими нижние части коры и уходящими корнями в верхнюю мантию. Подобные зоны и структуры возникают на самых разных этапах геолого-тектонического развития земной коры, что приводит к большому разнообразию геологических условий, в которых проявляется базальтовый вулканизм, а также к широкому (как принято говорить, сквозному) распространению различных типов базальтов в геологических формациях самого разного возраста.

Здесь важно подчеркнуть, что в подавляющем большинстве случаев первичный базальтовый вулканизм накладывается на ранее сформированную континентальную кору или развивается независимо в тех геологических структурах, которые близки по возрасту к стабильным блокам континентальной коры.

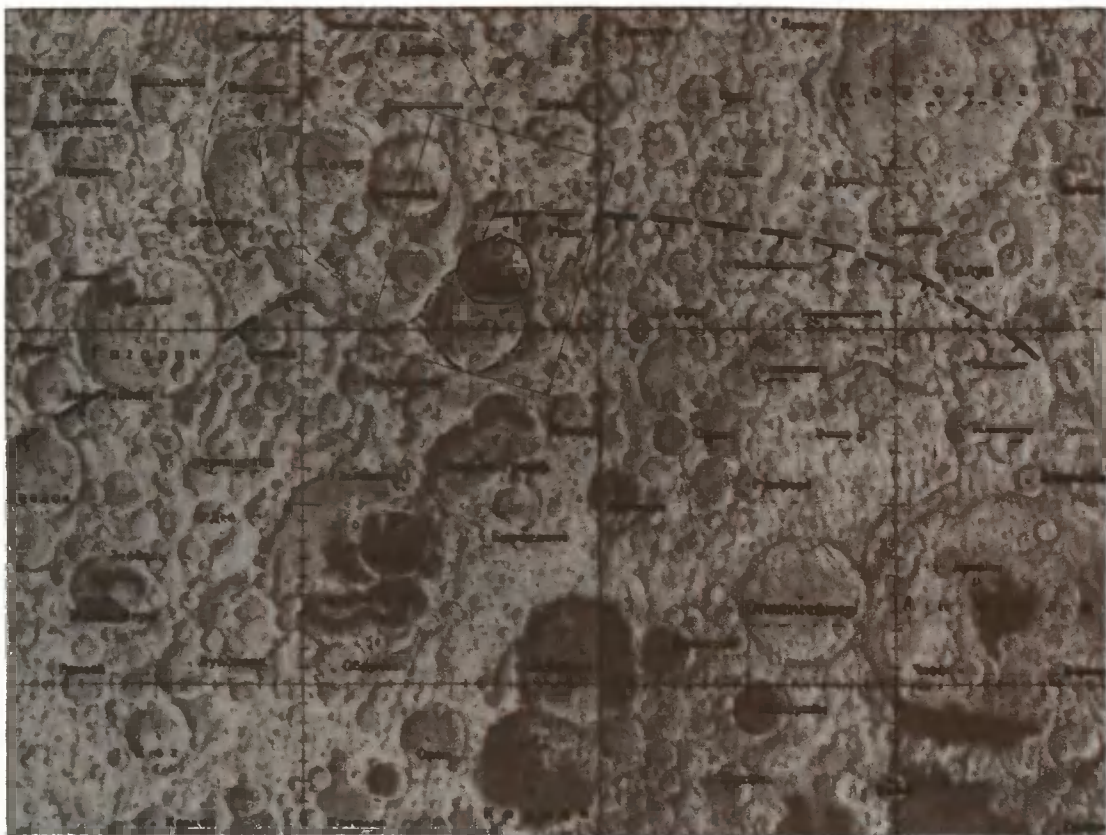
Самое же замечательное, пожалуй, то, что условия проявления базальтового вулканизма на всех планетах земного типа, по-видимому, аналогичны. Широкое распространение базальтовых покровов и «морей» на Луне, Меркурии и Марсе связано с проникновением базальтовых расплавов на поверхность этих планет по зонам повышенной проницаемости. Как показывают морфология поверхности и геофизические данные (для Луны), базальтовые излияния на этих планетах накладываются на жесткие структуры, сложенные более древней полевошпатовой корой.

Таким образом, характеризуя магматизм на Земле, Луне и других планетах земной группы, необходимо по-разному трактовать два основных его типа — полевошпатовый и базальтовый, в магматическом происхождении которых нет никаких сомнений.

Вообще говоря, возникновение магматических расплавов, как хорошо известно, обусловлено плавлением вещества планет и является следствием их тепловой истории. Главным и даже единственным источником энергии внутрипланетарных процессов, в том числе магматических, до недавнего времени признавался распад радиоактивных элементов в недрах планет. Действительно, через 1,0—1,5 млрд лет после завершения формирования планетных тел радиоактивный распад мог обеспечить соответствующий разогрев их недр. Причем этот вывод хорошо коррелирует с появлением 3,7—3,8 млрд лет назад на Луне и других планетах земной группы первых базальтовых расплавов. Но как быть с более ранней полевошпатовой корой? Ведь для ее выплавления из мантии также необходимо было разделение минеральных компонентов в вертикальном разрезе, что возможно только в условиях достаточно протяженных по глубине магматических камер, заполненных расплавом.

Каким же образом возникли эти камеры? Планетологическое изучение Луны показало, что в данном случае мы имеем дело с мощным ударно-взрывным процессом, который можно рассматривать как завершение аккреции планет. В результате этого процесса, неизвестного прежде в геологической практике, уже на самом раннем этапе существования Луны — более 4 млрд лет назад — на этой планете сформировалась тугоплавкая полевошпатовая кора, имеющая анортозит-норит-трактолитовый состав. В это же время, видимо, завершилась дегазация первичного вещества Луны, и кристаллизация пород лунных «материков» происходила уже в восстановительных условиях — при отсутствии воды.

Новые результаты сравнительно-планетологических исследований поверхности Меркурия, очень похожей на лунную, и древнейших участков поверхности Марса свидетельствуют, что ударно-взрывной процесс типичен для планет земной группы и следы его должны проявляться на любой из них. Метеоритная бомбардировка поверхности разогретых ударными процессами растущих планет могла приводить к возникновению значительных по площади и глубине камер, заполненных магматическим расплавом. Под воздействием множества последовательно



возникающих очагов ударного расплава возникал общепланетарный тепловой фронт. Он-то и обусловил формирование на планетах земной группы первичной континентальной коры.

В этой связи следует подчеркнуть, что возможность и даже высокая вероятность «горячей» ранней истории планет земной группы делает весьма актуальным изучение процессов и механизмов первичной дифференциации планетного вещества, и прежде всего ударного испарения, конденсации поверхностного вещества планет, фракционной кристаллизации возникающих расплавов.

ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ ПЛАНЕТНОГО ВЕЩЕСТВА

Неизбежность того, что процесс аккреции должен сопровождаться геохимической дифференциацией вещества планет, была показана еще в работах К. П. Флоренского. В последние годы эта концепция стала активно обсуждаться. В основе ее лежит осозна-

ние того обстоятельства, что уже на достаточно ранних стадиях эволюции протопланетного облака аккреция перестала быть мягким слипанием его частиц, так как за счет гравитационного притяжения растущего планетного тела падение на него все новых и новых планетезималей приобретало характер высокоскоростных ударов.

Селективное испарение вещества при таких ударах, включая дегазацию (т. е. отделение воды, углекислоты и других летучих компонентов), а также селективная конденсация испаренных компонентов создают принципиальную возможность изменения химического состава растущих планет в результате ударного процесса. Это позволяет рассматривать испарение и конденсацию при ударах как один из возможных механизмов дифференциации вещества в ходе аккреции планетных тел.

Неизохимичность ударного процесса (т. е. изменение химического состава пород-мишеней при метеоритной бомбардировке), очевидно, может привести к некоторой химической зональности планет и внести свой вклад в формирование коры на разных пла-

С л е в а — карта участка материковой поверхности Луны с наложенными друг на друга ударными структурами разного возраста и размера. Прямоугольником выделен участок лунной поверхности, видимый на космическом снимке с п р а в а (снимок советской автоматической станции Зонд-8). В центре снимка — заполненный базальтами кратер Эйткен диаметром около 130 км, который накладывается на более древний кратер Фертрегг диаметром 150 км; слева от них показана граница еще более древней ударной структуры Килер-Хевисайд диаметром 780 км; прямо над кратером Эйткен проходит граница одной из древнейших ударных структур Луны — ударного бассейна Южный полюс-Эйткен диаметром 2400 км. В ходе ударных событий, приведших к образованию такого рода кратерных структур, могла происходить геохимическая дифференциация вещества Луны.



нетях. Так, результаты недавних модельных экспериментов показали, что ударная переработка пород-мишеней основного и ультраосновного состава может в некоторых случаях приводить к обособлению вещества, близкого по составу к гранитоидам. Но пока это не более чем теоретическая возможность, а вот реализуется ли она в действительности?

Чтобы ответить на этот вопрос, следует оценить вероятный масштаб и эффективность такой дифференциации. Эта задача состоит из двух частей. Первая связана с исследованием химического эффекта отдельных ударных явлений. Она решается методами экспериментального моделирования, а также путем геохимического изучения ударных кратеров, имеющих на Земле. Вторая, менее очевидная часть этой задачи заключается в исследовании закономерностей «накопления» геохимического эффекта при многократном повторении ударных явлений и их наложении.

Наряду с этим имеется по меньшей мере еще один возможный механизм дифференциации планетного вещества в ходе ак-

креции, который мог приводить к формированию корового вещества на разных планетах. Причем не исключено, что именно этот механизм играл когда-то существенную роль на Земле. Суть его заключается в следующем.

По мере аккреционного роста планетного тела вещество, которое в какой-то момент находилось на его поверхности, оказывалось захороненным на некоторой глубине. С течением времени оно как бы погружалось в недра планеты, в зоны все более высоких давлений и температур, и должно было подвергаться метаморфизму. В целом этот древний «догеологический» метаморфизм вызывается теми же причинами, что и хорошо изученный геологами прогрессивный метаморфизм пород земной коры — ростом температуры и давления. Поэтому при рассмотрении предполагаемого «догеологического» метаморфизма мы вправе использовать прогрессивный метаморфизм как более или менее адекватную модель.

Кроме того, важна следующая деталь. На достаточно больших телах, которые способны удерживать летучие компоненты, про-

дукты ударной дегазации вещества планетезималей, выпадающих на растущее планетное тело, и вещества самих планет-мишеней должны хотя бы частично соединяться с летучими. Иными словами, захоронению должно подвергаться вещество, содержащее летучие компоненты.

Но по мере захоронения этого вещества в недрах растущей планеты и его прогрессирующего метаморфизма содержание воды в нем должно было убывать вплоть до почти полного исчезновения водосодержащих фаз. Таким образом, очевидно, существует некий критический интервал глубин, ниже которого захороненная вода не сохраняется — по мере ее освобождения в метаморфических реакциях она «отжимается» в верхние горизонты. Но поскольку планетное тело продолжает расти, этот «фронт метаморфического обезвоживания мантии» поднимается вслед за его поверхностью.

Пока трудно говорить о конкретных значениях глубин, на которых достигается обезвоживание, о количестве высвобождаемой воды, а также о судьбах других летучих и нелетучих компонентов, вовлеченных в этот процесс. Над этими вопросами еще предстоит работать, но уже сейчас очевидно, что процесс этот должен многократно повторяться и что отжимающиеся наверх флюиды, «промывая» большие объемы окружающего вещества, должны изменять его и изменяться сами, обогащаясь «гидрофильными» компонентами.

Представления об этом потоке флюидов в какой-то мере созвучны концепции трансмагматических растворов, которую развивал Д. С. Коржинский, и по последствиям эти два процесса могут быть сходными. Сейчас, наверное, было бы слишком смелым связывать образование гранитного слоя земной коры с действием этого механизма, но какую-то роль (и, возможно, немалую) в накоплении компонентов гранитного слоя в верхней части коры этот процесс, вероятно, мог сыграть. Во всяком случае, такая возможность требует серьезного анализа.

Возвращаясь к метаморфической дифференциации планетного вещества, следует отметить, что она, по всей видимости, могла реализоваться только на достаточно больших планетных телах (не меньше Марса), которые способны удерживать летучие компоненты, выделяющиеся при ударной дегазации. При этом аккреотирующее вещество должно содержать достаточно много летучих компонентов, что накладывает ограничения на бли-

зость растущего планетного тела к Солнцу. Если же планетное тело не способно удерживать летучие или в аккреотирующем веществе их слишком мало, то преобразование вещества, погружающегося в недра растущей планеты, будет носить почти изохимический характер, т. е. будет выражаться в перекристаллизации и изменениях минеральных ассоциаций, но без изменения химического состава пород. Очевидно, что в этом случае кора планетных тел будет формироваться в «сухих» условиях в основном за счет кристаллизационной дифференциации ударных расплавов.

Таковы возможные пути решения некоторых из стоящих перед нами крупных проблем геохимии и космохимии, таковы пути развития космохимических идей Вернадского, приобретших в наши дни конкретную наполненность.

Благодаря сверхглубокому бурению, исследованиям дна океанов, полетам космических аппаратов к планетам Солнечной системы в последние десятилетия необычайно расширилась фактографическая база всех геологических наук. Бурное развитие физико-химических исследований в геологии привело к тому, что эта база пополнилась огромным количеством новых данных о физических и термодинамических свойствах многих химических соединений, о фазовых соотношениях минералов и термодинамических характеристиках минералообразующих реакций при экстремальных температурах и давлениях⁷.

Все эти достижения вместе с развитием вычислительной техники позволяют привлечь для решения проблем геохимии и космохимии аппарат точных наук: термодинамики, механики и др. В результате можно сказать, что создана научная база для построения моделей геологических событий, отстоящих от нас во времени и пространстве настолько далеко, что в период деятельности Вернадского они могли быть лишь предметом околонаучных гипотез. И сегодня, может быть, еще актуальнее, чем при жизни Вернадского звучат его слова о том, что самое понятие химического единства мира претерпевает глубочайшее изменение и расширение.

⁷ Физико-химический эксперимент в геологии. (Интервью с В. А. Жариковым.) // Природа. 1988. № 4. С. 4—15.

НОВЫЕ ПРИБОРЫ МОЩНОЙ ПОЛУПРОВОДНИКОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ

И. В. Грехов

КАЖДЫЙ день включая и выключая в квартире свет, телевизор или утюг, большинство из нас и не подозревают, что производят операцию, которую специалисты называют коммутацией электрической энергии. Эта операция, столь бесхитростная в быту, где мы переключаем потоки энергии мощностью около киловатта за десятые доли секунды, становится достаточно сложной в технике, когда и сами мощности, и скорость их коммутации значительно возрастают. Так, водитель троллейбуса управляет уже десятками, машинист электровоза — тысячами киловатт. При крупномасштабных экспериментах в области управляемого термоядерного синтеза иногда приходится коммутировать мощности в миллионы и даже миллиарды киловатт, причем время переключения не должно превышать десятков микросекунд. Примерно такие же требования выдвигает современная лазерная и ускорительная техника, где коммутация обычно производится сотни раз в секунду. А развитие новых видов радиолокации ставит уже почти фантастические задачи: нужно научиться коммутировать мегаваттные мощности за десятки пикосекунд (10^{-11} с!), к тому же частота коммутации должна достигать сотен килогерц. Да и прогресс во многих других областях науки и техники непосредственно зависит от возможности быстро управлять большими мощностями.

До недавнего времени мощные электрические цепи, как правило, замыкали и размыкали различными газоразрядными приборами. Однако эти приборы имеют принципиальные недостатки, главные из которых — нестабильность срабатывания и небольшой срок службы. Кроме того, газоразрядные приборы весьма чувствительны к внешним воздействиям. Именно поэтому за последние полтора десятка лет мощные полупроводниковые приборы — тиристоры и транзисторы — почти полностью вытеснили их из тех областей, где необходима устойчивая многократная коммутация относительно больших мощностей при не слишком малом времени переключения. В первую очередь это относится к силовой преобразовательной технике, широкое развитие которой по существу и началось с появлением мощных полупроводниковых приборов. Сейчас во всем мире преобразование электрической энергии в любой крупной системе — будь то привод блюминга или энергетическая установка корабля, мощный электролизер или сверхдальняя ЛЭП постоянного тока — выполняется только с



Игорь Всеволодович Грехов, доктор физико-математических наук, заведующий отделом физико-технического института им. А. Ф. Иоффе АН СССР, профессор Ленинградского политехнического института. Основные работы — в области физики полупроводников и полупроводниковых приборов, а также преобразовательной, импульсной и высокочастотной полупроводниковой техники. Лауреат Ленинской премии (1966) и Государственной премии СССР (1987).

помощью полупроводниковых приборов. Можно было ожидать, что совершенствование этих приборов позволит решить и задачи импульсной и высокочастотной сильноточной электроники, о которых говорилось в начале статьи. Однако такого не произошло, и не случайно, а по причинам принципиального характера.

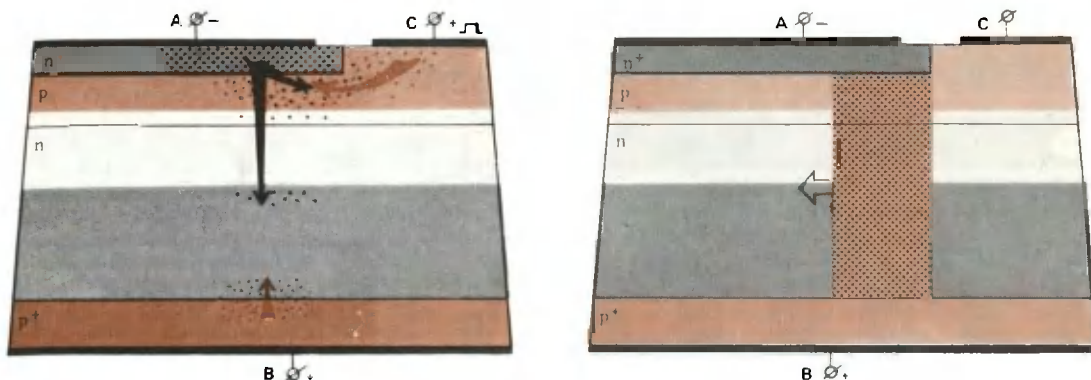
ОСОБЕННОСТИ КОММУТАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В ПОЛУПРОВОДНИКАХ

Коммутация больших мощностей полупроводниковыми приборами почти любого типа производится путем резкого увеличения проводимости особой области полупроводника, которая в начальном состоянии имела очень высокое сопротивление и блокировала приложенное к прибору напряжение. Такой областью обычно служит окрестность р—п-перехода — границы между полупроводниковыми материалами с дырочным (р) и электронным (п) типами проводимости. Внешнее напряжение отрицательной полярности на р-типе и положительной на п-типе «оттягивает» дырки и электроны от границы, образуя область объемного заряда (ООЗ), в которой нет свободных носителей тока и которая поэтому обладает очень высоким сопротивлением. При замыкании цепи для резкого увеличения проводимости эту область принудительно заполняют свободными электронами и дырками — почти электронной нейтральной электронно-дырочной плазмой. Фундаментальные физические ограничения удельной коммутируемой мощности для таких приборов связаны в основном с относительно низкой подвижностью и малой концентрацией электронов и дырок в плазме. Поэтому для коммутации мощных потоков энергии необходимо заполнять плазмой область достаточно большого объема. Диффузионная длина пробега носителей в плазме, как правило, невелика. Это мешает увеличивать объем плазмы за счет увеличения межэлектродного расстояния, и поэтому остается единственный выход — расширить площадь токопроводящего плазменного канала.

Однако, как показывает анализ работы полупроводниковых переключающих приборов, и это сделать непросто. Самый мощный полупроводниковый ключ — тиристор — состоит из четырех расположенных друг над другом слоев чередующегося типа проводимости $p^+ - p - p - p^+$. Эти слои образуют три р—п-перехода, два крайних (эммитерные) включены в прямом, проводящем на-

правлении, а центральный (коллекторный) — в обратном. Область объемного заряда коллекторного перехода и блокирует приложенное к прибору напряжение, именно ее нужно заполнить электронно-дырочной плазмой для переключения тиристора в проводящее состояние. Переключение инициируется импульсом тока в цепи управления между p^+ - и р-слоями. Такой импульс приводит к выбросу (инжекции) электронов из p^+ -области в глубину полупроводниковой структуры. Под действием заряда этих электронов немедленно начинается ответная инжекция дырок из р-слоя, и в кристалле образуется сквозной проводящий канал, заполненный плазмой. Но поскольку управляющий ток протекает непосредственно у границы между электродами, присоединенными к p^+ - и р-слоям, инжекция резко уменьшается по мере удаления от нее. В результате плазменный канал, образующийся у этой границы, имеет ширину порядка 0,1 мм. Этот канал очень медленно расширяется со временем. Поскольку даже в специальных импульсных тиристорах, у которых электроды имеют особую сложную форму, граница, как правило, не длиннее 10 см, то при переключении тока величиной, скажем, 10^5 А его плотность в плазменном канале в первые мгновения будет громадной — 10^6 А/см², и прибор неминуемо разрушится. Именно вследствие такой локализации процесса переключения полупроводниковые приборы при работе в микро- и наносекундном диапазоне коммутировали гораздо меньшие мощности, чем газоразрядные. В пикосекундном диапазоне ситуация была еще хуже — там вообще не существовало мощных коммутаторов. Дело в том, что скорость перемещения электрона в полупроводнике из-за сильного взаимодействия частицы с кристаллической решеткой при любой напряженности электрического поля не превышает 10^5 м/с. Поэтому за десятки пикосекунд плазма успевает заполнить канал длиной всего около 1 мкм. Значит, и толщина блокирующей ООЗ прибора не может быть больше. Но такая область выдерживает напряжение не выше 15 В, что в обычных цепях соответствует коммутированию мощности на уровне нескольких ватт. Газоразрядные же приборы срабатывают за пикосекундные промежутки времени вообще не могут.

¹ Знак «+» означает очень высокую концентрацию легирующей примеси (около 10^{21} см⁻³) и, следовательно, такую же концентрацию электронов или дырок.



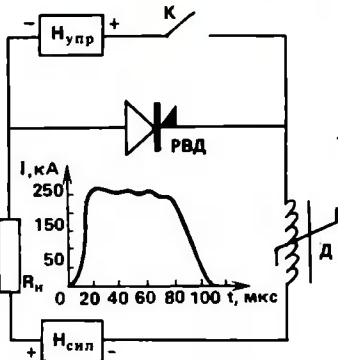
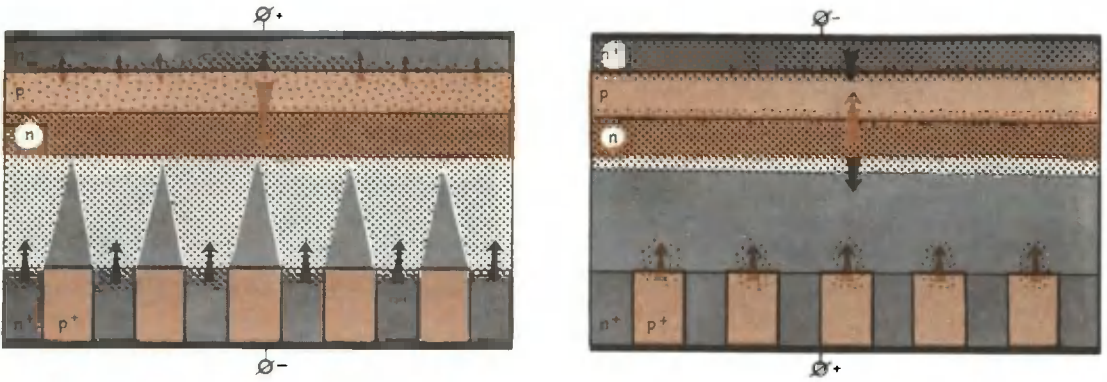
Схематическое изображение процессов, протекающих при переключении мощного тиристора. Контакты А и В включены в силовую цепь, А и С — в цепь управления. На этом и следующих рисунках ненасыщенным цветом выделены слои р-типа, серым — п-типа, область объемного заряда не закрашена. Черными точками обозначены электроны, цветными кружками — дырки, соответственно черные и цветные стрелки указывают направление их движения. Электронно-дырочная плазма изображена насыщенным цветом. Тиристор включают в силовую цепь в такой полярности, что ток через него не течет, поскольку у центрального р—п-перехода возникает область объемного заряда. Для переключения прибора в проводящее состояние по управляющей цепи пропускают короткий импульс тока [слева]. При этом электроны выбрасываются в р-слой, навстречу дыркам. Большая часть электронов диффундирует в область объемного заряда и, ускоряясь существующим там полем, пролетает в глубину п-слоя. Под действием заряда этих электронов из р⁺-слоя инжектируются дырки, которые также диффундируют через п-слой, быстро пролетают область объемного заряда и своим появлением вызывают новый поток электронов из п⁺-слоя. Процесс развивается лавинообразно, и в полупроводнике образуется проводящий канал, заполненный плазмой [справа]. За счет диффузии электронов и дырок граница плазменного канала движется влево, хотя и довольно медленно, со скоростью от 5 до 50 м/с.

ПЕРЕКЛЮЧЕНИЕМ ПРИБОРА УПРАВЛЯЕТ ПЛАЗМА

Так ли непреодолимы ограничения на быстродействие и мощность полупроводниковых ключей? Для микро- и наносекундного диапазонов можно предложить достаточно простой выход: если управляющий электрод в принципе локализует процессы переключения, то от него надо отказаться вообще. Представим себе, что по всей площади запятого прибора тиристорного типа каким-то образом удалось создать тонкий слой плазмы в плоскости коллекторного р—п-перехода. Тогда внешнее напряжение будет перемещать дырки из этого слоя в р-область, а электроны — в п-область. Это вызовет встречную инжекцию из наружных, эмиттерных слоев и, как результат, переход прибора в проводящее состояние с одновременным и однородным по всей площади полупроводника образованием плазменного канала. Таким образом, плазменный слой в плоскости коллектора играет роль идеального — распределенного — управляющего электрода. Весь вопрос, конечно, в том, как этот управляющий слой создать. Исследовались различные способы, в частности мощный лазерный импульс. Однако наиболее

удобным и энергетически выгодным оказалось так называемое реверсивно-инжекционное управление, при котором плазменный слой создается кратковременным изменением полярности (реверсом) напряжения, приложенного к прибору. На основе этого способа удалось разработать три новых вида приборов. Два из них — аналоги тиристора и транзистора — были названы реверсивно-включаемым динистором (РВД) и реверсивно-управляемым транзистором (РУТ). Третий вид полупроводниковых переключателей — дрейфовый диод с режимом восстановления (ДДРВ) — быстро обрывает протекающий через него ток и может использоваться как мощный обостритель наносекундных импульсов.

Реверсивно-включаемый динистор состоит из нескольких десятков тысяч чередующихся элементов тиристорного и транзисторного типа с порядком слоев соответственно р⁺прп⁺ и п⁺прп⁺, причем ширина каждого элемента значительно меньше, чем толщина полупроводниковой пластины. Центральный (коллекторный) р—п-переход и эмиттерный п⁺—р-переход у всех элементов общие. При реверсе напряжения через транзисторные элементы протекает импульс тока, сопровождающийся инжекцией плазмы в п-область. Плазменные каналы имеют вид



Структура реверсивно включаемого динистора и схема управления им. Силовая цепь, которую замыкает РВД, состоит из нагрузки R_n , накопителя $H_{\text{сил}}$ и дросселя с насыщающимся сердечником D , управляющая цепь — из накопителя $H_{\text{упр}}$ и ключа K . При замыкании ключа полярность напряжения на РВД меняется на противоположную (напряжение накопителя $H_{\text{сил}}$ в этот момент оказывается приложенным и дросселю D , имеющему большое индуктивное сопротивление). Изменение полярности приводит к лавинному пробою $p^+ - r$ -перехода — вблизи него рождаются пары электронов и дырок, увлекаемые полем в противоположные стороны (слева). Дырки инжектируются через r -слой в p -область, а навстречу им из p^+ -участков движутся электроны. В результате у $r - p$ -перехода образуется равномерный слой плазмы. Через некоторое время сердечник дросселя D насыщается, его сопротивление падает, и на динисторе восстанавливается первоначальное напряжение. При этом дырки из плазмы перемещаются в r -слой, а электроны — в p -область, вызывая встречную инжекцию из p^+ и r^+ -слоев (справа). Как и в обычном тиристоре, развивается лавинообразный процесс, кристалл заполняется плазмой и начинает проводить ток. Осциллограмма пропускаемого импульса изображена на схеме.

усеченных конусов, расширяющихся от p^+ — p -перехода к коллектору. Поскольку расстояние между конусами намного меньше их высоты, проводящие каналы перекрываются у коллекторного перехода, формируя в этой области тонкий плазменный слой, равномерно распределенный по всей площади прибора. После окончания тока накачки и восстановления первоначальной полярности напряжения все тиристорные элементы одновременно переключаются в проводящее состояние. При этом p -слой расположенных рядом транзисторных элементов также заполняется плазмой и пропускает ток — иными словами, при замыкании силовой цепи работает сразу вся площадь прибора. Если у обычного тиристора с площадью полупроводниковой структуры 20 см^2 и длиной границы между p^+ - и r -слоями около 10 см . (это типичные значения) при включении образуется плазменный канал площадью $0,1 \text{ см}^2$, то у РВД на кристалле такого же размера включаются сразу все 20 см^2 , и при той же плотности тока его величина может быть в 200 раз больше. Это резко улучшает основные коммутационные характеристики. Скажем, такой РВД надежно

коммутирует импульс тока в 250 кА , нарастающий со скоростью $10^{10} - 10^{11} \text{ А/с}$ — параметры, явно необычные для полупроводникового прибора. Ток накачки при этом сравнительно невелик — в нашем примере около $1,5 \text{ кА}$ — и длится всего несколько микросекунд. Эти характеристики РВД не предельные, так как мощность, переключаемая динистором, растет пропорционально его площади. Современная технология позволяет изготовить РВД площадью до 80 см^2 , а такие приборы должны коммутировать ток порядка 10^6 А . Поскольку после окончания импульса накачки основной ток начинает нарастать без малейшей задержки, можно соединять приборы последовательно, и при управлении от одного источника они включаются одновременно. Все это делает вполне реальным создание устройств на основе РВД, с довольно высокой частотой генерирующих импульсы тока в десятки мегаампер и напряжения в десятки киловольт.

Малая величина потерь при переходе РВД в проводящее состояние позволяет значительно повысить предел частоты переключений прибора. В обычном высокочастотном тиристоре коммутационные потери

становятся достаточно велики уже при тысячах переключений в секунду. Эти потери ограничивают рабочую частоту тиристора на уровне примерно 15 кГц — допустимый ток через прибор на такой частоте снижается в 5—10 раз по сравнению с током на промышленной частоте 50 Гц. У РВД, естественно, ничего подобного не наблюдается — правильно рассчитанный и изготовленный диодистор коммутирует почти одинаковые токи на частотах 50 Гц и 50 кГц.

Переключающий прибор другого типа — реверсивно управляемый транзистор — представляет собой, в сущности, один транзисторный элемент РВД, занимающий всю площадь кристалла, т. е. чередующиеся слои типа n^+prn^+ . При кратком реверсе приложенного напряжения и протекающей импульсной накачки в приколлекторной области РУТ, как и в РВД, формируется плазменный слой. Когда же на приборе восстановится первоначальное напряжение, дырки из этой плазмы начнут поступать в r -слой, что сразу же вызовет инжекцию электронов из n^+ -слоя и замыкание силовой цепи. Но поскольку в транзисторе, в отличие от РВД или обычного тиристора, второй r -слой отсутствует, нет и источника новых дырок. Поэтому лавинообразного размножения плазмы в приборе не происходит, и после истощения первоначального запаса дырок ток в силовой цепи самопроизвольно обрывается. Время нахождения прибора в проводящем состоянии можно регулировать, создавая нужный запас дырок в плазменном слое, т. е. изменяя амплитуду или длительность импульса накачки. Таким образом, РУТ генерирует в силовой цепи импульс тока, который переносит заряд в 15—20 раз больше того, что протек по цепи управления, и имеет полярность, противоположную полярности управляющего импульса. Главное преимущество нового прибора перед обычным транзистором — существенно большая выходная мощность, основной недостаток — значительно меньшая универсальность.

Необычное распределение концентрации плазмы в кристалле, создаваемое коротким импульсом накачки, оказывает очень интересное и неожиданное влияние на процесс переключения полупроводникового диода из проводящего в блокирующее состояние. Сам по себе этот процесс хорошо изучен. Полупроводниковый диод обычно включается в проводящем направлении на время, достаточное для установления стационарного (почти равномерного) распределения плазмы в кристалле. Затем полярность внешнего напряжения меняется на противоположную, но сопротивление прибора оста-

ется по-прежнему малым: за счет выноса электронов и дырок из плазмы во внешнюю цепь через кристалл течет ток в обратном направлении. Когда же концентрация плазмы у p^+ — n -перехода уменьшается до нуля, вблизи него начинает формироваться расширяющаяся область объемного заряда, сопротивление прибора возрастает, а ток в цепи резко падает. Скорость уменьшения тока определяется скоростью движения границы ООЗ. Но когда эта граница движется в электронно-дырочной плазме, ее скорость не слишком высока. Расчеты и эксперименты показывают, что ток в диоде, способном выдерживать напряжение 1,5—2 кВ, спадает в лучшем случае за несколько десятков наносекунд. Однако если распределение плазмы в кристалле имеет вид, который характерен для управляющего слоя, созданного кратковременным реверсом напряжения, — узкая область вблизи коллекторного p — n -перехода с высокой концентрацией плазмы и низкая концентрация плазмы в остальном объеме, — то процесс восстановления, как оказалось, радикально меняется. При обращении знака напряжения одновременно с уменьшением концентрации плазмы в управляющем слое у p — n -перехода начинается быстрое рассасывание низкоконцентрированной плазмы в толще полупроводника; оба эти процесса заканчиваются одновременно. Теперь плазма уже не тормозит движения границы ООЗ, и та может перемещаться со скоростью, равной предельной скорости движения электронов в полупроводнике (10^7 см/с) — разумеется, если напряженность поля в кристалле достаточна для того, чтобы достичь этот предел. В результате время спада тока резко уменьшается и составляет примерно 1 нс на каждый киловольт напряжения, приложенного к диоду. Прибор, который работает в таких условиях, и был назван дрейфовым диодом с резким восстановлением. Этот диод, используемый для чрезвычайного обострения мощных импульсов, обычно включается параллельно нагрузке. Тонкий плазменный слой у p — n -перехода создается коротким (0,3—0,5 мкс) включением прямого тока. Затем пропускается обостряемый импульс обратного тока. Пока у p — n -перехода существует плазменный слой, сопротивление диода мало, и весь ток протекает через него, а после рассасывания плазмы ток переходит в нагрузку за 1—2 нс — это и есть длительность фронта обостренного импульса. Такое быстрое действие характерно для диодов, блокирующих напряжение до 2 кВ и переключающих мощность порядка 10^6 Вт в стандартной СВЧ-цепи с волновым

сопротивлением 50 Ом. Интересно отметить, что обычные полупроводниковые приборы с аналогичным быстрым действием (СВЧ и лавинные транзисторы, диоды с накоплением заряда) коммутируют в лучшем случае в тысячу раз меньшую мощность. Принципиальная особенность ДДРВ — переключение за один пролет электрона через кристалл. Это обеспечивает как высокую скорость, так и большую устойчивость процесса. Поэтому можно, не беспокоясь о стабильности коммутации, увеличивать площадь р—п-перехода и соответственно рабочий ток, который прямо пропорционален ей. Точно так же путем последовательного соединения приборов можно повысить рабочее напряжение. Сейчас вполне реально изготовить ДДРВ-генератор наносекундного диапазона с мощностью импульса в десятки мегаватт и рабочей частотой в десятки килогерц.

НОВЫЙ ЭФФЕКТ — НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

Как видим, создание управляющего плазменного слоя кратковременным реверсом напряжения позволяет значительно улучшить характеристики полупроводниковых переключателей микро- и наносекундного диапазона. Однако эта идея принципиально непригодна в пикосекундном диапазоне из-за довольно медленного перемещения электронов в объеме кристалла. Как уже отмечалось, таким путем за 10 пс можно заполнить плазмой слой глубиной около микрона. Но, чтобы кремниевый прибор выдерживал рабочее напряжение, скажем, 2 кВ, область объемного заряда должна иметь глубину 150 мкм, и время переключения прибора окажется не меньше 1,5—2 нс. Поэтому для коммутации больших мощностей в пикосекундном диапазоне нужны совершенно иные физические принципы. Оказалось, что для этих целей можно с успехом использовать явление обратимого волнового пробоя в полупроводниках, обнаруженное в 1979 г. В чем же его суть?

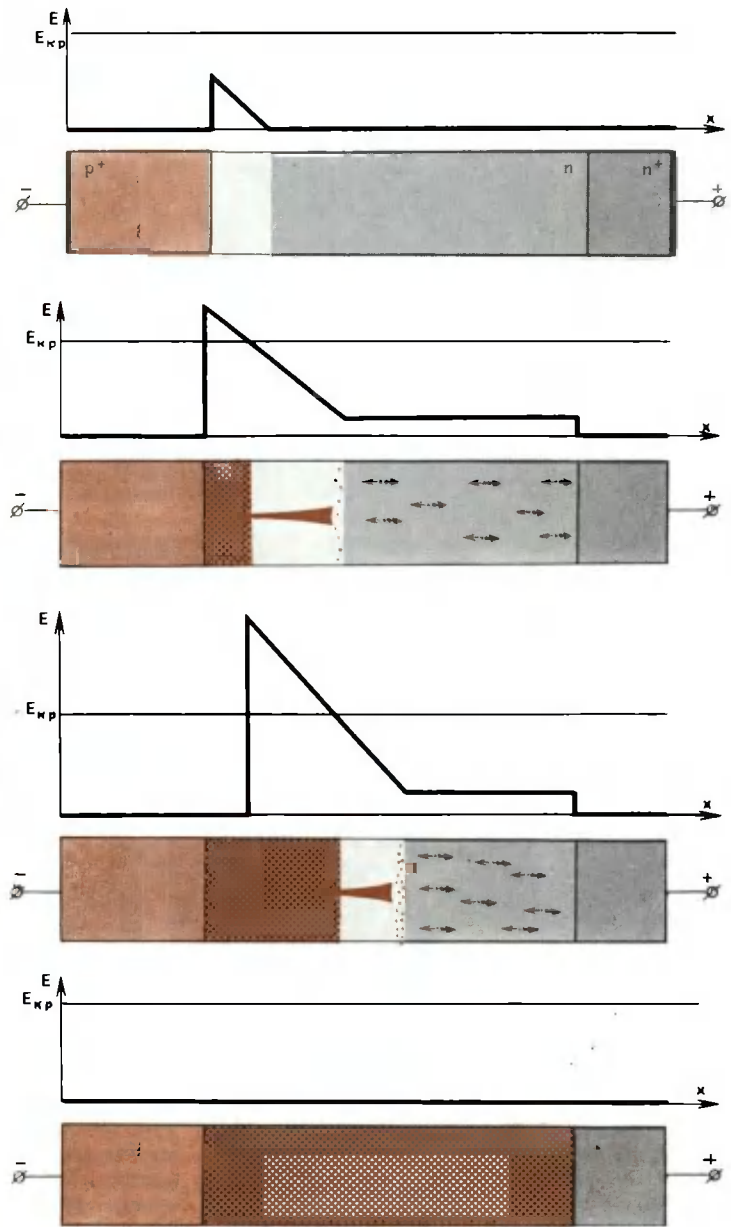
Если кремниевый диод с полупроводниковой структурой типа p^+np^+ включить в цепь в обратном, запирающем направлении, ток, разумеется, течь не будет — но лишь до тех пор, пока разность потенциалов на приборе не превысит напряжения лавинного пробоя. Если же напряженность поля в кристалле достаточно велика, происходит ударная ионизация: электроны и дырки, ускоряясь полем и сталкиваясь с решеткой, рожают новые пары электронов и ды-

рок. Это и есть давно известный процесс лавинного пробоя, в результате которого диод начинает проводить ток в обратном направлении.

Обратимый волновой пробой протекает совсем иначе. Мы обнаружили, что если обратное напряжение на диоде возрастает с очень большой скоростью (свыше 10^{12} В/с), то в течение 1,5—2 нс пробоя не происходит — даже несмотря на то, что приложенное к диоду напряжение может в два раза превышать напряжение лавинного пробоя. Затем начинаются исключительно быстрые — за 100—150 пс — спад напряжения и рост тока в цепи. После такого переключения напряжение на приборе с p -областью толщиной 200 мкм не превышает 100 В при плотности тока 10^4 А/см²; это означает, что вся p -область заполнена хорошо проводящей электронно-дырочной плазмой. Самое странное, что заполнение этой области происходит за время в 10—15 раз меньше, чем минимальное время ее пролета электроном!

Физика такого явления оказалась очень интересной. Поскольку до начала импульса к диоду приложено небольшое обратное напряжение, возле p — n -перехода образуется обедненная свободными носителями область объемного заряда. Электроны и дырки могут появиться здесь только благодаря тепловой ионизации материала; количество их очень мало. За 1—2 нс (время резкого увеличения напряжения) новых свободных зарядов практически не образуется. Создается ситуация, при которой в довольно широкой области полупроводника поле много больше критического, но пробой не происходит, так как нет электронов или дырок, которые могли бы начать ударную ионизацию решетки. Однако при быстром росте напряжения ток смещения, протекающий через диод, создает в нейтральной части кристалла поле, достаточное для слабой ионизации. Свободных электронов здесь много (столько, сколько атомов легирующей примеси — примерно 10^{14} см⁻³). Электроны, ионизируя вещество, рожают дырки, и те сносятся полем в сторону области, напряженность поля в которой превышает критическую. Врываясь в эту область, дырки становятся причиной мощного ионизационного «взрыва», за десятки пикосекунд производящего электронно-дырочную плазму высокой плотности. Поле в плазме резко падает, но столь же быстро возрастает у ее границы, где создается новая область с высокой напряженностью поля. В эту область из глубины n -слоя врывается новый поток дырок, порождающая плазму и сдвигая ее границу еще дальше от p — n -перехода, а также перемещая в

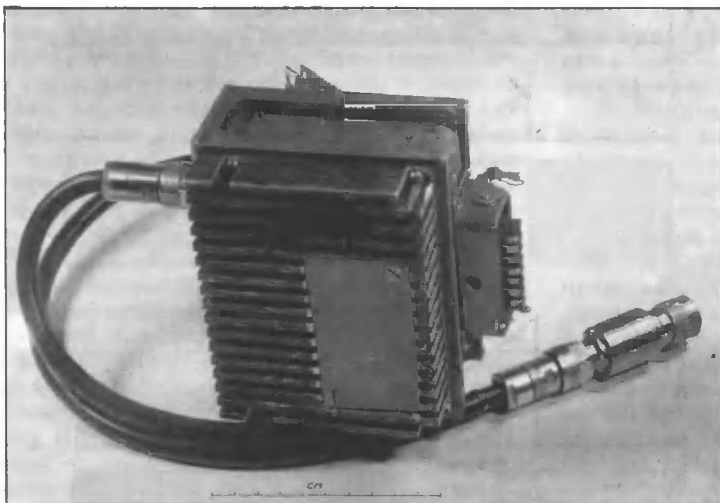
Основные фазы обратимого волнового пробоя. I. Состояние диода до пробоя. К прибору приложено небольшое напряжение в непроводящем направлении, и у р-п-перехода образовалась область объемного заряда. Все напряжение падает лишь на этой области, и электрическое поле отлично от нуля только в ней (распределение напряженности поля E по длине кристалла показано в верхней части каждого рисунка). II. Начало пробоя. Приложенное к диоду напряжение быстро возрастает, и вблизи р-п-перехода оно превысило критическое значение $E_{кр}$, при котором обычно начинается лавинный пробой. За счет протекающего через полупроводник тока смещения возникает поле и вне области объемного заряда. Оно достигает такой величины, что в n-слое прибора рождаются электронно-дырочные пары. Дырки из этих пар движутся к р-п-переходу и, дойдя до плоскости, за которой поле превышает критическое, производят ионизационный взрыв — заполняют часть кристалла плазмой. III. Развитие пробоя. Вследствие электронной нейтральности плазмы поле в занятом ею объеме падает почти до нуля. Это приводит к увеличению поля справа от плазмы. Теперь уже здесь его напряженность превышает критическую, плазма рождается в новом объеме, и фронт ионизационной волны перемещается еще правее. IV. Диод после пробоя. Весь n-слой заполнен плазмой, прибор проводит ток, а напряженность поля в нем ничтожно мала.



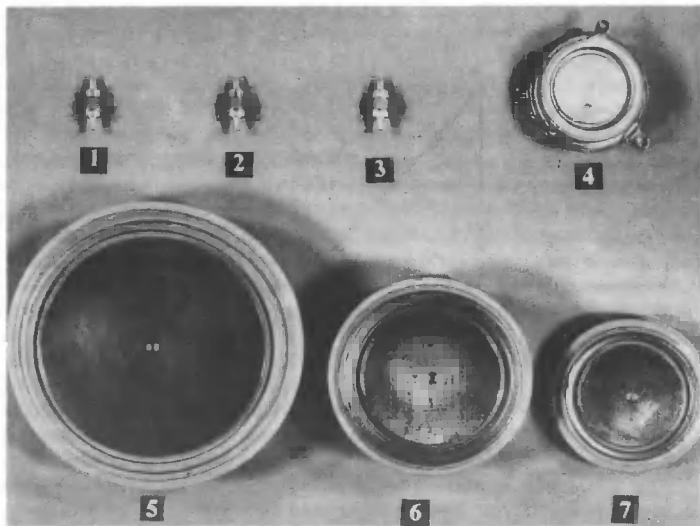
этом же направлении область критического поля. В результате формируется ударно-ионизационная волна, фронт которой движется через n-слой со скоростью, определяемой практически лишь характерным временем ионизации в перенапряженной области; эта скорость может на один-два порядка превышать максимальную скорость электрона в веществе. Когда фронт доходит до n⁺-слоя, весь кристалл оказывается за-

полнен хорошо проводящей плазмой, сопротивление диода резко падает и ток в цепи возрастает.

Если напряжение на диоде поднимается еще быстрее, то характер процессов несколько меняется. Поле у р⁺-п-перехода растет настолько быстро, что его напряженность достигает порога туннельной ионизации раньше, чем в перенапряженную область приходит поток дырок из нейтральной



Генератор импульсов мощностью 100 кВт. Основной блок — генератор наносекундных импульсов на дрейфовых диодах с резким восстановлением. На кабеле вынесена головка с обостряющим диодом, работающим с использованием обратимого волнового пробоя. Частота повторения импульсов — 50 кГц, длительность их фронта на выходе не превышает 100 пс.



Образцы новых полупроводниковых приборов, выпускающихся промышленными предприятиями: дрейфовые диоды с резким восстановлением для обострения импульсов пикосекундного (1) и наносекундного (2, 3) диапазонов; реверсивно включаемые динисторы, которые могут работать в генераторах с частотой до 50 кГц (4) и до 30 кГц (7); импульсный РВД (5), пропускающий ток до 300 кА (диаметр полупроводникового элемента 80 мм, внешний диаметр прибора 108 мм); быстродействующий импульсный РВД (6).

части слоя. Появляющиеся вследствие туннельной ионизации электроны и дырки вызывают еще более резкий ионизационный «взрыв», поскольку напряженность поля еще сильнее превышает порог ударной ионизации. При таком виде пробоя переключение происходит быстрее, чем за 50 пс — современные методы регистрации не позволяют точно измерить это время.

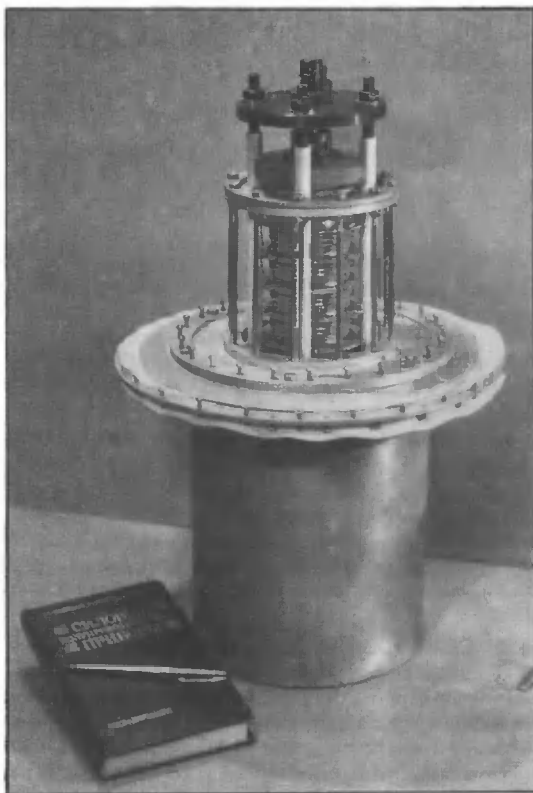
Используя столь быстрый процесс пробоя, можно коммутировать очень большие мощности — до 100—150 кВт в импульсе. Для сравнения вспомним, что мощность, переключаемая за пикосекунды обычными полупроводниковыми приборами, не превосходит 10 Вт, т. е. в 10^4 раз меньше! Особо сле-

дует отметить, что нестабильность работы переключателей на основе обратимого волнового пробоя не выходит за пределы чрезвычайно короткого промежутка времени — $3 \cdot 10^{-11}$ с.

СЕГОДНЯШНИЕ УСПЕХИ И ЗАВТРАШНИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ

Новые принципы коммутации позволили улучшить основную характеристику полупроводниковых переключателей — импульсную коммутируемую мощность — в микросекундном диапазоне в пять — десять, в на-

носекундном — в тысячу, а в пикосекундном — в десять тысяч раз; почти на порядок увеличена предельная рабочая частота приборов микросекундного диапазона. По сути, появилась элементная база для нового технического направления — силовой полупроводниковой импульсной и высокочастотной электроники. Это открывает принципиально новые возможности для создания систем электропитания мощных лазеров и ускорителей, радиопередающих и радиолокационных устройств, высокочастотных плазмотронов, сверхбыстродействующих электронно-оптических комплексов, крупномасштабных установок для экспериментов в области управляемого термоядерного синтеза и т. п. Работы в этих направлениях сейчас только разворачиваются. Основные сложности связаны с тем, что необычные принципы, положенные в основу работы новых приборов, требуют новых схмотехнических решений для создания почти всех электронных устройств. Однако некоторые схемы и опытные образцы приборов различной мощности для микро-, нано- и пикосекундного диапазонов уже существуют. В качестве примера можно назвать импульсный переключатель на основе РВД, коммутирующий энергию около 300 кДж в периодическом режиме, очень мощные РВД-генераторы импульсов для питания CO_2 -лазеров, опытные образцы радиопередатчиков длинноволнового диапазона, мощные высокочастотные генераторы для электрометаллургии и электроискровой обработки материалов. На основе ДДРВ созданы и серийно выпускаются наносекундные генераторы высоковольтных импульсов для питания затворов твердотельных лазеров, разработаны радары для поиска неглубоких залежей полезных ископаемых. Пикосекундные коммутаторы, использующие явление обратимого волнового пробоа, применяются в системах развертки сверхбыстродействующих электроннооптических камер, в устройствах для исследования радиолокационных характеристик объектов и излучающих антенн. Однако масштабы практических работ представляются пока явно недостаточными. Во многом это объясняется тем, что информация о принципиально новых возможностях полупроводниковых переключателей крайне медленно доходит до



Мощный РВД-коммутатор периодического действия. Это устройство, выдерживающее напряжение 10 кВ, при переключении пропускает импульс тока силой до 300 кА и длительностью до 100 мкс. Скорость нарастания тока на фронте импульса — 100 кА/мкс.

тех, кто в ней нуждается. Хочется надеяться, что эта статья в какой-то мере заполнит информационный пробел² и мы вскоре станем свидетелями быстрого развития импульсной и высокочастотной силовой полупроводниковой электроники.

² Более полные сведения можно найти в книге: Тучкович В. М., Грехов И. В. Новые принципы коммутации больших мощностей полупроводниковыми приборами. Л., 1988.

ТЕОРИЯ ВОДЫ: ОТ КАВЕНДИША

М. Л. Белая, В. Г. Левадный



Марина Львовна Белая, кандидат физико-математических наук, научный сотрудник Всесоюзного научно-исследовательского института биотехнологии. Научные интересы связаны с биофизикой клеточных поверхностей, исследованием процессов в биологических и искусственных мембранах.

Виктор Георгиевич Левадный, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник Института проблем кибернетики АН СССР. Занимается математическим моделированием сложных физических и биологических процессов. Один из авторов монографии: Экстремальные принципы в биологии и физиологии. М., 1978.

ВЕСНОЙ 1783 г. Г. Кавендиш в своей кембриджской лаборатории начал исследовать свойства недавно открытого «жизненного воздуха» — так в то время называли кислород. Он смешивал этот «воздух» с «воспламеняющимся воздухом» (водородом) и пропускал через смесь электрический разряд. Смесь вспыхивала, и стенки колбы покрывались капельками жидкости, в которой Кавендиш с удивлением распознал обычную воду. В результате этих опытов было опровергнуто представление о воде (введенное еще Аристотелем) как о едином неделимом элементе.

А. Лавуазье провел целую серию подобных экспериментов и 12 ноября 1783 г. доложил результаты исследований на общем собрании Французской академии наук. Любопытно название его доклада, характерное для всей той несуетливой педантичной эпохи великих открытий естествознания: «О природе воды и экспериментах, по-видимому подтверждающих, что это вещество не является, строго говоря, элементом, а может быть разложено и образовано вновь». Доклад был встречен горячими возражениями — данные Лавуазье явно противоречили уважаемой и популярной в то время теории флогистона.

Через два года Лавуазье вновь вернулся к опытам с водой. Он поливал ею раскаленный докрасна железный лист, тщательно собирав выделявшийся при этом водород, взвешивал его и сразу же проводил синтез воды, поджигая водород электриче-

ской искрой. Так удалось установить, что вода образуется из одной весовой части водорода и 6,5 частей кислорода. Хотя этот результат оказался неточен (правильное отношение 1:8 через двадцать пять лет установили А. Гумбольдт и Ж. Гей-Люссак), но опыты, предпринимавшие, что воду можно разложить на элементы, а затем «сложить» обратно, помимо огромного влияния на зарождавшуюся науку о воде, имели и фундаментальное значение — они доказали истинность предложенной Лавуазье концепции строения материи и нанесли теории флогистона такой удар, от которого она уже не оправилась.

Итак, чуть более 200 лет назад было установлено, что вода есть соединение кислорода и водорода — H_2O в современных обозначениях. С этого момента и начинается серьезное научное познание воды.

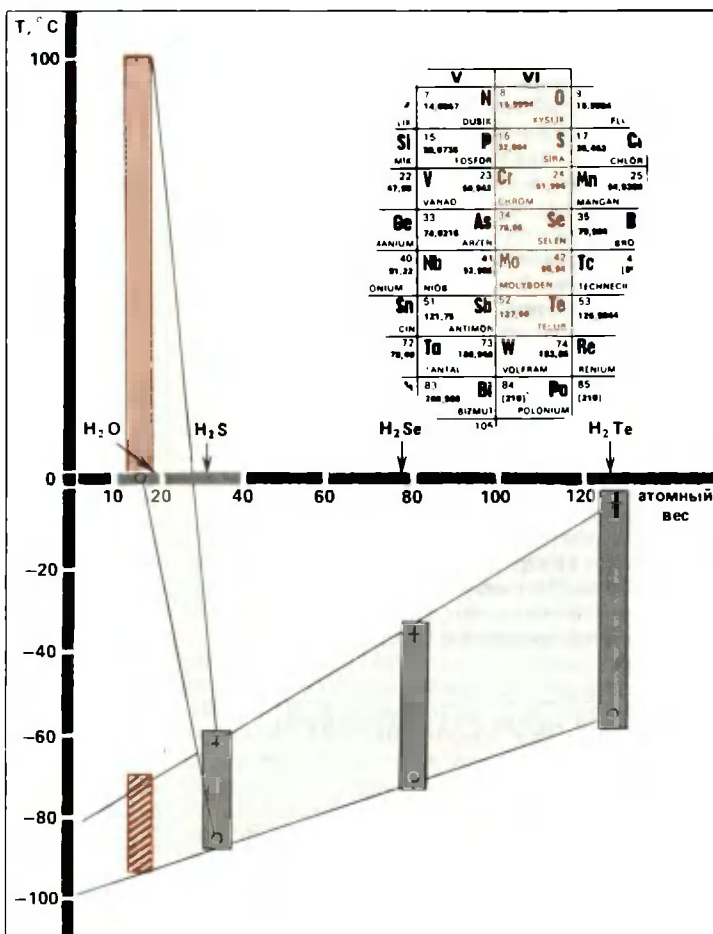
Немало событий произошло за прошедшие два века в науке. Рушились одни представления, на их месте возникали новые, и на каждом этапе развития естествознания ученые обращались к воде. Круг исследователей все время расширялся — над загадками воды работали физики, химики, биологи, геологи и даже математики. Их усилия увенчались значительными успехами, сейчас мы знаем воду гораздо лучше, чем 200 лет назад. Однако по мере развития науки о воде появлялись все новые и новые вопросы, и сейчас, пожалуй, нерешенных проблем даже больше, чем во времена Кавендиша и Лавуазье.

ДО КОМПЬЮТЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ

АНОМАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА ВОДЫ

Из таблицы Менделеева следует, что основные свойства (такие, например, как температуры кипения и плавления) водородных соединений элементов (называемых гидридами), расположенных в одних и тех же вертикальных столбцах, с ростом массы атомов должны изменяться монотонно. Кислород —

элемент шестой группы этой таблицы. К этой же группе относятся сера S, селен Se, теллур Te и полоний Po. Следовательно, свойства гидридов этих элементов должны меняться монотонно при переходе от тяжелых элементов к более легким, т. е. в последовательности $H_2Po \rightarrow H_2Te \rightarrow H_2Se \rightarrow H_2S \rightarrow H_2O$. Это и происходит, но только с первыми четырьмя гидридами. Если бы гидрид кислорода H_2O был похож на своих соседей по шестой группе, то в жидком



Зависимость температур кипения (+) и плавления (o) гидридов элементов VI группы таблицы Менделеева от их атомного веса. Если бы вода не обладала аномальными свойствами, температурный интервал ее существования в жидком состоянии простирался от -70 до -95 °C (этот гипотетический интервал указан на рисунке цветом штриховкой, а реальный обозначен цветом).

состоянии вода существовала бы в интервале температур от -70 до -95 °С, а при более высоких температурах всегда была бы газом. Трудно представить себе жизнь в такой «нормальной» воде.

Галилео Галилей был первым, кто обратил внимание на необычное свойство воды уменьшать, а не увеличивать свою плотность при замерзании (как это происходит с большинством веществ). Именно это предохраняет от сплошного промерзания озера и пруды, спасая жизнь в этих водоемах.

Другие термодинамические свойства воды также аномальны: большая теплота плавления, довольно широкий (для такой низкомолекулярной жидкости) — 100° — диапазон существования жидкой фазы, который при медленном нагревании или охлаждении может быть расширен до 240° (от -40 до $+200$ °С), высокая теплоемкость воды, превращающая моря и океаны в гигантский термостат (которому обязаны мягким климатом приморские курорты), отличия теплоемкости воды от теплоемкости льда (для других веществ плавление не сказывается на этой величине).

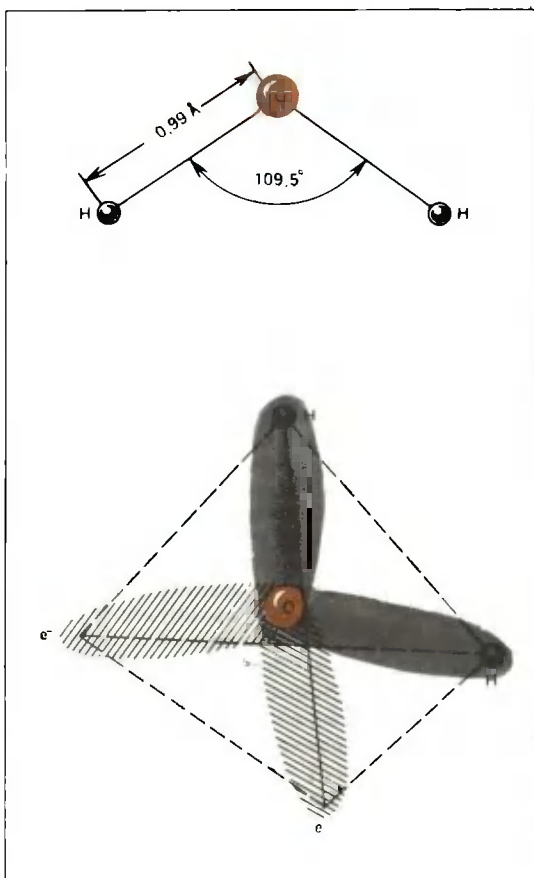
Есть и другие аномалии. Вода практически несжимаема, благодаря чему ее состояние на дне океана мало чем отличается от состояния в поверхностных слоях. Диэлектрическая проницаемость воды очень велика — для статических электрических полей она равна 81 (у большинства других веществ — не более 10). В переменном электромагнитном поле диэлектрическая проницаемость воды уменьшается с ростом частоты поля, достигая значений 4—5 при частоте 10^{12} — 10^{13} Гц. В последнее время появились данные о том, что диэлектрическая проницаемость воды уменьшается также и в статических, но пространственно неоднородных полях.

Все эти необычные свойства воды столь «удачны», что превращают ее в единственно возможную среду для любых известных нам форм жизни. Попробуем теперь разобраться в причинах аномальных свойств воды и начнем наше «дознание» с молекулы.

ТАКАЯ НЕПРОСТАЯ МОЛЕКУЛА

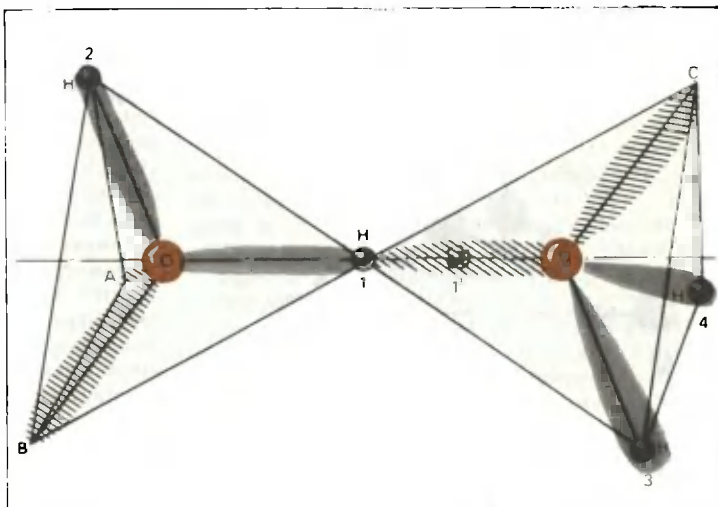
Молекула воды состоит из одного атома кислорода и несимметрично примыкающих к нему двух атомов водорода. На последней орбитали атома кислорода расположены четыре электрона, способные обра-

зовывать ковалентные связи. У второго участника нашего «дела о воде» — водорода — такой электрон один. Для образования молекулы воды достаточно двух связей. По законам квантовой физики на одной связи могут находиться не более двух электронов. Поэтому в образовании внутри молекулы H_2O каждой ковалентной связи $H-O$ участвует единственный электрон атома водорода и лишь один электрон атома кислорода. Таким образом, два из четырех внешних электронов кислорода участвуют в образовании ковалентных связей, а два других образуют две неподеленные пары. Вместе с ковалентными связями они располагаются



Различные модели мономера H_2O . Вверху: геометрическая модель — атомы водорода H находятся по одну сторону от атома кислорода O ; внизу: электронная модель — два из четырех электронов внешней оболочки атома кислорода участвуют с атомами водорода в ковалентных связях (изображены серым), а два других образуют неподеленные пары, причем плоскость e^-Oe^- перпендикулярна плоскости $H-O-H$.

Димер $(\text{H}_2\text{O})_2$ — две молекулы H_2O соединены водородной связью с помощью атома Н, помещенного в точку 1. Этот атом может быть как около «своего» атома кислорода в точке 1, так и около «чужого» в точке 1'. Каждая из молекул H_2O может образовывать еще по три водородных связи: левая молекула в направлениях 2Н, А и В, правая — в направлениях 3Н, 4Н и С. В свободном виде такие димеры существуют в водяном пару, «распариваясь» только при температуре 600°C , но основные параметры этой структуры сохраняются и в жидкой воде, и во льду.



в пространстве так, что конфигурация молекулы воды становится трехмерной, похожей на пакет молока. Различные ребра этой молекулярной пирамиды заряжены по-разному, поэтому молекула воды обладает довольно значительным электрическим дипольным моментом ($1,87 \cdot 10^{-29}$ Кл · м).

Итак, мы рассмотрели связи, существующие внутри молекулы воды, но anomальные свойства воды говорят о том, что ее молекулы довольно прочно связаны между собой и, по-видимому, образуют какую-то молекулярную конструкцию, которая сопротивляется любым внешним разрушающим воздействиям — тепловым, механическим, электрическим. Ядра атомов водорода (протоны), входящие в состав молекулы воды, взаимодействуют с электронами неподеленных пар других молекул, образуя прочную связь. В этом и заложен ключ к пониманию особых свойств воды. В 1920 г. американские ученые У. Латимер и У. Родебуш предложили называть эти особые связи водородными. С тех пор это понятие стало хрестоматийным, вошло во все учебники и явилось предметом серьезных фундаментальных исследований¹.

Для водородной связи характерна четкая направленность в пространстве. Если зафиксировать одну молекулу H_2O в

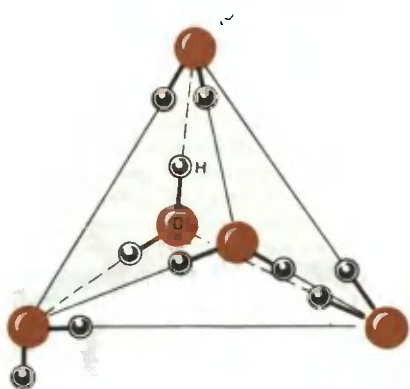
некой точке пространства и провести вокруг нее гипотетическую сферу, радиус которой равен длине водородной связи, то лишь в определенных точках этой сферы смогут располагаться другие молекулы H_2O , образующие с исходной молекулой водородную связь.

Другая важная особенность водородной связи — кооперативность — заключается в том, что вероятность образования водородной связи для молекулы, уже соединенной с какой-либо молекулой такой связью, больше, чем для свободной молекулы. Другими словами, образование одной водородной связи способствует появлению рядом следующей и т. д.

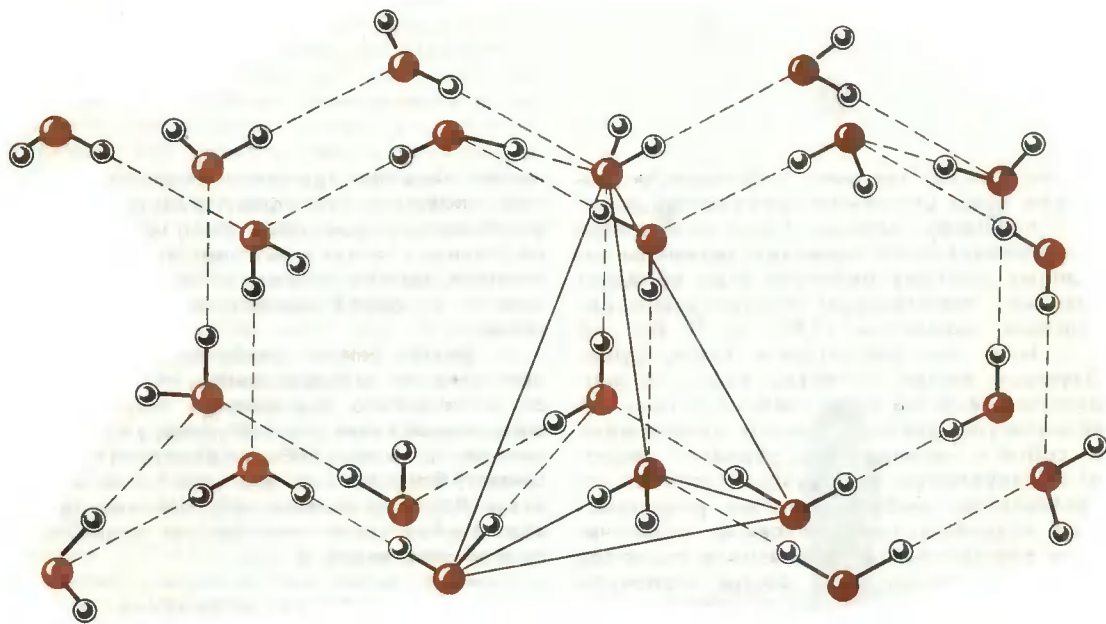
МОЛЕКУЛЯРНАЯ СТРУКТУРА ЛЬДА

Итак, из каждой молекулы H_2O «торчат» два протона и две неподеленные пары. И те, и другие могут образовывать водородные связи, следовательно, в каждой молекуле H_2O может быть до четырех таких связей одновременно, причем направления этих связей таковы, что ближайшие молекулы стремятся собраться в тетраэдр. В случае льда эти трехгранные молекулярные пирамидки объединяются в сверхструктуру, простирающуюся на весь объем. Молекулы H_2O в такой гексагональной структуре располагаются в изломанных слоях и каждая из них связана с тремя молекулами своего слоя и одной молекулой соседнего слоя. Количество соседей молекул (координационное число) легко определяется рентгеноструктурным методом.

¹ Происхождение водородной связи обусловлено квантово-механическими особенностями взаимодействия протона с атомом кислорода (или азота, или фтора, или хлора), в частности его способностью к туннелированию в определенных условиях. Подробнее об этом см.: Пиментел Д., Мак-Клеллан О. Водородная связь. М., 1964.



Элементарная ячейка гексагональной решетки обычного льда I (вверху), соответствующая правилу Бернала — Фаулера: «На каждой линии О—О находится ровно один протон H». Объединяясь, такие ячейки образуют во льду трехмерную структуру (внизу).



В начале века немецкий химик Г. Тамман и американский физик П. Бриджмен показали, что существуют девять различных кристаллических форм льда,² причем большая часть этих форм реализуется только при давлениях, превышающих 2000 атм. Если обычный, всем нам хорошо знакомый лед (лед I) сжать, то часть водородных связей выходит из гексагональной структуры и лед становится несколько плотнее (образуется лед II, VI, IX), но любые пять ближайших атомов кислорода по-прежнему объединяются водородными связями. Даже при очень больших давлениях (соответствующим

льду VII и VIII) локально сохраняется гексагональная структура.

Впервые тот факт, что каждая молекула льда окружена четырьмя другими, установил У. Брэгг при помощи разработанного им рентгеноструктурного анализа, который, правда, еще не позволял определить взаимное расположение атомов кислорода и водорода. Эта задача была решена только в конце 40-х годов с появлением более совершенных спектроскопических методов анализа. Но еще в 1932 г. ученику У. Брэгга физику Дж. Берналу удалось понять, как должна быть устроена молекула H_2O .

Он исходил из того, что молекула воды обладает значительным электрическим

² Сейчас известно 13 кристаллических форм льда.

дипольным моментом (в 1932 г. это уже было известно). Казалось бы, что молекулу H_2O проще всего «сконструировать», расположив все входящие в нее атомы на прямой (H—O—H). «Однако,— пишет Бернал,— молекула воды подобным образом построена быть не может, потому что при такой структуре... молекула не обладала бы электрической направленностью. Электрический дипольный момент может образовываться только, если оба атома водорода примыкают к кислороду с одной и той же стороны». Эта гипотеза была позднее подтверждена новыми спектроскопическими данными и сейчас известна как одно из правил Бернала—Фаулера: каждый атом кислорода связан с четырьмя атомами водорода, находящимися на линиях, соединяющих этот атом с соседними атомами кислорода. На этой линии атом кислорода имеет два устойчивых равновероятных положения, в одном из которых он находится на расстоянии 0,9 Å, а в другом — на расстоянии 1,86 Å от «своего» атома кислорода.

Структура реального льда не идеальна, в ней встречаются дефекты, нарушающие правила Бернала — Фаулера. Как установил датский исследователь Н. Бьеррум, дефекты могут быть двух видов: 1) на линии O—O нет ни одного атома водорода (Л-дефект); 2) на линии O—O находятся два атома водорода (Д-дефект). Появление или исчезновение дефекта приводит к изменению энергии всей системы молекул H_2O , поэтому в термодинамическом равновесии общее число дефектов во льду сохраняется неизменным. Однако дефект не фиксирован на одной и той же O—O связи, он исчезает на одной связи и возникает на другой. Очевидно, что после исчезновения дефекта на одной O—O связи его возникновение наиболее вероятно на ближайшей соседней O—O связи — дефекты как бы мигрируют по всей структуре.

Концентрация дефектов в структуре льда невелика — один на 2,5 млн молекул H_2O , в то время как в воде мы имеем один дефект на 100 молекул. По-видимому, в воде бьеррумовские дефекты играют существенную роль, недавно была даже предложена теория, описывающая воду как лед с большой концентрацией бьеррумовских дефектов³.

О ВЛИЯНИИ МОСКОВСКОГО ТУМАНА НА НАУЧНЫЙ ПРОГРЕСС

Современное понимание молекулярной структуры воды ведет свою историю со статьи английских ученых Дж. Бернала и Р. Фаулера, которая появилась в 1933 г. в августовском номере только что созданного международного журнала "Journal of Chemical Physics".

Дж. Бернал начал свою научную деятельность с исследования структуры белков. Однако довольно скоро он пришел к убеждению, что, прежде чем заниматься белками, необходимо разобраться в структурных особенностях той среды, в которой образуются и существуют белки, т. е. в структуре воды. В то время считалось, что молекулы воды объединены в различные по величине супермолекулы $(\text{H}_2\text{O})_2$, $(\text{H}_2\text{O})_3$... $(\text{H}_2\text{O})_n$, наличием которых и объясняются аномальные свойства этой жидкости. Такое неконструктивное объяснение не могло удовлетворить исследователя с физическим образом мышления. Бернал обратился к анализу известных экспериментальных фактов. В его распоряжении были данные о структуре льда (результат блестящих исследований У. Брэгга), рентгенограммы воды, а также полученные с их помощью данные о расстоянии между ближайшими дальними соседями каждой молекулы H_2O (функции плотности).

Бернал довольно быстро пришел к пониманию структуры льда, но сама по себе теория льда, не способная перейти в теорию воды, особой ценности не представляет. А вот с водой по-прежнему было не все ясно.

И тут вмешался случай, которому было угодно, чтобы дождливой осенью 1932 г. Бернал поехал с группой английских ученых в СССР. Научные дискуссии с советскими коллегами послужили большим творческим стимулом для Бернала. Особенно полезными были встречи с известным специалистом в области физики жидкого состояния вещества Я. И. Френкелем.

В день отлета английской делегации на Москву опустился густой осенний туман. Аэрофлот в то время не баловал своих клиентов роскошными залами, поэтому Берналу не оставалось ничего другого, как бродить в тумане вокруг аэродрома. К нему присоединился профессор Р. Фаулер «Больше всего прочего,— вспоминал позднее Бернал,— нас занимал туман вокруг нас, и естественно, что о нем и пошла речь.

³ С помощью такой теории австралийским ученым Д. Грюеном и С. Марчелли удалось объяснить, почему липидные мембраны на малых расстояниях отталкиваются. См.: Gruen D. W. R., Marcellija S. // J. Chem. Soc., Farad. Trans. II, 1983. Vol. 79. P. 225—242.

Туман состоит из воды... и профессор Фаулер, большой знаток термодинамики, но не очень сведущий в структурных вопросах, попросил меня объяснить воду, как я ее понимаю. И тут я задумался над этой проблемой заново — в свете наших московских дискуссий».

Проголосовав двух профессоров продолжалась более двенадцати часов и оказалась очень плодотворной, им удалось найти простое и убедительное описание структуры воды.

Рассказывая Фаулеру о воде, Бернал упомянул и старую идею Рентгена, что молекулярная структура льда каким-то образом должна повторяться и в структуре воды. Некогда популярная, эта идея в 30-е годы была почти забыта. В то время казалось, что идея Рентгена не только не объясняет аномальные свойства воды, но просто противоречит им. Она так и осталась в «банке идей» как общее утверждение, что «вода — это жидкость, еще сохранившая воспоминание о кристаллической структуре, из которой она произошла» (формулировка К. Дюваля). Совершенно неожиданно Бернал и Фаулер нашли чрезвычайно важный аргумент в пользу этой идеи. Он был получен методом от противного. «А что было бы с водой, — спросил Фаулер, — если бы она не обладала молекулярной структурой, а представляла бы просто плотную упаковку молекул H_2O ? Например, какова была бы плотность такой воды?» В этом случае каждая молекула H_2O должна быть окружена не менее чем шестью соседями. Легко рассчитать, что плотность такой воды была бы не 1 г/см^3 , а $1,8 \text{ г/см}^3$. Поскольку ни при каких температурах плотность реальной воды и близко не приближается к этому значению — жидкая вода должна обладать довольно рыхлой молекулярной структурой, скорее всего похожей на молекулярную структуру льда. Позднее это предположение было подтверждено рентгеноструктурным анализом, с помощью которого удалось установить, что координационное число для воды равно 4,4, а для льда — 4. Иными словами, число соседей «среднестатистической» молекулы H_2O при переходе из твердого в жидкое состояние возрастает лишь на 0,4.

Обсуждая аномальное поведение льда при плавлении, Бернал и Фаулер пришли в конце концов к выводу, что в этом процессе происходит такая реорганизация молекулярной структуры, при которой так называемый дальний порядок (периодическая структура, характерная для всего объема льда) разрушается, но локально вокруг

каждой молекулы сохраняется гексагональная молекулярная структура льда. В то время уже было известно, что подобное разупорядочение структуры может привести к увеличению плотности. Бернал и Фаулер в своей статье сослались на данные рентгеноструктурного анализа тридимита и кварца — двух различных кристаллических состояний кремнезема SiO_2 , химический состав и молекулярные структуры которых одинаковы — как в кварце, так и в тридимите молекулы образуют тетраэдрические конструкции. Плотность кварца, однако, на 10 % больше плотности тридимита. В 30-е годы было выяснено, что расстояния между ближайшими молекулами в этих кристаллах одинаковы, а вот расстояния до следующих (не ближайших) соседей у тридимита на несколько процентов больше, чем у кварца. Если же вспомнить, что, во-первых, лед также имеет гексагональную структуру и, во-вторых, что плотности льда и воды отличаются на 10 %, то легко понять уверенность Бернала и Фаулера в том, что структура льда подобна структуре тридимита, а структура воды подобна структуре кварца.

ОТ СТРУКТУРЫ К АНОМАЛЬНОСТИ

Хотя никаких кварцеподобных структур обнаружить в воде не удалось, представление о воде как о жидкости с сильно развитой гексагональной молекулярной структурой оказалось очень плодотворным. В рамках этого представления удалось объяснить физическую природу аномальных свойств воды.

Молекулы большинства веществ удерживаются в узлах своих кристаллических структур ван-дер-ваальсовыми или электрическими силами, что касается молекул H_2O , то они удерживаются в гексагональной структуре льда более сильными и, самое главное, строго направленными в пространстве водородными связями, которые при плавлении льда разрушаются не постепенно, как межмолекулярные связи в других кристаллах, а только «сразу».

В процессе плавления обычного вещества молекула, ушедшая из своего узла решетки, сохраняет в течение некоторого времени (пока не уйдет достаточно далеко) связь со своими бывшими соседями по кристаллической решетке (эта связь обеспечивается ван-дер-ваальсовым или электростатическим взаимодействием). Если же подобное событие происходит во льду, то ушедшая молекула разорвет все свои водородные связи. Ведь водородные связи ее

соседей протянуты в совершенно определенную точку пространства, и если молекула уходит из этой точки, то тем самым она теряет возможность «замкнуть» свои два протона и два электрона неподеленных пар. Поэтому, освободив из кристаллической структуры всего одну молекулу H_2O , лед отдает сразу довольно большую энергию кинетическим процессам плавления и тем самым может сохранять значительное число молекул в кристаллической структуре (это, кстати, объясняет малое значение удельной теплоемкости льда). Даже после полного завершения плавления большая часть водородных связей, существовавших во льду, сохраняется и в воде. По данным Л. Полинга, при $0^\circ C$ только 15 % всех таких связей оказываются разорванными.

Описанная картина плавления льда — это идеализация, соответствующая так называемой двухструктурной модели воды, в которой допускаются лишь два состояния молекул H_2O — либо свободные мономеры, либо молекулы, включенные в гексагональную структуру. А допустима ли смесь мономеров и гексагональной структуры? Автор одной из первых физических теорий воды ученый О. Я. Самойлов вычислил размер полостей в гексагональной структуре льда и установил, что в них вполне может разместиться одна молекула воды, не задевая и не разрушая основного каркаса водородных связей. Самойлов еще в 40-х годах предположил, что во время плавления происходит заполнение пустот мономерами H_2O . Этот процесс приводит к возрастанию плотности. Если теперь нагреть воду, то заполнение пустот продолжится, плотность воды еще больше возрастет. Почему же при $4^\circ C$ перестает увеличиваться плотность воды? Может быть, все полости к этому моменту заполнены? Нет, расчеты показывают, что полостей еще достаточно. Дело в том, что при нагревании воды помимо заполнения полостей идет и обычный процесс термического расширения. В интервале от 0 до $4^\circ C$ доминирует первый процесс — плотность воды увеличивается. Выше $4^\circ C$ доминирует второй процесс — плотность воды уменьшается.

В рамках двухструктурных моделей легко объясняются и другие термодинамические особенности воды: способность к переохлаждению и перегреву, высокая теплоемкость и т. д. Остановимся в качестве примера на удельной теплоемкости.

Вода требует для своего нагревания аномально большого количества тепла. Это означает, что ее молекулы почему-то весьма инертны, хотя сами они сравнительно малы.

Так как большая часть молекул воды связана водородными связями в довольно большие комплексы, то отдельная «среднестатистическая» молекула H_2O может увеличить свою кинетическую энергию (что и приведет к увеличению температуры воды) одним из двух способов. Во-первых, освободившись от всех своих водородных связей, она может начать двигаться самостоятельно. И, во-вторых, ускорение всего комплекса молекул приведет к увеличению скорости движения каждой молекулы H_2O , входящей в этот комплекс. Разумеется, оба эти способа требуют значительных энергетических затрат, что и обуславливает большую теплоемкость воды.

Очевидно, что водородные связи, жестко фиксируя молекулы H_2O на определенном расстоянии друг от друга, определяют также и механические особенности воды. А вот большое значение диэлектрической проницаемости объясняется не молекулярной структурой воды, а особенностями самой молекулы H_2O .

Как мы уже отмечали, каждая молекула воды обладает значительным дипольным моментом. В отсутствие электрического поля диполи ориентированы случайным образом и суммарное электрическое поле, создаваемое ими, равно нулю. Если воду поместить в постоянное электрическое поле, то диполи начнут переориентироваться так, чтобы ослабить приложенное поле. Такая картина наблюдается и в любой другой полярной жидкости, но вода, благодаря большому значению дипольного момента молекул H_2O , способна очень сильно (в 80 раз) ослабить внешнее поле.

В переменных электрических полях молекулярные диполи стремятся «отследить» меняющееся поле. При небольших частотах это им удается. Однако по мере увеличения частоты вовремя переориентироваться становится все труднее и труднее. В конце концов, при частоте 10^{12} — 10^{13} Гц диполи вообще перестают реагировать на внешнее поле. Диэлектрическая проницаемость теперь определяется лишь быстрыми атомно-молекулярными механизмами перераспределения электрического заряда, которые присущи всем веществам. Эти механизмы действуют в воде и в случае постоянных полей, но их вклад в общую величину диэлектрической проницаемости невелик, всего 4—5 единиц. Сам факт существования молекулярной структуры воды должен приводить к значительной пространственной дисперсии диэлектрической проницаемости этой жидкости. Однако достичь той периодичности электрического поля (заметим, по-

стоянного во времени), при которой этот эффект становится заметным, пока не удаётся период этого поля должен быть сравним с длиной водородных связей ($\sim 3 \text{ \AA}$). Недавно А. А. Корнышев показал, что в целом ряде экспериментов по сольватации ионов эта особенность воды проявилась ковенным образом и вызвала отклонение полученных результатов от теоретических значений. Учет дисперсии диэлектрической проницаемости воды, по-видимому, позволит объяснить некоторые явления живой природы. Так, в процессах возбуждения и передачи нервного импульса, слияния клеток и т. п. огромную роль играют электрические взаимодействия, осуществляющиеся через тонкую прослойку водных электролитов. Электрическое поле, возникающее в биологических системах, обычно пространственно неоднородно, поэтому дисперсия диэлектрической проницаемости воды должна приводить к существенным и заметным эффектам. Недавно, например, было показано, что эта особенность воды приводит к сильному отталкиванию липидных бислоев, составляющих основу биологических мембран⁴.

ВОДА ВЕРНУЛАСЬ

В 60-е годы, до которых, собственно, мы только добрались в нашем рассказе, у многих исследователей стало появляться ощущение, что тридцатилетний штурм проблемы, начавшийся со статьи Бернала и Фаулера, вот-вот завершится полной и окончательной победой. Число научных публикаций — барометр актуальности проблемы — постепенно стало уменьшаться. И вдруг вода вновь привлекла внимание всего международного содружества ученых. Взрыв публикаций, конференции, симпозиумы... «Вода вернулась», — так описал этот бум один из ведущих специалистов «новой волны» в науке о воде Ф. Стилинджер. Причинами возрождения интереса к воде явилось то, что теперь в исследования активно включились биологи и математики.

Роль воды в живых системах известна давно, но раньше биологи рассматривали воду только как среду, в которой протекают биохимические реакции. Теперь же оказалось, что вода является активным участником этих реакций, а во многих случаях она даже способна определять, как должен

развиваться тот или иной биологический процесс. Более того, тщательные исследования показали, что все свойства воды в живых организмах меняются кардинальным образом, а молекулярная структура, по-видимому, приближается к структуре льда. Но, с другой стороны, было установлено, что вода в биологических объектах остается жидкой даже при очень сильном охлаждении этих объектов — вплоть до -40°C .

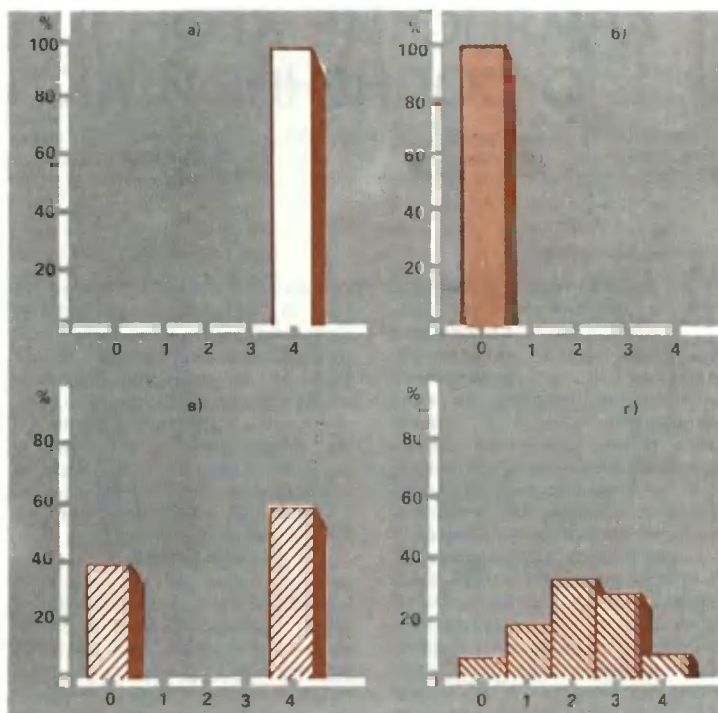
Если биологи взбудоражили специалистов по воде новыми вопросами и проблемами, то математики предложили принципиально новый «инструмент» исследования — машинный эксперимент. Новые мощные ЭВМ сделали возможным точно и правдоподобно воспроизводить динамическое поведение довольно большого числа молекул H_2O , основываясь лишь на самых фундаментальных законах физики⁵. Результаты решения уравнений движения молекул, представленные в виде «молекулярных картинок», можно выводить на экран дисплея. Теперь исследователь видит внутреннюю, молекулярную «жизнь» воды последовательно, миг за мигом. Машинный эксперимент уже помог внести серьезные и вполне достоверные (что особенно важно) коррективы в физическую картину воды 60-х годов, в рамках которой молекулярная структура воды трактовалась как некая существенно разупорядоченная структура льда. Однако еще остался открытым важный вопрос о точной природе этого беспорядка. Машинный эксперимент позволил резко сократить число достоверных теорий. С его помощью удалось точно определить, какая часть молекул воды сохраняет все четыре водородные связи, какая — три, две, одну и сколько в воде совершенно свободных молекул-мономеров.

Информация о распределении водородных связей, конечно, важна и интересна, но машинный эксперимент в данном случае проявил себя лишь как прибор повышенной точности. А вот анализ того, какие конфигурации образуют водородные связи в воде, — это принципиально новый результат. Оказалось, что в воде с равным успехом образуются как пяти-, так и шестигульные, без какого-либо предпочтения одних другим. Это, кстати, означает, что водородные связи могут растягиваться и искривляться. Полученный таким образом результат перечеркнул все модели «айсбер-

⁴ См.: Белая М. Л., Левадный В. Г., Фейгельман М. В. // ЖЭТФ, 1986. Т. 91. С. 1336—1345.

⁵ Подробнее о машинных экспериментах см.: Мазин И. И., Максимов Е. Г. Вычислительная физика — новая область науки? // Природа. 1985. № 1. С. 80—89.

Гистограмма распределения водородных связей в различных ансамблях молекул H_2O : а) идеальный лед; б) гипотетическая вода без аномальных свойств; в) двухструктурные модели воды; г) результат машинных экспериментов для воды при $10^\circ C$. Видно, что в последнем случае в воде существуют молекулы всех видов — от полностью свободных до полностью связанных. Этот результат отвергает все двухструктурные модели.



гов», которые постулировали, что вода — это море полностью свободных молекул, в котором плавают более или менее крупные фрагменты ледяных структур.

Обобщая результаты многочисленных машинных экспериментов, можно сказать, что теперь молекулярную структуру воды нельзя трактовать в виде какой-либо гексагональной структуры льда со случайно разорванными водородными связями. Более того, эта структура представляет собой единое целое в любом объеме воды. Машинные эксперименты показали, что сеть водородных связей находится выше «порога критической перколяции». Это означает, что в любом объеме воды всегда найдется по крайней мере одна сплошная цепочка из водородных связей, пронизывающая весь объем воды; льды Арктики связаны такими цепочками и с айсбергами Антарктиды, и с лагунами острова Пасхи.

Из машинных экспериментов следует, что молекулярная структура воды представляет собой случайным образом организованную трехмерную сеть водородных связей. Локально эта сеть стремится к тетраэдрической конфигурации. Любая молекула H_2O , связи которой постоянно напряжены (т. е.

ее соседи находятся не в самих вершинах молекулярного тетраэдра, а вблизи этих вершин), может быстро изменить ближайшее окружение, переключив свои водородные связи на новых соседей. Все это приводит к тому, что обобщая топологию всей сети водородных связей воды чрезвычайно изменчива и разнообразна. В процессе плавления льда четкая, но рыхлая гексагональная структура заменяется менее определенной, но более плотной сетью водородных связей за счет образования более компактных локальных структур (например, переход к пятиугольникам из водородных связей) и за счет искривления водородных связей. При нагревании талой воды переход к более компактным структурам доминирует до $4^\circ C$, после чего превалируют процессы, связанные с обычным термическим расширением.

За 200 лет наука о воде прошла довольно значительный путь от простого утверждения «вода — это H_2O » до «критического порога перколяции водородных связей». Однако и сегодня вода остается во многом еще загадочной и таинственной субстанцией, как и на заре нашей научной цивилизации.

АРМЯНСКИЕ ХРОНИКИ XI—XII ВВ. О СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ

А. Ж. Барсегян
Ереван

К СОЛНЕЧНОЙ активности и ее влиянию на биосферу Земли в последние годы приковано пристальное внимание. И не удивительно: высказанные в первой половине нашего века идеи А. Л. Чижевского о статистических зависимостях таких явлений, как пандемия или эпизоотия, от количества солнечных пятен получают ныне новые подтверждения и стимулируют исследователей на поиски реальных механизмов солнечно-земных связей. Однако на пути подобных исследований стоят громадные трудности, обусловленные скудностью сведений на больших в исторических масштабах интервалах времени. Каждое новое свидетельство, которое может быть использовано для оценки солнечной активности в минувшие исторические эпохи, имеет поэтому научную ценность. В частности, для этой цели нам удалось привлечь средневековые армянские хроники. Результат обращения к ним можно по достоинству оценить в рамках того, что уже достигнуто в этой области к настоящему времени.

Напомним, что основным показателем солнечной активности и сейчас служат солнечные пятна, самые большие из которых наблюдаемы невооруженным глазом. В то время как телескопические исследования

солнечных пятен начались в 1611 г., их визуальные наблюдения известны уже свыше 2 тыс. лет: упоминания, что на Солнце были видны «птицеобразные» и «яйцеобразные» черные пятна, имеются в китайских летописях. Из астрономов «телескопической эры» первыми взялись за наблюдения солнечных пятен Г. Галилей, И. Фабриций и Х. Шайнер.

Шайнер считал, что солнечные пятна не принадлежат Солнцу, а являются спутниками, находящимися вблизи него. Галилей, исходя из результатов наблюдений, отнес солнечные пятна к поверхности Солнца и на основании особенностей их перемещения определил период вращения Солнца вокруг своей оси.

Дальнейшие исследования показали, что солнечные пятна возникают лишь в определенных зонах — на широтах от ± 5 до $\pm 52^\circ$, известных в литературе как «королевские широты». Но основная часть солнечных пятен отмечается на широтах от ± 8 до $\pm 30^\circ$.

Солнечное пятно существует обычно от нескольких часов до 100 дней, а группы — в среднем от 10 до 150 дней.

В 1843 г. Г. Швабе обнаружил, что количество пятен периодически изменяется с интервалами в 10 лет. Пятью года-

ми позже известный исследователь Солнца Р. Вольф предложил формулу для численной характеристики солнечной активности:

$$W = K(f + 10g),$$

где f — количество пятен в данный момент времени, g — количество групп пятен, K — коэффициент пропорциональности, зависящий от мощности применяемого инструмента; безразмерный параметр W стали называть числом Вольфа.

Пользуясь всеми доступными ему материалами наблюдений, Вольф получил значения W вплоть до 1610 г. Средний период их колебаний оказался равным около 11 лет, причем в течение каждого цикла W менялись от нескольких единиц до значений порядка 100—150.

Обычно числа Вольфа усредняют и по ним строят график зависимости солнечной активности от времени. Так переходят от результатов конкретных наблюдений к обобщенному показателю солнечной активности.

В 1859 г. было замечено, что в начале 11-летнего цикла солнечные пятна появляются, как правило, в широтной зоне $\pm 30^\circ$. В максимуме данного цикла они бывают преимущественно в зоне $\pm 15^\circ$, а появляю-

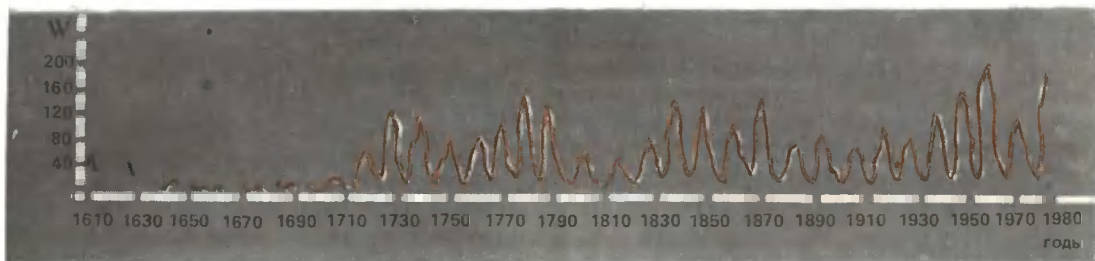
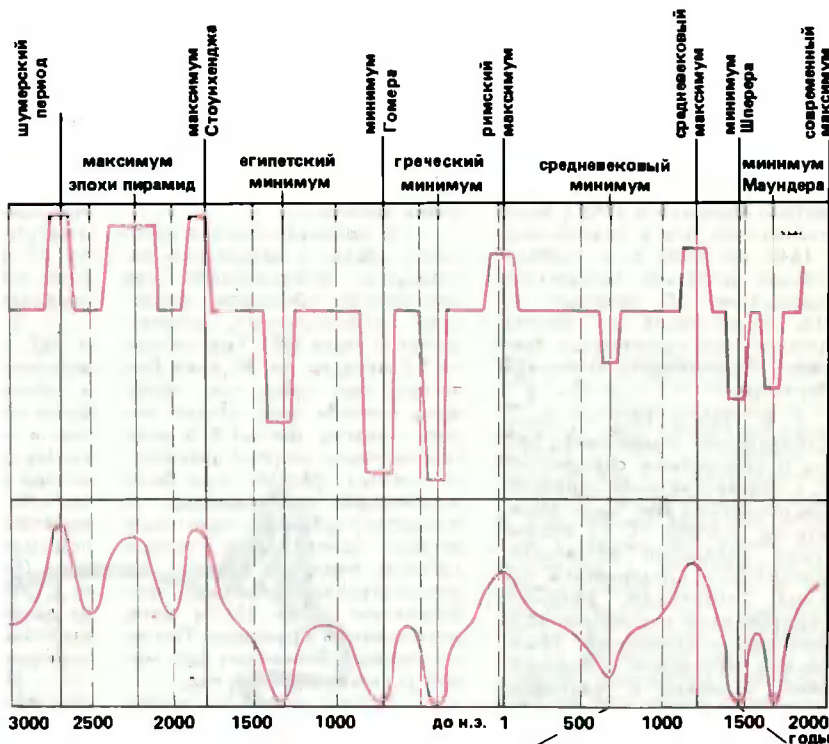


График колебаний чисел Вольфа за период с 1610 по 1980 г.

Изменения солнечной активности в различные исторические эпохи, определенные по процентному содержанию изотопа ^{14}C в годичных кольцах стволов реликтовых деревьев (верхняя кривая) и по количеству зарегистрированных солнечных пятен (нижняя кривая). Обозначены выделенные Дж. Эдди 12 экстремумов солнечной активности. Данные, полученные по средневековым армянским хроникам, относятся к «средневековому максимуму» (отмечены на выноске цветными точками).



щиеся в конце цикла солнечные пятна находятся еще ближе к экватору Солнца: в зоне от ± 5 до $\pm 10^\circ$. Последующие исследования подтвердили справедливость этих закономерностей.

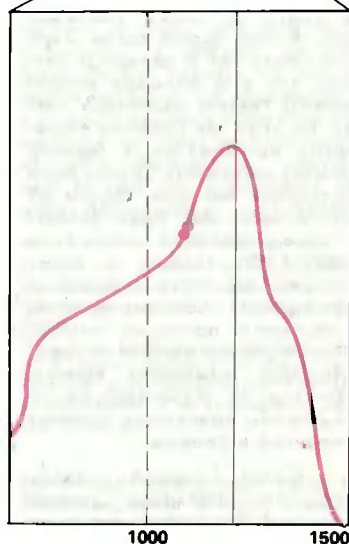
Таким образом, 11-летний цикл солнечной активности можно выявить не только по изменению числа пятен, но и по изменению со временем их широты (закон Шперера).

Дальнейшие исследования активности Солнца (Г. Шперер, Э. Маундер, Дж. Эдди) показали, что с 1645 по 1715 г., т. е. в течение 70 лет, на поверхности Солнца пятна почти полностью отсутствовали. По Дж. Эдди, в этом промежутке 11-летний цикл солнечных пятен был очень слабо выражен или вообще отсутствовал. Этот период он назвал «минимумом Маундера». И если он действительно существовал, то, значит, изменчивость солнечной активности имеет доселе неизвестный, более сложный характер. Что же говорит в пользу «минимума Маундера?» Вот некоторые факты.

1. Согласно историческим сведениям, в промежутке с 1645 по 1715 г. существовали такие длительные промежутки времени, когда на поверхности Солнца не отмечалось ни одного пятна. В частности, в списке солнечных пятен, наблюдавшихся невооруженным глазом в Японии, Китае и Корее за период с 28 г. до н. э. по 1743 г., ни одно не попадает в промежуток с 1584 по 1770 г. Иными словами, в годы «минимума Маундера» на Дальнем Востоке не наблюдалось ни одного солнечного пятна. Самое же большое количество пятен приходится на промежуток с 1080 по 1280 г., который, по Дж. Эдди, входит в «средневековый максимум» солнечной активности.

2. С активностью Солнца связаны полярные сияния: в годы максимума активности их больше, чем в годы минимума. Так вот, в годы «минимума Маундера» в Европе не наблюдали ни одного полярного сияния¹.

¹ Эдди Дж. // Усп. физ. наук. 1978. Т. 125. Вып. 2. С. 2.



3. Еще одно обстоятельство, говорящее в пользу «минимума Маундера»: рост процентного содержания радиоактивного изотопа ^{14}C в годовых кольцах деревьев. Этот изотоп образуется в высоких слоях атмосферы Земли благодаря взаимодействию углекислого газа с кос-

мическими лучами. При минимуме активности протяженность магнитного поля Земли уменьшается и оно не способно экранировать ее от космических лучей. Следовательно, в атмосфере Земли увеличивается процентное содержание ^{14}C . В максимумах солнечной активности картина обратная. В 1958 г. было установлено, что в промежутке с 1640 до 1720 г. в годовых кольцах деревьев процентное содержание ^{14}C возросло на 10% (флуктуация де Вриза). Приведенный промежуток времени перекрывает «минимум Маундера».

В 1965 и 1970 гг. были опубликованы подробные данные о процентном содержании ^{14}C в годовых кольцах деревьев. Они позволили Дж. Эдди выделить по изотопу ^{14}C 12 экстремумов солнечной активности: максимумы — шумерийский, пирамид, Стоунхендж, римский, средневековый и современный; минимумы — египетский, гомеровский, греческий, Средневековый, Шперера и Маундера.

Из графика, построенного Дж. Эдди, видно, что в некоторые периоды активность Солнца будто бы резко уменьшалась. В это время было мало сообщений как о полярных сияниях, так и о видимых вооруженным глазом солнечных пятнах. На этом же графике встречаются промежутки, в течение которых активность Солнца была достаточно высокой. Одним из них, согласно Дж. Эдди, является «средневековый максимум» (1080—1280). Именно к этому периоду относятся данные о наблюдениях небесных явлений, в частности полярных сияний, которые можно извлечь из средневековых армянских хроник, собранных в Матенадаране — уникальном хранилище древних рукописей в Ереване.

Стоит, видимо, напомнить, что полярные сияния представляют собой свечение верхних слоев земной атмосферы под действием солнечного ветра (потока заряженных частиц, выбрасываемых с поверхности Солнца). Если земной шар на своем пути пересекает особенно сильную «струю» таких частиц, то они проникают не только в околополюсные зоны, но и в умеренные широты.

О таких явлениях — редких для широт Армении — мы встречаем упоминания в средневековых армянских хрониках (сведения о наблюдениях солнечных пятен в них нет). Это, безусловно, означает, что в годы составления летописей активность Солнца была действительно очень высока.

В древнеармянских рукописях наряду с юлианским календарем использовалось так называемое «Большое армянское летоисчисление», начинавшееся 11 июля 552 г. Год состоял из 12 месяцев по 30 дней (навасард, ори, сами, тре, кагоц, арац, магекан, арег, агекан, марери, маргац, ротиц) и 5 дней (добавочного месяца, названного авеляц). Начало года было подвижным; при переводе на юлианский календарь некоторые авторы использовали точные таблицы перевода, другие же довольствовались простым прибавлением числа 551 к дате, упоминаемой в рукописи. Поэтому разница юлианских дат может составлять целый год.

В своей работе мы опирались на исследование Б. Е. Туманяна², которое нуждалось, однако, в некоторой корректировке, особенно в квалификации и датировке рукописей. В конечном счете мы отобрали 4 свидетельства, которые, бесспорно, относятся к полярным сияниям. В этом нетрудно убедиться. Вот два примера.

1. «В этом году (речь идет о 546 г. армянского летоисчисления. — А. Б.) было знамение страшное и удивительное в северной части неба, так что никто никогда не видел такого великолепного знамения: в месяце марери вспламенилось небо пламенем ярко-красного цвета и стало будто холм и был круговорот в цветах, и, перетекая, показалась лицом к востоку, и, рассыпаясь по частям, покрыло большую часть неба: было оно темно-красного цвета и поразительное и достигло вершины небесного свода. Мудрецы и гениальные люди, узнав об этом, говорили, что это есть знамение кровопролития: действительно, было столько бес-

сердечных избиений и бедствий, что мы писали в эту книгу только немногое»³.

По календарным таблицам первому числу навасарда (первого месяца) 546 г. соответствует 25 февраля 1097 г., а началом марери будет 22 ноября 1097 г. Следовательно, приведенное свидетельство соотносится периоду с 22 ноября по 22 декабря 1097 г. Точный день наблюдений в записи не указывается.

2. «В этом году (речь идет о 547 г. — А. Б.) вновь было знамение в северной части неба: в четвертом часу ночи небо было объято пламенем более, чем в первый раз, и было оно темно-красного цвета в начале вечера до четвертого часа ночи, так что никто никогда не видел подобного страшного знамения: подымаясь, будто древо с ветвями (буквально, «с венами». — А. Б.) покрыло северную сторону до верхушки неба. Все звезды стали цвета огня и это было знаменем гнева и избиения»⁴.

547 год армянского летоисчисления соответствует периоду с 25 февраля 1098 г. по 24 февраля 1099 г. Месяц и день наблюдения полярных сияний опять не отмечены.

Другие свидетельства относятся к последующим годам.

Если теперь обратиться к данным Дж. Эдди, то оказывается, что найденные в армянских рукописях сведения о наблюдениях полярных сияний относятся к периоду интенсивного увеличения солнечной активности на подходе к пику «средневекового максимума». Таким образом, свидетельства армянских хроник являются независимым дополнением к известным в литературе данным, еще одним подтверждением реальности выделенного Дж. Эдди «средневекового максимума» солнечной активности.

Так, порой по крупицам собираются доказательства научных концепций, а в поисках новых данных естествознанию приходится обращаться и к глубинным пластам народной памяти.

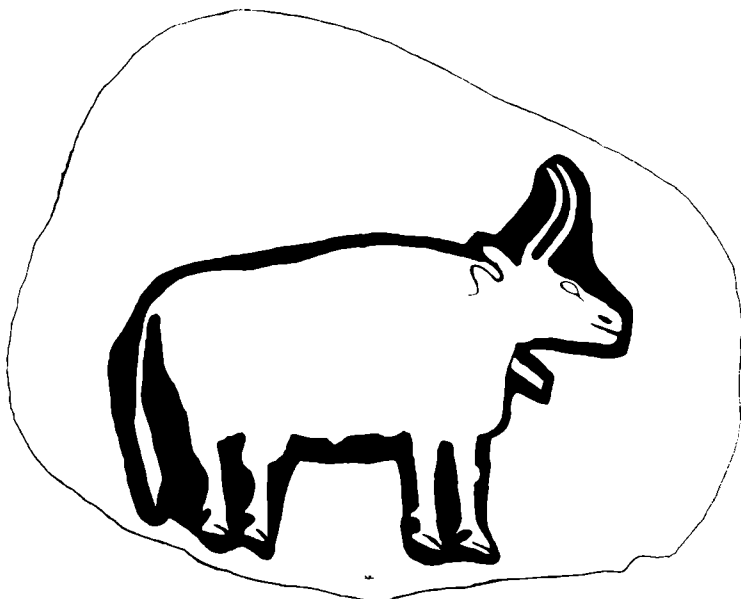
² Туманян Б. Е. История армянской астрономии. Ереван, 1968. (На арм. яз.)

³ Матевос Ураеци. Хроника. Вагаршапат, 1898. С. 260. (На древнеарм. яз.)

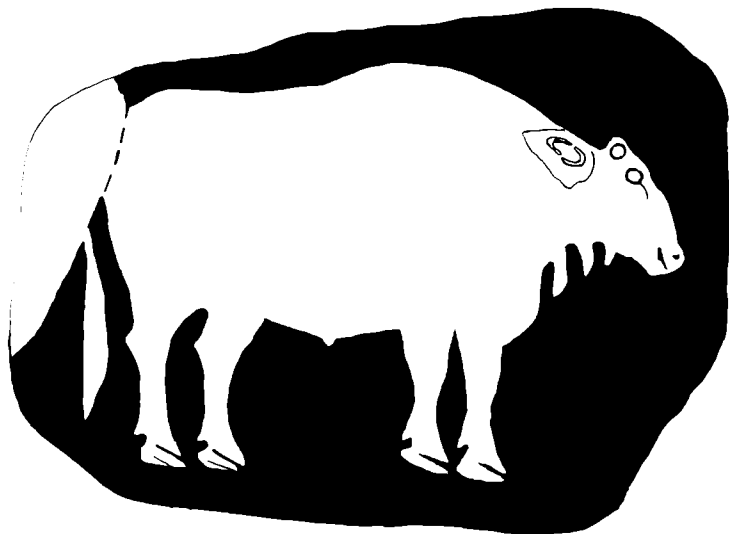
⁴ Там же. С. 266.

КУЛЬТ БЫКА В ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ

М. А. Дзвлет,
доктор исторических наук
Институт археологии АН СССР
Москва



0 10 20 см



В ТУВИНСКОЙ АССР, в бассейне р. Улатай, школьники во время экскурсии на вершину горы Хайыракан обнаружили в 1978 г. небольшую плоскую плиту с изображениями быков на обеих ее сторонах. В дальнейшем скальный обломок с этими фигурками был доставлен в республиканский краеведческий музей М. Б. Кенин-Лопсаном — знатоком фольклора, автором исследования по обрядовой практике тувинского шаманства¹. Согласно легенде, этот камень на вершину горы когда-то был принесен из местности Оваа-Даш.

Уникальность этой плиты состоит в том, что она двусторонняя, а фигуры на ней барельефны. Техника их выполнения необычна по сравнению с распространенным способом нанесения на скалу петроглифов, которые обозначались контурной линией или выбивались по всей поверхности, заглабляясь

¹ Кенин-Лопсан М. Б. Обрядовая практика и фольклор тувинского шаманства. Новосибирск, 1987.

Приношу глубокую благодарность М. Б. Кенин-Лопсану за предоставленную возможность скопировать изображения и за сообщение ценных сведений.

Прорисовка изображений быков на каменной плите с горы Хайыракан [Тувинская АССР], II тысячелетие до н. э. На одной стороне плиты показана мощная фигура молодого быка, на другой — бык меньших размеров, увенчанный рогами. Животные предстают в статичной позе. У них тщательно проработаны копыта, хвосты, уши, ноздри, глаза, даже слезные каналы. Эти изображения не имеют аналогов в искусстве бронзового века Южной Сибири и Центральной Азии.



Фрагменты фигур комолого и рогатого быков с Хайыраканской плиты.

тем самым в скальную плоскость. Объемность фигур на двусторонней плите достигнута древним мастером благодаря понижению фона путем сплошной выбивки с последующей подшлифовкой. Изображения отличает первобытный реализм, сочетающийся с определенной стилизацией, особенности которой позволяют отнести их к бронзовому веку.

Образ быка занимал важное место в идеологических представлениях и культах древнего населения Центральной Азии, о чем свидетельствуют археологические и этнографические материалы, а также тюркомонгольский эпос. На основании данных тувинской этнографии можно объяснить, почему эта единственная в своем роде находка была сделана на горе. Обычай помещать фигурки животных, в том числе и быков, на горных перевалах — на особых культовых сооружениях в виде груды камней или кучи хвороста — связан с древнейшим обрядом поклонения духам гор. Но еще и в начале нашего столетия тувинцы сооружали подобные святилища, именуемые «оваа», на перевалах. В выбранном для оваа месте в яму закапывали живого быка: считалось, что его рев благосклонно будет воспринят духом — хозяином местности. На оваа помещались также фигурки быков, вырезанных обычно из дерева. В соответствии с поверьями, такой обряд не только испрашивает покровительство духов, но и способствует размножению изображаемых животных. Подтверждением связи Хайыраканской плиты с культовым сооружением служит название местности Оваа-Даш, составной частью в которое входит слово «оваа» (даш — по-тувински обозначает камень).

Основной смысл изображений на Хайыраканской плите заключается в противопоставлении образов комолого и рогатого быков. Какое отражение в древних обрядах находила подобная оппозиция, ответить в настоящее время трудно. Однако,



основываясь на данных этнографии и фольклора, можно предположить, что древнейшие обряды включали ритуальное единоборство быков, олицетворявших в конкретных образах какие-то противостоящие друг другу высшие силы. Согласно легендам о тувинских шаманах, сила шамана зависела от поддержки его духами-помощниками, среди которых видное место принадлежало быку. Считалось, что бык участвовал в борьбе шамана за превосходство над соперником, причем в единоборстве бык сильного шамана побеждал быка шамана слабого.

В эпосе народов Центральной Азии содержится множество примеров противопоставления двух быков, обычно различающихся окраской. Это быки-гении: хранители божеств, героев, а также их врагов; иногда в бьющихся между собой быков превращаются братья-соперники.

М. Б. Кенин-Лопсан вспоминает, что в пору его детства, в конце 20-х — начале 30-х годов, сверстники устраивали бои игрушечных деревянных быков, и в этой игре почти всегда побеждал комолый бык; устраивались бои и реальных быков — комолого и рогатого; сначала их заставляли драться, а затем разводили в разные стороны, чтобы животные не уничтожали друг друга.

Таким образом, в шаманских легендах, в центрально-азиатских сказаниях, наконец, еще в недавних детских играх мы находим отзвуки древних традиционных обрядов и культов, связанных с образом быка и уходящих корнями в эпоху первобытности, в бронзовый век.

ПРОЯВЛЕНИЕ НА СВЕТУ

О. В. Михайлов,
кандидат химических наук
В. К. Половняк,
кандидат химических наук
Казань

БОЛЕЕ 60 лет назад немецкий химик Г. Люппо-Краммер наблюдал необычное явление при действии красного красителя феносафранина на панхроматические фотографические слои. Оказалось, что при этом чувствительность фотоматериалов к излучению падает настолько, что они перестают реагировать не только на красный или желтый, но даже на зеленый свет. Особенно интересно, что если раствором красителя обработать уже проэкспонированную фотопластинку, то ее можно затем проявлять при желтом или зеленом свете, не опасаясь «засвечивания» (что неизбежно произошло бы, если проявлять фотопластинки, не прошедшие «купания» в растворе красителя, при том же самом оснащении)¹. В результате подобной обработки фотопластинки качество изображения практически не отличалось от того, которое получалось при проявлении фотопластинки в темноте (при том же времени проявления).

Неожиданное это наблюдение должно было бы заронить в душе фотолюбителей хотя бы слабую надежду на то, что обработка панхроматических материалов² в полной темноте уже в недалеком будущем перестанет быть необходимостью. Но, увы, этого не произошло. С одной стороны, обнаруженный краситель, к сожалению, окрашивал обрабатываемый фотослой в розово-красный цвет. С другой — этим явлением тогда мало кто интересовался: причины его оставались неясными, и даже сам первооткрыватель скоро отошел от серьезной работы в этом направ-

лении. И хотя в дальнейшем было найдено еще несколько соединений, аналогичных феносафранину, дело о «проявлении на свету» так и не сдвинулось с места. Удовлетворительного решения проблемы не найдено до сих пор, и стремление фотографов вести проявление панхроматических кинофотоматериалов при ярком освещении остается лишь мечтой. Правда, в разное время публиковались рецептуры проявляющих композиций, обеспечивающих визуальный контроль за выявлением изображения в процессе проявления фотоматериала на свету, однако при этом всегда имели место недостатки: значительное по сравнению с проявлением в темноте выулирование обрабатываемого фотографического слоя, его прокрашивание, сильное замедление проявления, а иногда все вместе взятое.

Но разрешима ли эта проблема вообще, не является ли она всего-навсего несбыточной мечтой?

Согласно современным представлениям, конечным продуктом, возникающим в результате экспонирования галогенида серебра ($AgHal$, где Hal — галоген), являются двух- и полиатомные частицы элементарного серебра. Замечательным свойством их является то, что восстановление $AgHal$ при действии проявителей в тех местах, где эти частицы появились, происходит неизмеримо быстрее, чем там, где в процессе экспонирования фотослоя их не оказалось, т. е. они играют роль своеобразного катализатора. Благодаря этому появляется возможность дифференциации экспонированных и неэкспонированных участков — первые в процессе проявления становятся в той или иной мере темными, вторые же остаются светлыми, так как восстановление $AgHal$ здесь хотя и происходит, но крайне медлен-

но. Процесс проявления тем не менее приходится проводить либо в полной темноте, либо при таком освещении, когда кванты света не способны образовать в фотослое каталитические частицы серебра: в противном случае они будут возникать в ходе проявления, причем уже по всей поверхности обрабатываемого фотослоя, который в итоге полностью почернеет. Значит, для решения проблемы проявления на свету следует сделать так, чтобы в ходе обработки фотоматериала в проявляющем растворе новые каталитические частицы серебра не образовывались, а те, что возникли в результате экспонирования, тем не менее «проявлялись» (т. е. на них шел бы обычным порядком процесс восстановления $AgHal$). Для этого можно воспользоваться эффектом десенсбилизации $AgHal$ красителями (в том числе феносафранином), добавив в проявитель вещество-десенсбилизатор. Но каков механизм его участия (как примеси) в процессе проявления?

Механизм формирования изображения осуществим тогда, когда в микрокристаллах $AgHal$ отсутствуют какие-либо примеси. Если же они есть, судьба фотоэлектронов в решающей степени зависит от того, как расположены друг относительно друга высшие заполненные и низшие вакантные орбиты (энергетические уровни) $AgHal$ и молекул примесей. В том случае, когда низший энергетический уровень примеси окажется ниже «дна» зоны проводимости $AgHal$, можно ожидать, что выбитые светом фотоэлектроны будут стремиться занять энергетические уровни примеси, имеющие наиболее низкую энергию по сравнению с другими уровнями. По существу примесь как бы «перехватывает» электрон с $AgHal$. Эти абстрактные рассуждения, однако, приобретают вполне конкретное практическое следствие: чувствительность фотослоя, в котором имеется примесь, оказывается уже несколько пониженной по сравнению с чувствительностью фотослоя, не содержащим этой примеси, причем (что весьма важно) не к какому-то одному виду квантов света, а ко всему видимому излучению. Можно

¹ Luppö-Cramer H. *Photogr. Ind.* 1920. P. 378.

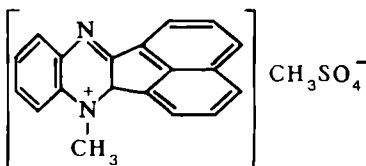
² Миз К., Джеймс Т. Теория фотографического процесса. Л., 1973.

ожидать, что при прочих равных условиях эффективность перехвата фотоэлектронов частицами примеси будет тем больше, чем больше окажется разность энергии низких вакантных уровней AgHal и молекул примеси, а также чем больше будет способность молекул примеси адсорбироваться на гранях микрокристаллов AgHal . Способность же молекул десенсибилизатора к адсорбции на AgHal будет тем больше, чем ближе их конфигурация к плоской (при которой геометрические центры всех входящих в молекулу атомов лежат в одной плоскости). Вероятность «прилипания» молекул к граням микрокристаллов AgHal при плоской конфигурации молекул максимальна независимо от того, какую форму имеют микрокристаллы AgHal . Эти теоретические соображения сужают круг поиска веществ, играющих роль десенсибилизаторов. Из органических соединений наиболее подходящими представляются производные конденсированных ароматических систем (антрацена, хризена и др.), из неорганических — комплексные соединения, для которых характерна плоская координация лигандов вокруг центрального иона металла (Ni^{2+} , Pd^{2+} , Cu^{2+} , Ag^+ и др.). В ходе проведенных исследований удалось найти весьма эффективные органические и неорганические десенсибилизаторы проявления.

Для реализации проявления на свету, пригодного для практических нужд, десенсибилизатор должен удовлетворять также целому ряду специфических требований. Так, он не должен при фотообработке вызывать вуали и пятен, а также окраску фотослоя; весьма желательно, чтобы его введение в проявитель не оказывало заметного влияния на фотографическую активность последнего — он не должен ни ускорять, ни тормозить проявление; он должен легко вымываться из фотослоя проточной водой; быть достаточно устойчивым как в растворе, так и в твердом виде; не должен разрушать проявитель; быть по возможности дешевым и малотоксичным. Понятно, что совместить все эти требования в одном и том же веществе очень непросто.

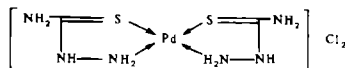
Как уже упоминалось, первый из обнаруженных десенсибилизаторов — феносафранин — оказался в целом мало пригодным для проявления на свету, поскольку окрашивал фотослой в розово-красный цвет. А вот его изомер, известный под названием пинакриптола зеленого, приобрел несколько большую популярность, потому что этого недостатка лишён. Иногда этот зеленый краситель применяется и ныне, тем более что его десенсибилизирующее действие ощущается уже в ничтожно малых концентрациях — всего 0,005 г/л. Аналогичным действием обладают и соединения оксазинового и тиазинового рядов, в частности метиленовый голубой, но наряду с десенсибилизацией он вызывает, к сожалению, значительное вуалирование фотослоя даже при обработке фотоматериала в полной темноте. Итак, эти соединения не нашли широкого практического применения.

Одному из авторов (О. В. Михайлову) удалось обнаружить три соединения, использование которых в проявителе позволяет осуществить практически весь цикл обработки фотоматериалов при ярком освещении. Это 7-метилацетифто-(1,2-в) хиноксалинийметилсульфат который в комбинации с ферроцианидом калия³ и комп-

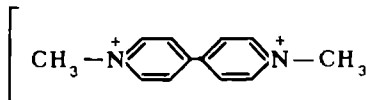


лексом хрома с этилендиаминтетрауксусной кислотой¹ позволяет обрабатывать панхроматические пленки типа «Фото-65» при красном свете, сохраняя практически неизменными значения фотографической чувствительности (в сравнении с проявлением этих же фотоматериалов в том же проявителе в пол-

ной темноте и без десенсибилизатора). Подобными свойствами, причем уже без добавок дополнительных веществ, обладает бис(тиосемикарбазидо)палладий(II)дихлорид⁵



Но наиболее эффективным десенсибилизатором оказался 1,1'-диметил-4,4'-дипиридилдихлорид



При введении в проявитель всего 0,003 г/л этого соединения обеспечивается возможность проявления фотопленок типа «Фото-65» при красном свете без сколько-нибудь заметного увеличения вуали и при сохранении неизменных значений оптических плотностей изображения. Если увеличить концентрацию этого десенсибилизатора в проявителе до 0,1—0,2 г/л, то панхроматические пленки указанного типа можно проявлять при весьма ярком ($E=0,5$ лк) желтом или даже обычном белом свете от обыкновенной лампы накаливания ($E=0,2$ лк), причем в этом случае оптические плотности изображения окажутся несколько выше, чем у тех же фотопленок, обработанных в полной темноте⁶. Ограничивают применение этого десенсибилизатора пока что его дороговизна и токсичность, но ведь и расход в проявителе очень мал.

Случай с явлением, обнаруженным Люппо-Краммером, весьма поучителен в том плане, что проблема, казавшаяся бесперспективной и считавшаяся чуть ли не тупиковой ветвью в фотографии, уже при одном внимательном рассмотрении оказалась вполне разрешимой и даже с неплохими практическими результатами.

³ Михайлов О. В. А. с. 1089547 (СССР) // Бюлл. изобретений. 1984. № 16.

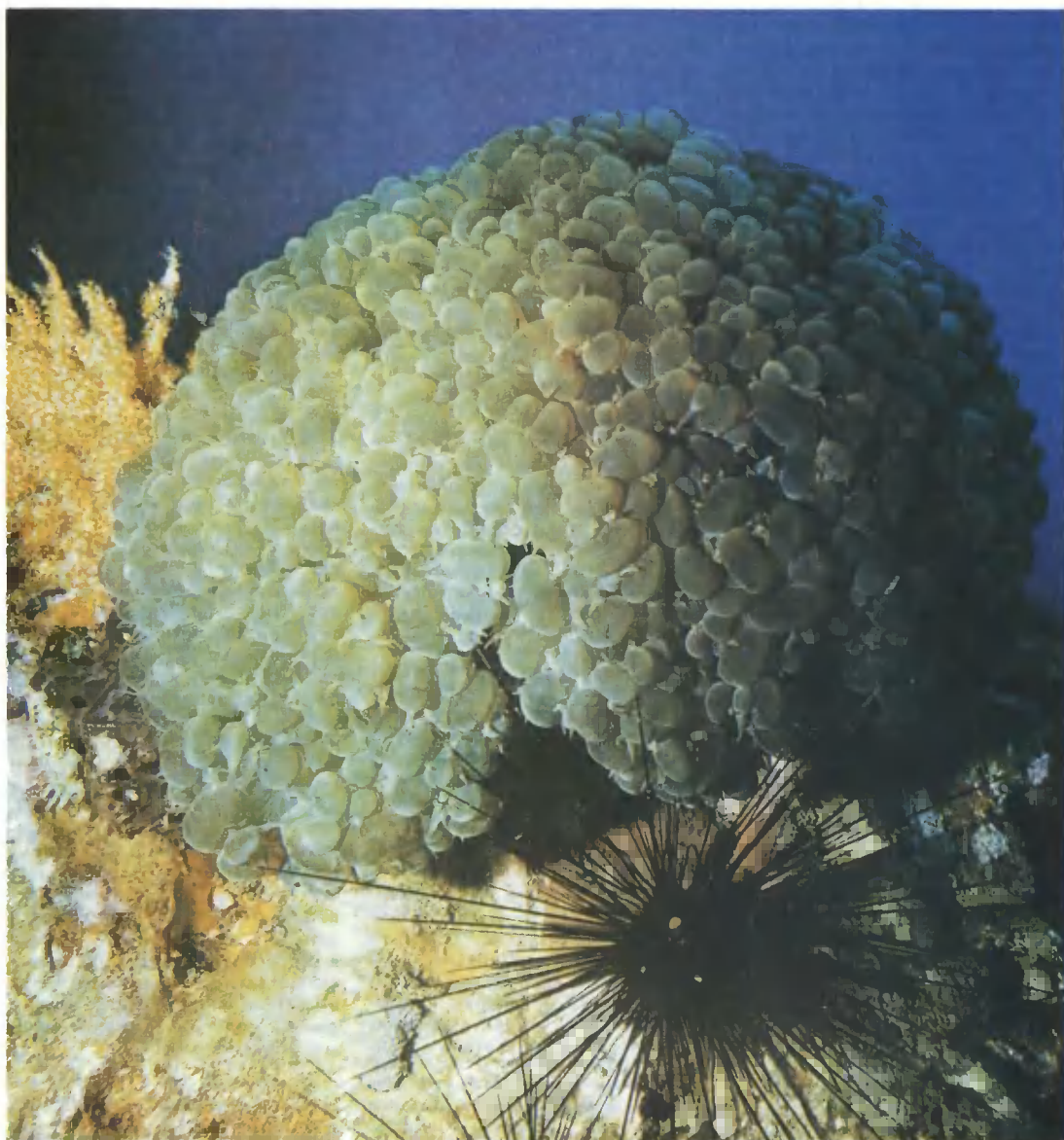
⁴ Михайлов О. В., Калентьев К. В., Бимерская С. И. А. с. 1123015 (СССР) // Там же. № 41.

⁵ Михайлов О. В., Бимерская С. И. А. с. 1004950 (СССР) // Там же. 1983. № 10.

⁶ Михайлов О. В., Милованова Г. М., Калентьев В. К. А. с. 1103190 (СССР) // Там же. 1984. № 26.

КОРАЛЛОВЫЕ РИФЫ — «ЖИВЫЕ

Е. В. Краснов



Коралловый ландшафт с красным органчиком — кораллом зеленого цвета из рода тубипора — и морским ежом. Чуть поодаль — колония коралла из рода акропора. Подводные съемки приводимых в статье ландшафтов выполнены доктором биологических наук М. В. Проппом, участником экспедиции на рифы в 1984 г.

ИСКОПАЕМЫЕ» СООБЩЕСТВА

НАВЕРНО, каждому школьнику известно, что коралловые рифы распространены между тропиками Рака и Козерога. Это действительно так. Но отчего же в Атлантическом океане рифы существуют лишь в Карибском бассейне да у крайнего выступа Южной Америки, а в Тихом и Индийском океанах сотни видов кораллов создают колоссальное разнообразие атоллов, барьерных и береговых рифов на громадном пространстве? О площади, занятой рифами, мнения даже крупных ученых зачастую расходятся (от 120 до 200 млн км²). И не случайно, ибо размеры рифовых построек очень сильно разнятся — от миниатюрных поселений кораллов у островных и материковых окраин до гигантских сооружений вроде Большого Барьерного рифа Австралии, протянувшегося вдоль ее северо-восточного побережья почти на 2,5 тыс. км.

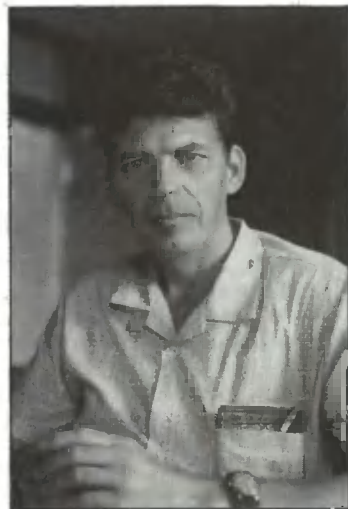
Ежегодно в районы коралловых рифов отправляются экспедиции разных стран. Начиная с 1971 г. к систематическому изучению рифов Тихого и Индийского океанов приступили и советские исследователи. В нескольких экспедициях посчастливилось быть автору этих строк — геологу по образованию, занимающемуся проблемами происхождения и эволюции кораллов-рифостроителей, возникновения нефтяных, газовых и рудных месторождений в древних коралловых сооружениях.

Не зная, как устроены современные рифы, как живут и развиваются сообщества кораллов и тесно связанных с ними животных и растений, нельзя ответить на множество вопросов об их ископаемых аналогах. Презрев страхи и сомнения (не только собственные), не однажды отправлялся я в тропики и погружался на дно коралловых рифов, чтобы узнать об их сегодняшней жизни и о том, какой была она в океане много лет назад.

КОРАЛЛОВЫЕ ПОЛИПЫ И КОЛОНИИ

На дне морского залива близ мыса Гарагаси (Новая Гвинея), куда я впервые погрузился вместе с ныне покойным Д. В. Наумовым, открылась почти фантастическая картина, от которой долго нельзя было оторваться. Розовые и фиолетовые, ярко-зеленые и коричневые, множества других цветов и оттенков, форм и размеров, коралловые колонии и одиночные полипы плотным ковром устилали дно. Местами они многократно перекрывали друг друга, образуя настоящие подводные дебри.

Для меня это было более чем неожиданно. Многие годы, почти ежедневно рассматривая шлифы горных пород, видел я скелеты давно отмерших кораллов, образовавших рифы в тех местах, где сейчас воздымаются горы Крыма, Кавказ, Памира, Сихотэ-Алиня и Сахалина. Но те выглядели обыкновенными камнями и лишь при вниматель-



Евгений Васильевич Краснов, доктор геолого-минералогических наук, проректор по научной работе Калининградского университета, заведующий кафедрой охраны природы. Член Международного общества по изучению коралловых рифов. Участник нескольких экспедиций на рифы Тихого и Индийского океанов. Изучает проблемы происхождения, эволюции и экологии рифовых сообществ. Монографии: *Аэрфология и терминология кишечнополостных*. М., 1972; *Ископаемые органогенные постройки, рифы, методы их изучения и нефтегазоносность*. М., 1975; *Кораллы в рифовых фациях мезозоя СССР*. М., 1983.



Распространение массовых видов современных (ц в т и е точки) и ископаемых [поздняя юра, 190—120 млн лет назад] рифообразующих кораллов склерактиний.

ном изучении под микроскопом специальных срезов в них удавалось заметить скелетные элементы. А тут коралловый мир буквально переливался всеми цветами радуги, поражал разнообразием форм и размеров колоний, их сочетаниями друг с другом, напоминавшими то подводные строения, созданные неведомыми архитекторами, то руины древних храмов, то аккуратно подстриженные лужайки на манер английских газонов.

Что же представляют собой эти морские архитекторы?

Кораллы — это низшие многоклеточные животные типа кишечнорастных, внешне напоминающие растения. Самые простые, к примеру актиния, — это одиночные полипы, не имеющие скелета. Но большинство колониальных тропических кораллов обладают ажурным известковым скелетом. Им-то и обязаны своим существованием рифы. Коралловые колонии состоят из многих тысяч, а иногда и миллионов очень мелких полипов размером от долей миллиметра до нескольких миллиметров. Цилиндрическое тело каждого полипа с уплощенным диском в основании образовано двумя слоями клеток — внешним и внутренним. Клетки внешнего слоя ответственны за формирование скелета, поскольку они выделяют известь, во внутреннем



Примерно через неделю-две свободного плавания молодая личинка размером 1—3 мм оседает на дно, прикрепляется к какому-нибудь твердому субстрату — обычно к раковине моллюска, веточке отмершего коралла, либо известковой корковидной водоросли. Проходит еще 5—6 дней, и личинка превращается в полип.

Необычайно таксономическое разнообразие видов, родов и семейств рифовых кораллов. Одних только *Acropora* больше 150 видов, около 100 видов *Porites*, десятки видов *Pocillopora*. Поразительно различаются окраской и формой колонии коралловых полипов.

Разнообразная окраска кораллов вызвана несколькими причинами. Цвет мягких тканей обеспечивают содержащиеся в них красящие пигменты. Присутствие зооксантелл и сверлящих водорослей, пронизывающих скелет, придает кораллам бурую или зеленоватую окраску. Железистые клетки окрашивают некоторые колонии в темно-коричневые тона.

Тонкая живая пленка полипов и соединяющей их мягкой ткани составляет лишь ничтожно малую часть общей массы коралла. Главную роль играет скелет, который усложняется в ходе онто- и филогенеза и может иметь разную окраску. По скелету белого цвета мы обычно узнаем тропические кораллы — склерактинии. Но встречаются и голубые гелиопоры, красные тубипоры, лимонно-желтые миллепоры.

Рассмотрев под микроскопом небольшой участок поверхности известкового скелета коралла между двумя крупными годичными кольцами-вздутиями, увидим около 360 мелких колец. В них своеобразная летопись его жизни, ибо за год количество колец и суток оказывается равным. Сравнение колец современных и ископаемых кораллов позволило установить, что количество суток в году не всегда было таким, как сейчас. Например, в девонском периоде (около 400 млн лет назад) год продолжался около 400, а в каменноугольном периоде (300 млн лет назад) — 385—390 суток².

Каких только форм не образуют кораллы! На склоне атолла Фунафути в Полинезии почти горизонтально растут веерообразные и ветвистые колонии рода *Acropora*, а на мелководном рифовом плато у о. Эфате (Новые Гебриды) их почти нет из-за сильных приливов и отливов; здесь встречаются приземистые массивные кораллы рода *Porites* и плоские, в виде корок *Mantopora*.

слое содержатся зооксантеллы — особые растительные клетки. Вверху у полипа расположено ротовое отверстие, окруженное одним или несколькими венцами щупалец, загоняющих внутрь воду с мельчайшими организмами¹. Они служат кораллу пищей. Рот переходит в глотку, а глотка — в полость, разделенную радиальными складками на ряд камер. В ней переваривается пища. Питаются кораллы мелкими животными, поглощают бактерий, растворенную органику, а дышат всей поверхностью тела. Многие полипы раздельнополы, но встречаются и гермафродиты. Личинки полипов разносятся течениями на большие расстояния.

¹ Сорокин Ю. И. // Океанология. 1972. Т. XII. С. 195—204.

² Рауп Д., Стенли С. Основы палеонтологии. М., 1974.



Мир кораллов разнообразен по цвету и форме организмов: оранжевые и сиреневые горгоновые кораллы (слева), невзрачные одиночные фунгии (справа, вверху) и голубая актиния (морской анемон) — коралл, не имеющий скелета.





Для каждой вертикальной зоны любого кораллового рифа характерен свой набор наиболее типичных жизненных форм и видов кораллов-рифостроителей.

Некоторые кораллы обладают замечательной способностью регенерироваться из обломков, восстанавливая форму колонии. На одном из фиджийских рифов мне довелось увидеть удивительные, похожие на тарелку кораллы — полифиллии. В центре вогнутой поверхности почти у каждого из десятка оказавшихся в руках кораллов обнаружил обломки колоний с совсем иным расположением полипов, нежели на их периферии. Штормовые волны вдребезги разбивали хрупкие колонии полифиллий о камни и скалы, но они, как ни в чем не бывало, восстанавливали исходное строение даже из небольших обломков.

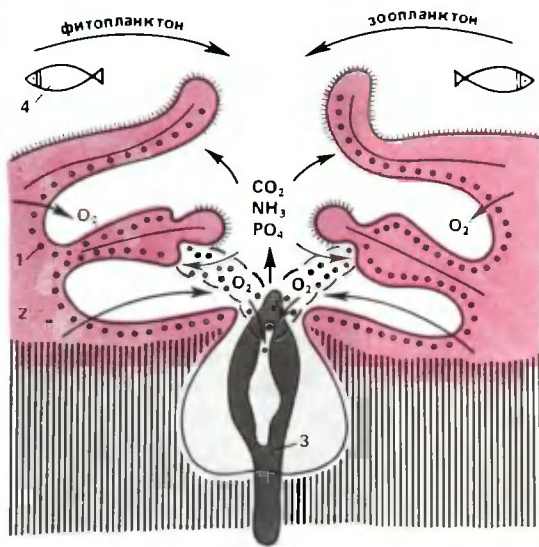
Великие строители — кораллы — создали в океане удивительные сообщества — рифы. Когда, как и почему они зародились?

ТАЙНЫ РОЖДЕНИЯ И ЭВОЛЮЦИИ РИФОВ

В далеком докембрии на Земле не было коралловых рифов. И в древнейших земных слоях геологи находят лишь отпечатки бесскелетных кораллов. Шло время, в начале палеозоя у кораллов выработался иной тип размножения, внешне сходный с ветвлением древесных и кустарниковых растений. От исходного полипа стали отпочковываться дочерние. Животные второго поколения, в свою очередь, давали начало третьему. Скорость такого вегетативного размножения оказалась необычайно высокой. В колониальных кораллах существуют полипы многих поколений. После смерти животных их скелеты остаются на дне моря, на них поселяются новые поколения кораллов, водорослей, мшанок, гидроидных полипов и др. Так стали возникать постройки-рифы — своеобразные «живые ископаемые» сообщества на дне тропических морей и океанов, в которых кораллы, однако, стали доминировать начиная с юрского периода³.

Кораллы обычно живут на мелководье, на глубине не более 40—50 м, в редких случаях — глубже. Каким образом рифовые постройки достигают большой высоты и как возникают разные типы рифов?

Первым задался вопросами об эволюции рифов Ч. Дарвин. Во время кругосвет-



Взаимосвязи в коралловой колонии. В клетках коралловых полипов (2) обитают водоросли зооксантеллы (1), в теле отмершего коралла — двустворчатый моллюск (3), рыбы (4) населяют промежуток между ветвями коралловой колонии [по: Goreau T. F., Goreau N. I., Yonge C. M., Neumann Y. // J. Zool. 1970. Vol. 160. P. 159—172]. Поставляемый водорослями кислород используют и сам коралл и все обитатели колонии; углекислота, соединения фосфора и азота, выделяемые моллюском-сожителем и кораллом, служат пищей для других членов симбиотического сообщества. Кроме пищи рыбы находят в колонии надежное убежище.

ного путешествия на «Бигле», ознакомившись с различными типами рифовых построек, он предложил очень простую и вместе с тем стройную гипотезу их образования, которая лишь с некоторыми дополнениями живет и в наши дни.

Представим медленно погружающийся вулканический остров в тропическом океане. Если неподалеку от него плавают личинки кораллов, они начнут прикрепляться к скалистому склону на оптимальных для себя глубинах. И вскоре вокруг острова появится окаймляющий риф. Он будет и дальше расти в высоту, если остров опускается достаточно медленно. Наиболее интенсивный рост кораллов с внешней стороны рифа приводит к тому, что внутренняя его часть оказывается под водой. Так образуются барьерные рифы, отделенные от берегов лагуной. Но вот вершина острова скрылась под водой — образовался атолл. Это наиболее известный тип коралловых построек — кольцевой риф с внутренней лагуной.

По результатам бурения скважин на Большом Барьерном рифе у берегов Австра-

³ Яковлев Н. Н. Организм и среда. Статьи по палеоэкологии беспозвоночных (1916—1956). М., 1956.

ли толща коралловых известняков прослеживается лишь до глубины 137 м. А на тихоокеанском атолле Эниветок американцы в связи с приготовлениями к подземным испытаниям ядерного оружия прошли скважинами по рифовому телу 1400 м. Они вскрыли в основании рифа темные магматические породы — базальты, которыми сложено дно Тихого океана. Возраст рифа здесь насчитывает 40—60 млн лет. Это означает, что по крайней мере за это время условия роста кораллов в целом мало изменились. Правда, в кернах скважин были обнаружены прослойки с пылью наземных растений и раковинами сухопутных моллюсков — свидетельство того, что риф на непродолжительное время поднимался над океаном, но затем вновь погрузился в его воды.

Коралловый риф — это не только сложное сообщество разных кораллов, это целостная экологическая система, биогеоценоз, возникший и существующий благодаря тесному взаимодействию множества организмов, далеких по происхождению.

НАСЕЛЕНИЕ КОРАЛЛОВОГО РИФА

Животные и растения рифовых сообществ — симбионты: одни паразитируют на других, вторые питаются с одного стола (комменсалы), третьи — взаимовыгодно сожительствуют (мутуалисты). Симбиоз различных существ здесь бывает порой весьма неожиданным. В самом коралле-рифостроителе живут одноклеточные водоросли зооксантеллы. В процессе фотосинтеза они выделяют кислород, необходимый кораллам для нормального существования, и получают от них, в свою очередь, углекислый газ, соединения фосфора и азота.

Следующий уровень экологических связей обусловлен организмами, обитающими в самой коралловой колонии. Сверлящие нитчатые водоросли, моллюски, губки, разнообразные черви первоначально паразитировали на кораллах, а затем перешли к отношениям сотрапезничества — комменсализма.

Организмы, живущие в пустотах между ветвями кораллов (цианобактерии, бурые и красные водоросли, ракообразные, моллюски, иглокожие, асцидии, рыбы и др.), образуют еще одну экологическую группировку, самую позднюю со времени возникновения рифа. На этом уровне связи между организмами преобладают отношения типа хищник — жертва. К хищникам относятся и кораллы, питающиеся в основном мелкими животными.

Метаболизм и пищевые взаимосвязи организмов кораллового рифа обеспечивают целостность и поддерживают в равновесии все структурные компоненты экосистемы.

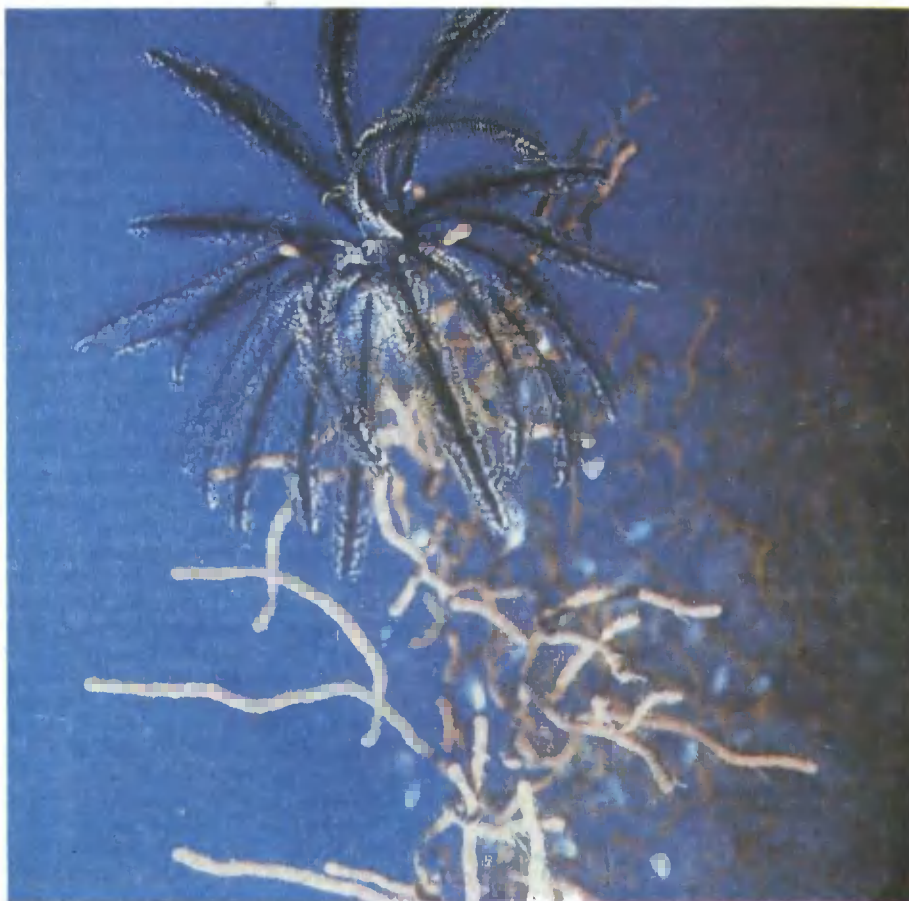
В присутствии сожителей — зооксантелл — кораллы растут в десятки раз быстрее, чем без них. Это удалось установить, когда коралл на некоторое время поместили в темный аквариум. В темноте зооксантеллы оказались неспособны к фотосинтезу и вскоре погибли. А коралл? Если в воду добавлять необходимое количество кислорода и пищи, он продолжает жить и даже расти, но намного медленнее, чем в природе. Исследования талантливейшего физиолога Т. Гора, погибшего во время погружения на рифе Ямайки, показали, что зооксантеллы поставляют кораллу ростовые вещества — гормоны и витамины. Они-то, очевидно, и обуславливают появление гигантских рифовых сооружений.

И еще один наглядный пример благотворной роли симбиоза для роста животных, обитающих на рифах. Речь о тридакне. Масса этого гигантского моллюска достигает 200 кг, а длина раковины — 1,5 м (створка тридакны может служить детской ванной). Когда биологи задумались над причинами гигантизма тридакны, выяснилось, что в мантии, покрывающей тело моллюска, живут те же водоросли зооксантеллы.

Разнообразны крабы, креветки, офиуры, рыбы, обитающие среди коралловых колоний, находящие в них пристанище, пищу и надежные убежища от врагов. Поселяются в колониях губки, черви, моллюски и многие другие животные, каждый с пользой для себя. С увеличением объема колонии кораллов-хозяев растет разнообразие населяющих их квартирантов.

Конечно, не все рифовые организмы помогают друг другу. Среди них есть и разрушители кораллов — деструкторы. Особенно активны сверлящие губки и моллюски, некоторые морские ежи и звезды. Они разрушают 10—50 % скелетного вещества кораллов-рифостроителей. Разрушение идет чрезвычайно быстро: едва начинающую отмирать ветвь коралла тут же пронизывают тончайшими ходами животные и водоросли и разлагают скелет химически и механически. У рыб, питающихся кораллами, выработались мощные челюсти, которыми они отламывают небольшие кусочки колоний и хрустят ими, как сухарями. На загрязненные человеком рифы набрасывается хищная морская звезда терновый венец (*Acanthaster planci*).

Казалось бы, в такой обстановке от рифов не должно чего-либо остаться. Но они



Иглокожие коралловых рифов — потомки животных мезозойской эры: морская лилия (слева) и морская звезда (справа).

все-таки существуют. И не просто существуют, а противостоят и хищникам, и волнам мощностью в тысячи лошадиных сил, растут в высоту на сотни, а иногда и тысячи метров.

БОГАТЕЙШАЯ ЭКОСИСТЕМА ОКЕАНА

Коралловые рифы — одна из основных экосистем прибрежных тропических зон Мирового океана с наивысшими численностью, видовым разнообразием и биологической продуктивностью. Современный риф — богатейшее сообщество тесно связанных по образу и условиям жизни организмов тропического шельфа. В сравнительно бедных органическим веществом тропических водах коралловые рифы — богатая кормовая база для многих ценных промысловых рыб и беспозвоночных.

С незапамятных времен к рифам Тихого и Индийского океанов устремлялись мореплаватели. Первыми освоили эту клудо-

вую полинезийцы. На своих утлых с виду лодках каноэ, оснащенных противовесом-балансином, они проникли в Океанию, возможно еще в античное время. На Гавайях и Таити, архипелаге Туамоту и Маркизских островах, в Новой Зеландии, на о. Пасхи — повсюду создали они поселения и своеобразную цивилизацию. И, конечно, обратили взоры на богатства коралловых рифов. Об этом говорят полинезийские легенды о гигантском осьминоге, черепахе, акуле, в которых вселился дух умерших много веков назад предков, о кораллах, превратившихся в острова. Вылавливая тунцов, черепах, осьминогов, полинезийцы тщательно следили за тем, чтобы не истощить их запасы. Из поколения в поколение передавались навыки, и рифы щедро кормили островитян. Но когда в Океанию пришли иноземные суда с огромными сетями и тралями, в считанные годы запасы рыбы в рифовых лагунах оскудели.

Как возродить былое плодородие океанской нивы? В поисках ответа вместе с



сотрудниками Института биологии моря Дальневосточного отделения АН СССР автор статьи провел несколько экспедиций на рифы Новой Гвинеи и Австралии, Вьетнама, Сейшельских о-вов. Такая забота со стороны отечественных исследователей может показаться чрезмерной — ведь в территориальных водах нашей страны нет рифов. Но можно создать модель искусственного рифа как прототипа высокопродуктивного морского хозяйства. Искусственное выращивание отдельных видов морских обитателей, т. е. марикультура, прочно завоевала надлежащее место в морских хозяйствах многих стран мира, теперь делаются попытки воссоздать природные сообщества для обеспечения населения продуктами моря.

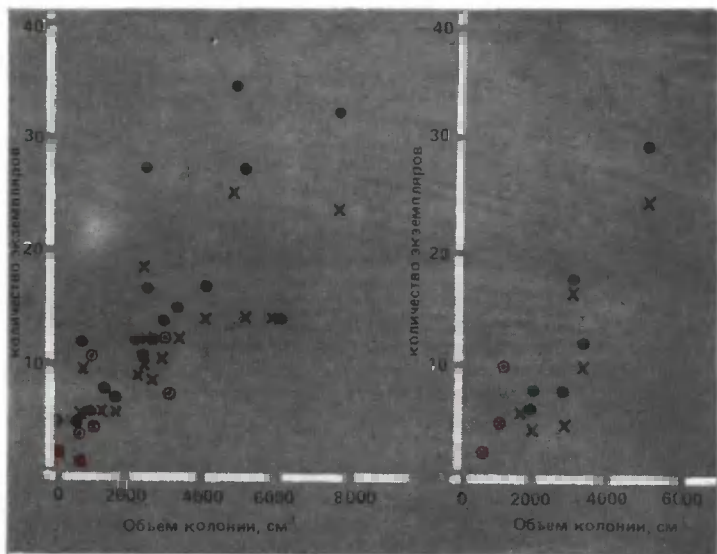
Что нам удалось узнать?

Жизнь большинства рифостроящих и рифолюбивых организмов приурочена к глубинам от 2 до 7—8 м⁴. Наибольшая биологическая продуктивность характерна для долгоразвивающихся рифовых построек —

береговых и барьерных рифов, окаймляющих длительно существующие материки и крупные острова — Австралию, Новую Гвинею, Новую Каледонию, Фиджи. Здесь биомасса доходит до 40 кг/м². Напротив, продуктивность молодых атоллов юго-западной части Тихого океана низка: биомасса составляет 1—1,5 кг/м².

Величина биомассы, видовое разнообразие и плотность поселений кораллобионтов (организмов, населяющих коралловые колонии) — рыб, ракообразных, моллюсков, губок, водорослей и др. — тем ближе, чем более родственны друг другу виды кораллов-хозяев. Рифовые сообщества организмов — это исторически сложившиеся поселения настолько взаимно приспособившихся животных и растений, что существование од-

⁴ Голиков А. Н., Краснов Е. В., Москалев Л. И., Наумов Д. В. // *Океанология*. 1973. Т. XIII. Вып. 1. С. 58—72.



Изменение количества обитателей в колониях кораллов поциллопор (слева) и акропор в некоторых районах юго-западной части Тихого океана. На ранних стадиях роста колонии в ней поселяются в основном десятиногие раки и их количество некоторое время увеличивается. В дальнейшем состав сообщества становится разнообразным. При размере колонии, превышающем 6000 см^3 , достигается равновесие в составе сообщества и количестве обитателей независимо от рода кораллов. Тем не менее колонии разных кораллов отличаются составом симбионтов и скоростью заселения ими колонии. Черные обозначения даны для колоний из банки Фантома, цветные — из других районов; кружками показано общее количество кораллобионтов, крестиками — десятиногих раков.

ного организма без другого кажется невозможным.

На основе выявленных закономерностей функционирования коралловых экосистем мы предложили модель искусственного рифа. Вполне возможно теперь строить рифоподобные сооружения в наших водах, используя для этого бракованные строительные детали или специально изготовленные бетонные конструкции, как это делается в Японии. Продуктивность морских вод при этом повышается, подрванные рыбные запасы восстанавливаются, а берега обретают защиту от разрушения.

Одной из задач было обоснование рационального использования ресурсов коралловых рифов в водах Социалистической Республики Вьетнам. Морские биологи-дальневосточники с коллегами из Нячангского института океанографии СРВ значительно дополнили списки ранее известных здесь видов — кораллов, сопутствующих животных и растений (включая промысловых моллюсков, иглокожих, водоросли); обнаружили беспозвоночных, перспективных для искусственного разведения (мидии, креветки и др.); выделили участки рифов, дальнейшее существование которых уже немыслимо без охраны и заповедного режима.

За кормой остались десятки тысяч миль Тихого и Индийского океанов. От Сейшельского и Мальдивского архипелагов в Индийском океане через Большой Барьерный риф к атоллам Полинезии — Фунафути, Тарава, Гарднер — пролегли маршруты наших рифовых экспедиций. В дневниках и отчетах, опубликованных статьях и кни-

гах — цифры, имена, названия видов обитателей и строителей коралловых рифов.

Сравнительное изучение экологии современных и ископаемых рифовых сообществ позволило реконструировать условия обитания организмов геологического прошлого. Еще несколько тысячелетий назад на юге о. Сингапур существовали богатейшие по составу видов кораллов береговые рифы. Теперь они подняты над водой в результате глобального снижения уровня океана после мировой ледниковой трансгрессии⁵.

Подтвердилась ранее выявленная специфичность населения кораллов. К примеру, в скелете массивных кораллов поритид обитает один вид моллюсков сверлильщиков, а в скелете турбинарий — другой. В ветвистых кораллах акропорах преимущественно живут одни десятиногие ракообразные, а в поциллопорах — иные. Эти выводы позволяют перейти от описания ландшафтов и плотности поселений кораллов различных видов на морском дне к продуктивности рифовой экосистемы, к моделированию биотических связей между самыми разнообразными обитателями рифов.

Мы узнали, как осуществляется адаптация кораллов к различным световым условиям на рифе и многое другое. Исследователи из Института биологии моря ДВО АН СССР

⁵ Краснов Е. В., Клааманн Э. Р. Сравнительно-фацциальная и экологическая характеристика некоторых коралловых рифов юго-западной Пацифики и приавстралийских вод Индийского океана // Биология коралловых рифов. Сообщества приавстралийских вод. Владивосток, 1982. С. 5—14.

под руководством Э. А. Титлянова на большом материале показали, что этот процесс регулируется главным образом плотностью зооксантелл в клетках коралловых полипов. В зависимости от спектра и интенсивности света, падающего на поверхность коралловой колонии, меняется количество этих фотосинтезирующих растительных клеток. Второй возможный путь адаптации — изменение количества полипов на единицу площади коралла⁶. М. В. Пропп и его коллеги не только фотографировали морское дно, они установили, например, что одни кораллы днем активно поглощают аммиак из водной среды, другие — в основном выделяют⁷.

Цель наших экспедиций заключалась в сборе материалов, необходимых для дальнейшей разработки отдельных блоков модели рифового сообщества как прототипа морского хозяйства. Во многом эта цель достигнута, но еще больше предстоит сделать.

Комплексное изучение коралловых рифов сегодня приобретает особый смысл в связи с тем, что взаимодействие человека и природы стало глобальным. И, увы, отнюдь не всегда разумным. А рифы — чуткие индикаторы состояния океанических экосистем. Гибель жизни в океане начинается с коралловых рифов. На весь мир стала известной хищная морская звезда терновый венец⁸. Ее нашествия на ослабленные загрязнением вод коралловые рифы опустошили десятки поселений Тихого и Индийского океанов. Если погибнут рифы, не останется кормовой базы для рыб (значительная часть ежегодного мирового улова рыбы приходится на районы распространения коралловых рифов), чем тогда питаться человечеству?

ДЛЯ ЗАЩИТЫ РИФОВ

В 1948—1958 гг. США провели серию подземных испытаний ядерного оружия на тихоокеанских атоллах Эниветок и Бикини. На многие годы «атомным заложником» Франции стал атолл Муруроа. Широко рекламировав якобы принятые меры предосторожности, американцы вывезли из род-

ных мест жителей атоллов, которых успокоили тем, что через 5—10 лет сюда можно будет вернуться. Кораллы после ядерных взрывов продолжали расти как и прежде, зафиксировав в своих скелетах осколочные радионуклиды. По их включениям теперь можно точно установить время и количество ядерных взрывов. Но вот уже более двух десятков лет на «своих» атоллах США атомных бомб не взрывают. На островках разбиты газоны и цветочные клумбы. И кое-кто из аборигенов поверил в безопасность, вернулся на земли предков. Но ненадолго. Питьевая вода, овощи, фрукты с атоллов Бикини и Эниветок содержат недопустимо высокие концентрации радиоактивных элементов. Понадобятся многие десятилетия, чтобы исчезли последствия варварского использования атоллов.

Есть и другая опасность для жизни кораллов. Сингапур — портовый город, государство, порт, остров. Я впервые был здесь в 1971 г., во второй раз — через 7 лет, а в третий — в 1984 г. И поразился переменам. Зловонная жидкость, вытекающая через речушки в Сингапурский и Малаккский проливы, губительно повлияла на окрестные рифы. Многие из них отмирают, на других — рост кораллов замедлился. Среди них появилось много уродцев, больных, зараженных паразитами, отравленных тяжелыми металлами.

Что же здесь произошло? Сингапур — одно из самых густонаселенных мест в Тихом океане. Плотность населения достигает 3 тыс. человек на 1 км², а общее количество жителей — более 2 млн. В последние 10—15 лет население Сингапура очень быстро растет, меняется и сам город. Вместо одноэтажных лагун на кривых теснящихся улочках повсюду появляются многоквартирные дома, в центральной части города ввысь устремились небоскребы. Нечистоты сбрасываются через каналы и речки прямо в море, зачастую без какой-либо очистки. Сингапурский порт ежедневно принимает сотни торговых, рыболовных, пассажирских и иных судов. Тысячи джонок скопились в устьях рек, в бухтах. Все это — мощные источники загрязнения морской среды. А ведь когда-то Сингапур называли городом-чистойлей. Теперь же нефть и нефтепродукты, полиэтиленовая пленка и изделия из нее, жестяные банки и многое другое плотным слоем покрывают берега и дно моря. В этом районе, всегда изобиловавшем рифами, сохранились лишь немногие виды кораллов, наиболее устойчивых к загрязнению. Но и их возможности не беспредельны. Генетически запрограммированная в ходе эволюции норма реакции кораллов на изменение в окружаю-

⁶ Титлянов Э. А., Звалинский В. И., Лелеткин В. А., Шапошникова М. Г. Фотосинтез зооксантелл рифостроящих кораллов в разных условиях освещения // Биология коралловых рифов. Исследования на банке Фантом (Тинорское море). Владивосток, 1983. С. 51—74.

⁷ Пропп М. В., Тарасов В. Г., Чербадж И. И. Метаболизм донных группировок // Там же. С. 75—103.

⁸ Гиляров М. С. Массовая гибель рифообразующих кораллов // Природа. 1984. № 11. С. 97—98.



Обитатели рифов — рыбы — разнообразием окраски и формы не уступают самим кораллам: рыба-крылатка (слева) и рыба-попугай.

щей среде явно не рассчитана на гигантские темпы превращения океана в мусорную свалку. Еще не поздно остановить процесс уничтожения жизни в океане. Рифы еще плодоносят. В них находят пропитание и мальки рыб, и ценные виды беспозвоночных, водорослей.

В защиту коралловых рифов на XIV Тихоокеанском научном конгрессе (Хабаровск, 1979 г.) была принята специальная резолюция. В ней, в частности, говорилось:

— поскольку коралловые рифы — важнейший источник пищи, сырья и привлекательны для туристов, оказывают огромное влияние на всю океаническую экосистему, хрупки и требуют многих лет для восстановления от естественных и причиненных человеком нарушений;

— поскольку дальнейшие исследования их целостной природы необходимы для рационального планирования управлением и сохранением биологических ресурсов океана;

поскольку ученые подтвердили стремление создать более интегрированную

совместную программу изучения коралловых рифов,

необходимо решительно:

— осудить человеческую деятельность, разрушительную для коралловых рифов;

— обратиться ко всем нациям с предложением прекратить международную торговлю рифовыми кораллами и моллюсками;

— побудить правительства стран, имеющих коралловые рифы, защищать их для всеобщего блага и процветания.

С той поры немало сделано, чтобы сохранить и приумножить ресурсы коралловых рифов. Создано Международное общество по изучению рифов, издается международный журнал «Коралловые рифы». Большой Барьерный риф Австралии благодаря усилиям ученых этой страны превращается в национальный парк. В составе Советского национального комитета Тихоокеанской научной ассоциации образована рабочая группа по изучению и рациональному освоению ресурсов коралловых рифов.

Но это лишь начало. Сбереечь и рационально использовать богатства этой уникаль-



ной экосистемы океана возможно, только организовав международные стационары на рифах для исследователей различных стран (включая СССР) и систематическое изучение всего комплекса проблем, связанного с оптимизацией их функционирования и воспроизводства биологических ресурсов.

Коралловые рифы — весьма консервативные и давно сложившиеся на нашей планете сообщества донных морских организмов. Вполне вероятно, что в геологическом прошлом именно шельф тропических морей был «колыбелью жизни» для многих других областей Мирового океана. Кораллы и рифовые сооружения — береговые, барьерные и атоллы — со времен Ч. Дарвина раскрывают геологам тайны рождения самого океана, опускания некогда мелководного дна на большие глубины, горизонтального перемещения крупных блоков земной коры вдоль зон глубоких и протяженных разломов, их воздымания над уровнем вод (на Новой

Гвинее еще Н. Н. Миклухо-Маклай отмечал остатки поднятых выше, чем на 200 м над ур. моря рифов).

Наконец, коралловые рифы — это тончайшие индикаторы чистоты океанских вод и, образно говоря, состояния здоровья океана. Не зря Ж. Кусто, Т. Хейердал, да и мы грешные «болеем» за них, пишем и говорим о том, что если под невыносимым гнетом техногенного загрязнения морских вод погибнут кораллы, то в океане погибнет и остальная жизнь.

НОВЫЕ КНИГИ О КОРАЛЛОВЫХ РИФАХ

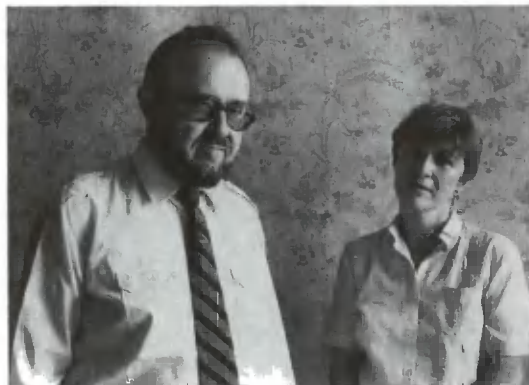
Наумов Д. В., Пропп М. В., Рыбаков С. Н. МИР КОРАЛЛОВ. Л.: Гидрометеоиздат, 1985.

Средобольских Б. И. КОРАЛЛ. М.: Наука, 1986.

Шеппард И. ЖИЗНЬ КОРАЛЛОВОГО РИФА. Л.: Гидрометеоиздат, 1987.

ПЕРИОДИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ

О. Н. Данилова, В. М. Петров



Ольга Николаевна Данилова, научный сотрудник Всесоюзного научно-исследовательского института искусствознания Министерства культуры СССР. Специалист в области психологии искусства.

Владимир Михайлович Петров, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник того же института. Область научных интересов — моделирование процессов в сфере культуры. Автор книг: *Математика и социальные процессы* (совместно с А. И. Яблонским). М., 1980; *Вопросы методологии эстетического анализа искусства* (совместно с Т. Махмудовым). Ташкент, 1984; *Социология эстетической культуры* (совместно с У. Ф. Суиа). Рига, 1985.

В ПОСЛЕДНИЕ годы сформировался стойкий интерес к различным периодическим процессам¹. Пожалуй, чаще всего говорят о подъемах и спадах интеллектуальной, эмоциональной и физической активности. Возросло внимание к солнечным ритмам и связанным с ними всплескам сердечно-сосудистых, инфекционных заболеваний, автопроисшествий и т. д. Возродились исследования циклических процессов в биологических популяциях, экономике, истории. Разумеется, среди таких исследований порой встречаются и недостаточно корректные построения, и домыслы. Но, пожалуй, чаще бывает так, что периодичность, обнаруженная в той или иной сфере, служит свидетельством наличия в ней весьма важных закономерностей, ранее не замечавшихся наукой.

В искусстве дискуссии о циклических процессах ведутся уже несколько десятилетий. Им посвящены работы таких видных деятелей зарубежного и советского искусствознания, как Г. Вельфлин, П. Валери, Ф. Шмит, В. Н. Прокофьев, Ю. М. Лотман и многие другие. Тем не менее до сих пор не были проведены сколь-либо строгие измерения феномена цикличности, опираю-

щиеся на количественные методы, наверное вследствие того, что изучение количественных закономерностей в искусстве вообще пока находится на начальной стадии своего развития.

Одной из главных тем, которые обычно обсуждаются в связи с периодическими процессами в этой сфере, является противопоставление «аналитического» и «синтетического» начал в искусстве. При всей неоднозначности трактовок этих терминов под «аналитическим» характером произведения искусства чаще всего понимают существенную роль рационального начала, анализа, рефлексии, вербализации и т. п. в его восприятии, возможность воспринять его «по частям». Наоборот, под «синтетическим» понимается нечленимость произведения, существенная роль конкретно-чувственного начала, эмоции, образности, интуиции, неосознаваемости, невербализуемости и т. п. Эти два «полюса» искусства имеют свои аналоги в других сферах; достаточно вспомнить хотя бы введенное еще И. П. Павловым разделение людей на «мыслителей» и «художников».

В наши дни аргументы в пользу важности такой оппозиции дают исследования в области функциональной асимметрии полушарий человеческого мозга. Исследования «специализации» полушарий дают основание называть — по крайней мере метафорически — аналитический полюс ис-

¹ См., напр.: Петров В. М. Эта таинственная цикличность... // *Число и мысль*. Вып. 9. М., 1986. С. 86—112.

В МУЗЫКАЛЬНОМ ТВОРЧЕСТВЕ

кусства «левополушарным», а синтетический — «правополушарным»². Эта метафора удобна еще и тем, что позволяет построить некую непрерывную «шкалу асимметрии», на одном конце которой разместятся произведения, являющиеся преимущественно аналитическими, а на другом — синтетическими.

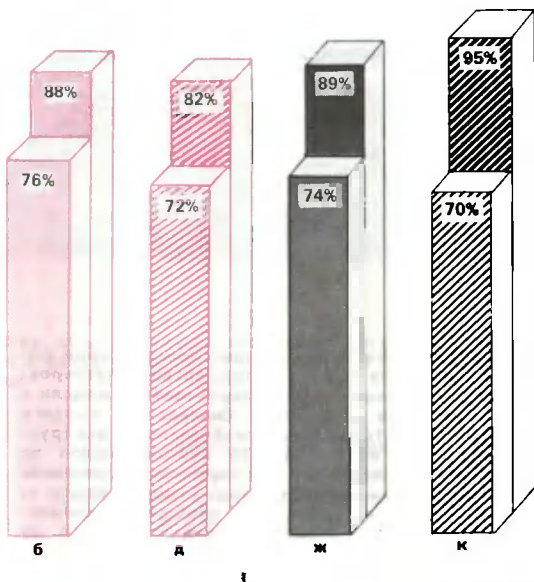
С точки зрения таких представлений, цикличность в искусстве может выражаться в периодическом тяготении к тому или иному краю «шкалы асимметрии». Именно подобного рода «приливы и отливы» художественного творчества наблюдались в различных искусствах. Однако такие наблюдения были, как правило, лишь эпизодическими и сугубо качественными (за исключением работы С. Ю. Маслова по количественному анализу периодической изменчивости архитектурных стилей³). И только в самые последние годы началась разработка достаточно строгих методов. В данной статье речь пойдет об изучении периодических процессов на материале музыкального творчества.

КАК ИЗМЕРИТЬ ОРИЕНТАЦИЮ КОМПОЗИТОРА

Какими же методами можно количественно оценить степень тяготения творчества того или иного композитора к левому или правому полюсу «шкалы асимметрии»? Да и как сконструировать саму эту шкалу? Здесь, конечно, возможны различные подходы. Мы использовали хорошо зарекомендовавший себя метод шкальных оценок, даваемых несколькими группами экспертов-музыковедов, с последующей обработкой этих оценок специальными приемами прикладной математики.

² Применительно к научному мышлению подобная оппозиция была развита в работе: Яглом И. М. Почему высшую математику открыли одновременно Ньютон и Лейбниц? // Число и мысль. Вып. 6. М., 1983. С. 99—125.

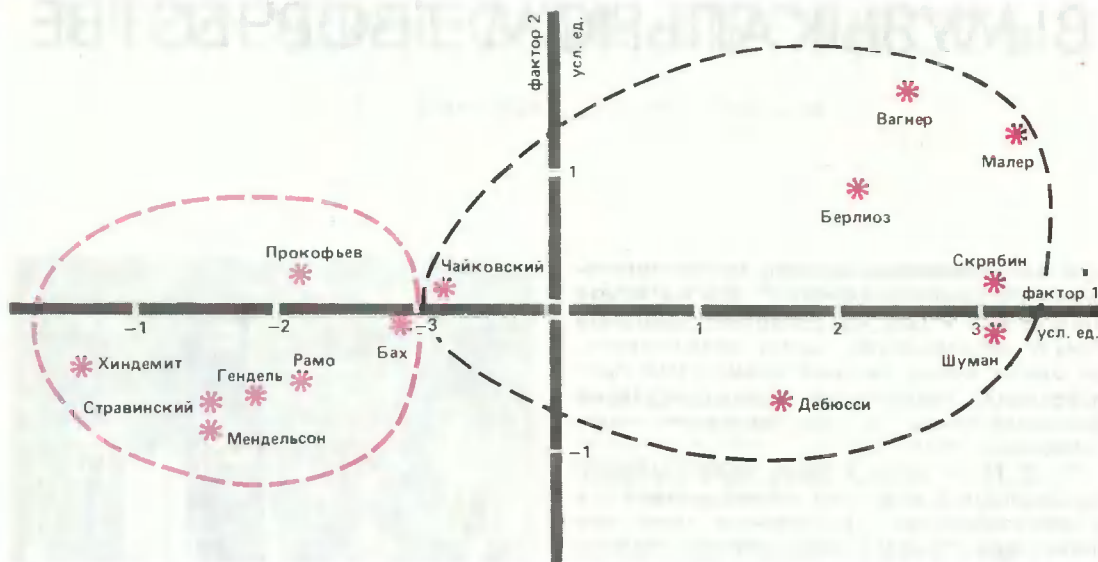
³ Маслов С. Ю. Асимметрия познавательных механизмов и ее следствия // Семиотика и информатика. Вып. 20. М., 1983. С. 3—31.



Повышение информативности показателей асимметрии в результате отбора наиболее контрастных композиций. Прямоугольники отображают долю (%) композиторов, правильно относимых экспертами к «своей» контрастной группе (до и после отбора) по признакам: б [рациональность—интуитивность], д [графичность письма—живописность, колористичность], ж [строгая логичность развертывания—спонтанность, импровизационность], а также к [индекс асимметрии].

Эксперты должны были сформулировать гипотетические признаки асимметрии в музыке — характеристики, по которым можно было бы судить о том, к какому из полюсов тяготеет музыка того или иного композитора. Им удалось сформулировать 16 таких признаков (здесь приведем лишь те, которые были оставлены для дальнейшей работы):

- а) оптимизм, жизнерадостность ↔ трагичность мироощущения;
- б) рациональность ↔ интуитивность;
- в) тембровая одноплановость ↔ обилие тембров, полутонов, нюансов;
- г) строгость формы ↔ свобода формы;
- д) графичность письма ↔ живописность, колористичность;



Оценки творчества 14 контрастных композиторов одним из экспертов после экстремальной группировки в двухфакторной модели (опробовались модели с числом факторов от 1 до 6). Сначала для каждого композитора все 16 признаков разбивались на две группы так, чтобы их корреляции внутри каждой из групп были максимальными, а корреляции признаков из разных групп — минимальными. Затем в каждой из групп был построен «фактор» — обобщенный показатель, максимально коррелирующий с каждым из признаков данной группы. Все оценки с высокой степенью достоверности разделяются на две «контрастные» группы (показаны пунктиром).

е) преобладание среднего и верхнего регистров → весомая роль нижнего регистра;

ж) строгая логичность развертывания ↔ спонтанность, импровизационность, экспрессивность.

Левый полюс оппозиции относился (пока только гипотетически) к аналитическому стилю музыкального мышления, правый — синтетическому.

Кроме того, эксперты составили два «контрастных» списка композиторов: в первый вошли те 10 композиторов, которые единодушно (всеми пятью экспертами) были признаны явными представителями аналитического стиля; во второй — 10 композиторов, так же единодушно признанных типичными представителями синтетического стиля. Оба списка имели сугубо предварительный характер и подлежали уточнению в процессе дальнейшего исследования. Так, среди представителей аналитического стиля были И. С. Бах и И. Ф. Стравинский, а в числе представителей синтетического — Г. Берлиоз и А. Н. Скрябин.

На втором этапе работа велась с 8 экспертами — теоретиками и историками музыки; каждый из них опрашивался отдельно. Перед ними была поставлена задача: оценить творчество каждого из 20 «контрастных» композиторов по всем признакам, каждый из которых имел 6 градаций. Эксперт должен был выразить свое мнение, отметив какую-то одну градацию на каждой шкале.

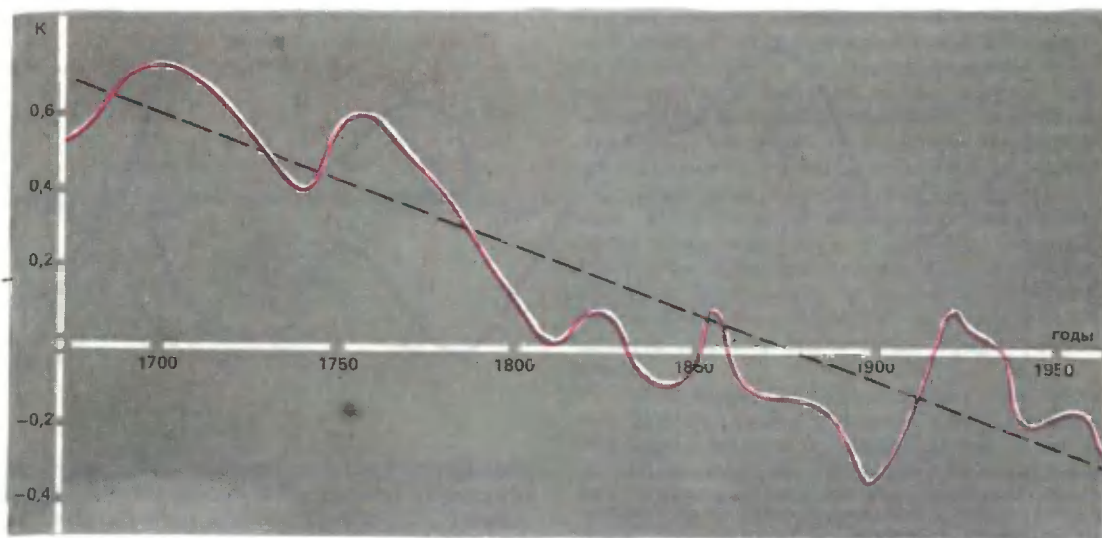
Оказалось, что по 11 признакам (из 16) разделение статистически достоверно. Из них выбрали 7, по которым оценки выглядели наиболее полярными; одновременно, в своей совокупности эти признаки отражали различные грани музыкального творчества — от общемировоззренческих до специфически музыкальных.

Наконец, был введен так называемый «индекс асимметрии»

$$K = \frac{n_{ан} - n_{синт}}{n_{ан} + n_{синт}}$$

где $n_{ан}$ и $n_{синт}$ — количество признаков, по которым оценка данным экспертом трактуется как свидетельство в пользу «аналитичности» и «синтетичности» соответственно. Его значение может меняться от -1 (явное тяготение к «синтетическому» полюсу) до $+1$ (явное тяготение к «аналитическому» полюсу).

Правильность отбора признаков и композиторов проверялась с помощью статистической обработки данных, а также в отдельном эксперименте на слушателях музы-



Эволюция «индекса асимметрии» музыкального творчества. «Каждая точка» этой зависимости построена по средним значениям «индекса асимметрии» композиторов в возрасте от 20 до 40 лет. Пунктир — линейное приближение, полученное методом наименьших квадратов.

ки, результаты которого обрабатывались по методике неметрического многомерного шкалирования. Эта же методика засвидетельствовала работоспособность «индекса асимметрии». Наконец, был проведен контрольный эксперимент на новой группе из 8 экспертов (музыковедов и музыкантов-исполнителей), подтвердивший надежность разработанного измерительного метода⁴.

ЭВОЛЮЦИЯ МУЗЫКИ: ТЕНДЕНЦИЯ И ПЕРИОДИЧНОСТЬ

Описанный метод был затем использован нами для изучения эволюции музыкального творчества. 102 композитора, представляющих (по мнению экспертов-музыковедов) историю развития европейской музыки с конца XVII в. до наших дней, оценивались 17 экспертами. В результате были получены средние значения каждого из 7 признаков для всех композиторов, а также средние значения индекса асимметрии (у 52 значения оказались положительными, у 3 — нулевыми и у 47 — отрицательными). При анализе эволюционных зависимостей $K(t)$ отмечены две закономерности.

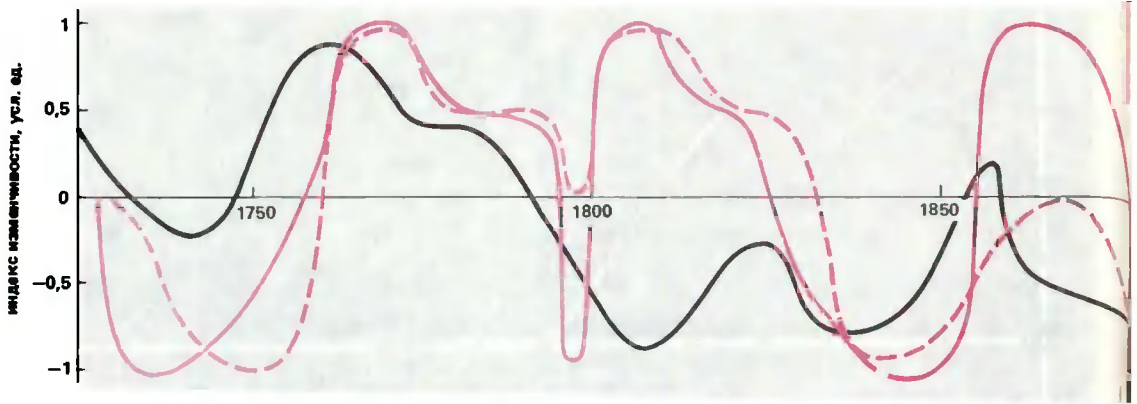
1. Все кривые обнаруживают общую тенденцию — падение среднего значения, т. е. рост синтетического начала⁵.

2. На этом фоне наблюдаются отклонения, которые приходятся почти на одни и те же отрезки времени. Синхронность этих колебаний свидетельствует о периодической смене ориентации музыкального творчества с аналитической («левополушарной») на синтетическую («правополушарную») и наоборот.

Аналогично меняется и индекс асимметрии музыкального творчества в целом. Эти закономерности хорошо интерпретируются в терминах истории музыки, однако в отличие от традиционного подхода, концентрирующего внимание на конкретных особенностях творчества отдельных композиторов, описанный системный подход направлен на выявление общих тенденций музыкального развития. Главный результат — чередование (даже в рамках одного стиля, например классицизма) аналитического и синтетического доминирования. Именно это чередование обуславливало специфическую окраску каждого из этапов музыкальной эволюции — окраску,

⁴ В настоящее время аналогичный подход разработан для изучения стилевой ориентации живописи.

⁵ Первоначально кривые строились отдельно для русских и западноевропейских композиторов. Однако выявленное сходство тенденций позволило объединить всю исходную информацию.



Эволюционные зависимости: социально-психологического «климата» общества (цветная кривая), периодической составляющей индекса асимметрии музыкального творчества (пунктирная кривая) и стилиевой ориентации архитектуры (черная кривая).

которую ранее объясняли исходя из творческого своеобразия каждого композитора. При количественном анализе само это своеобразие предстает как отражение крупных эволюционных тенденций.

ПЕРИОДИЧНОСТЬ: ВНУТРЕННИЕ И ВНЕШНИЕ ФАКТОРЫ

Но в чем причины наблюдаемой периодичности? Конечно, без наличия в сфере музыки по меньшей мере каких-то предпосылок для наблюдаемой регулярной «смены парадигм» едва ли эта смена могла бы происходить, притом систематически. Но вряд ли причины лежат лишь в музыкальной сфере.

Внутримузыкальные причины, по-видимому, выразил П. Валери: «**Всякий классицизм предполагает предшествующую романтику. <...> Порядок предполагает некий беспорядок, который им устранил**»⁶.

Что же касается внешних, то они, скорее всего, имеют социально-психологический характер. Как недавно показал С. Ю. Маслов, в любой достаточно сложной саморазвивающейся информационной системе (человек, общество) должны протекать процессы двух типов:

— переработка информации в рамках имеющейся модели-парадигмы (примени-

тельно к человеку автор связывает эти процессы с работой левого полушария мозга);

— деятельность по изменению парадигмы (эти процессы автор связывает с работой правого полушария)⁷.

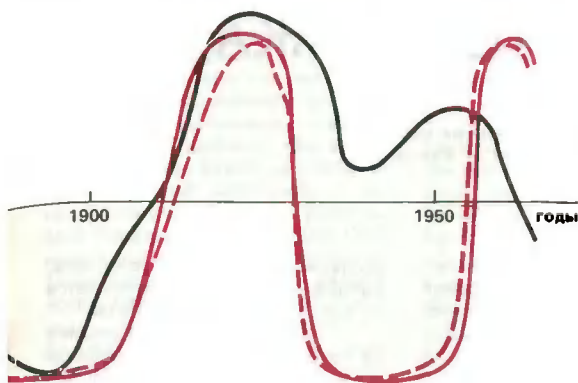
Оказывается, в такой системе поочередно доминируют процессы то одного, то другого типа. Каков же период таких колебаний?

Конечно, он может быть разным — в зависимости от специфики системы. В частности, применительно к социально-психологической сфере должно, видимо, выполняться одно существенное ограничение: отрезок времени, на протяжении которого доминирует какой-то один тип процессов (аналитический или синтетический), должен быть связан с периодичностью смены поколений. В самом деле, интуитивно мы связываем общественное умонастроение с каким-то конкретным поколением, и его смена обычно происходит тогда, когда данное поколение уступает свое место следующему⁸, т. е. через 20—25 лет. Значит, полный период колебаний должен составлять 40—50 лет.

С. Ю. Маслов, обратившись к историческим источникам, проследил такую изменчивость социально-психологической сферы (в свете противопоставления вышеуказанных процессов) на материале ряда стран и столетий. В качестве черт, характерных для доминирования аналитических процессов он рассматривал: оптимизм, высокий

⁷ Маслов С. Ю., Указ. соч.; Он же. Теория дедуктивных систем и ее применения. М., 1986.

⁸ Вспомним грустное замечание М. Планка о том, что новые идеи в физике побеждают отнюдь не в силу своей правильности, а просто потому, что старые физики умирают.



престиж знаний (одним из индикаторов которого служил рост числа учащихся), господство в производственных отношениях добровольно-договорных начал, «открытость» общества (динамика внешней политики и внешнеторговых связей) и т. п. И, наоборот, при доминировании синтетических процессов характерен дух пессимизма, низкий престиж знаний, господство в социальной сфере «жесткого стиля», сепаратистски-замкнутый характер общества и т. п. И на построенной (по таким показателям) эволюционной зависимости социально-психологического климата русского общества XVIII—XX вв. четко прослеживается циклический процесс с периодом около 50 лет⁹.

Если изобразить на том же графике периодическую составляющую «индекса асимметрии» музыкального творчества и стилевой направленности русской архитектуры, нетрудно увидеть, что все зависимости почти синхронны. По-видимому, именно социально-психологическая сфера «синхронизирует» изменения в других сферах, в частности в музыке и архитектуре. Конечно, искусство при этом не выступает в качестве пассивного «приемника» изменений — наоборот, они отражают его собственные, внутренние потребности, однако «приливы и отливы» все же имеют глубинные социально-психологические причины.

Итак, предположение о периодической изменчивости в искусстве количественно

подтверждается исследованиями музыкального творчества. В свете этого уже не кажутся случайными и те периодические закономерности в развитии стили архитектуры и социально-психологического «климата» общества, которые установлены в других исследованиях. И история искусства, которая пока еще по-прежнему излагается в виде совокупности отдельных тенденций, слабо связанных друг с другом, начинает все более обретать системность, стройные контуры, вписываясь и в систему естественнонаучного знания, и в создаваемую единую картину изменений общественной жизни.

Наблюдаемая синхронность изменений, происходящих в разных сферах жизни общества, вместе с разработкой количественных методов изучения таких изменений открывают новые перспективы перед исследованиями в области социального прогнозирования. Так, по мнению С. Ю. Маслова, динамика стилевой ориентации архитектуры может служить своеобразным «барометром», предсказывающим изменения в социально-психологической сфере общества за несколько лет до их наступления. А американские социологи, наблюдая отношение населения к музыке, прогнозируют результаты избирательной кампании и других социально значимых процессов и событий¹⁰.

¹⁰ Вачнадзе Г. Н. Агрессия против разума: информационный империализм. М., 1988. С. 211—212.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Валери П. ОБ ИСКУССТВЕ. М.: Искусство, 1976.

Вельфлин Г. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ИСТОРИИ ИСКУССТВ. Проблема эволюции стиля в новом искусстве. М.; Л.: Академия, 1930.

Иванов В. В. ЧЕТ И НЕЧЕТ. (Асимметрия мозга и знаковых систем). М.: Советское радио, 1978.

Махмудов Т., Петров В. ВОПРОСЫ МЕТОДОЛОГИИ ЭСТЕТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ИСКУССТВА. Ташкент: Фан, 1984.

Спрингер С., Дейч Г. ЛЕВЫЙ МОЗГ, ПРАВЫЙ МОЗГ. М.: Мир, 1983.

⁹ С. Ю. Маслов показал, что начиная со второй четверти XVIII в. указанные периодические процессы (и в социально-психологической сфере, и в архитектуре) протекают синхронно в России и западноевропейских странах.

ФИЗИЧЕСКИЙ ПУСК ТОКАМАКА ТСП

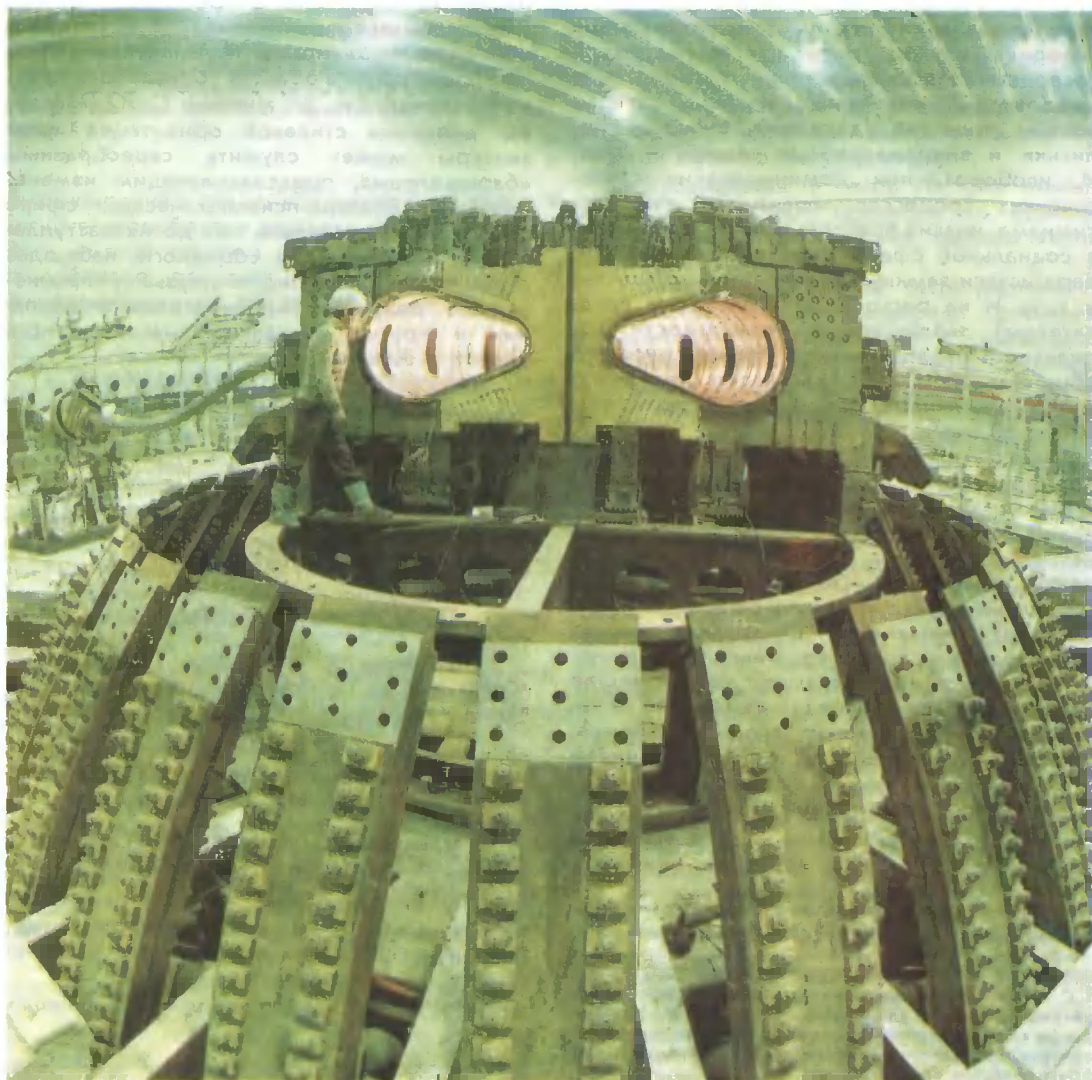
В. А. Чуянов,
доктор физико-математических наук
Институт атомной энергии им. И. В. Курчатова

3 А 28 ЧАСОВ до наступления 1988 г. в филиале Института атомной энергии им. И. В. Курчатова (г. Троицк) был осуществлен физический пуск токамака ТСП — с сильным магнитным полем и адиабатическим сжатием плаз-

мы. Он предназначен для исследования дейтерий-тритиевой плазмы с параметрами, которые должны обеспечить мощность выделения термоядерной энергии, сравнимую с мощностью энергетических потерь из удерживаемой плазмы. Создана

экспериментальная установка, которая существенно отличается от своих предшественников.

Успешные исследования на токамаках в течение последних 20 лет показали, что эти установки позволяют получать плазму с требуемыми для тер-



моядерного синтеза температуры, а время удержания энергии в них возрастает пропорционально объему плазмы. Увеличение этого объема до нескольких сот кубических метров позволяет надеяться, что в таких токамаках будет достигнуто термоядерное зажигание, т. е. саморазогрев плазмы в результате термоядерных реакций. Однако одновременно возрастает и стоимость установки, что делает исследования управляемого синтеза привилегией немногих крупнейших национальных или международных лабораторий, сужает фронт работ и затрудняет научный поиск.

В экспериментах, проведенных в Массачусетском технологическом институте (США) на токамаках серии «Алкатор», было показано, что время удержания энергии в них возрастает не только с объемом, но и с плотностью плазмы, т. е. пропорционально полному числу частиц, а предельная для данной установки плотность пропорциональна тороидальному магнитному полю. Небольшие, но имеющие сильные магнитные поля токамаки этого института длительное время удерживали среди своих более крупных собратьев первенство по важнейшему термоядерному параметру — произведению плотности плазмы на время удержания энергии в ней. Однако температура плазмы в них остава-

лась сравнительно низкой (по термоядерным меркам), так как нагрев плазмы протекающим током оставался единственным методом нагрева.

Задача нагрева плотной плазмы в малых установках до сих пор экспериментально не решена, что связано как с техническими трудностями введения больших мощностей в малые объемы, так и с принципиальными проблемами нагрева плотной плазмы. В токамаках ТСП эта проблема решается путем адиабатического сжатия плазмы нарастающим магнитным полем. Такой нагрев был с успехом продемонстрирован на малых токамаках серии «Туман» в Физико-техническом институте им. А. Ф. Иоффе АН СССР. В крупных токамаках адиабатическое сжатие до сих пор не применялось, поскольку не существовало источников энергии, способных обеспечить мощность в десятки тысяч мегаватт при передаваемой энергии в сотни мегаджоулей. Токамак ТСП стал возможным благодаря прогрессу в импульсной технике больших мощностей: были созданы магнитные накопители энергии и соответствующая коммутационная техника в филиале нашего института и в Научно-исследовательском институте электрофизической аппаратуры (НИИЭФА) им. Д. В. Ефремова.

Магнитный накопитель ТСП, разработанный в НИИЭФА

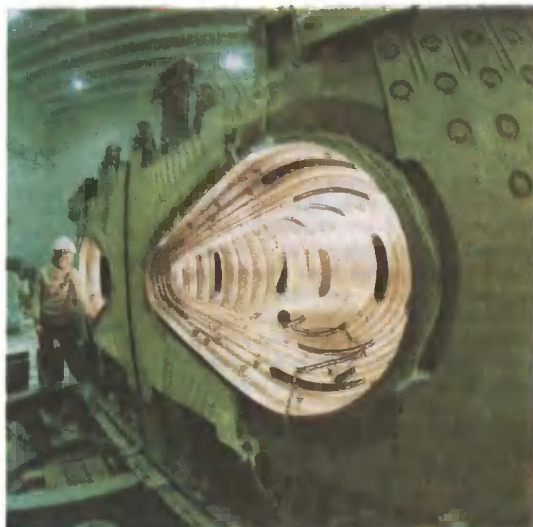
и изготовленный в объединении «Электросила», позволяет накапливать до 1 ГДж энергии и развивает мощность до 20 ГВт; с его помощью можно удвоить магнитное поле в ТСП за 10 мс, что много меньше, чем время удержания энергии в плазме.

Магнитное поле ТСП неоднородно — оно увеличивается при движении к центру по большому радиусу тора. Перемещая шнур из области слабого в область более сильного поля, можно дополнительно сжать плазму и нагреть ее. Каплевидная форма поперечного сечения вакуумной камеры позволяет осуществить такое сжатие.

Благодаря разработанной советской промышленностью новой высокопрочной стали и новым источникам энергии можно надеяться, что на ТСП будут достигнуты рекордные для токамаков магнитные поля — до 220 кГс (на поверхности проводника), получены максимальные плотности — выше 10^{15} см⁻³ — и, в результате, в малой установке (объем сжатой плазмы 0,12 м³) будут получены условия, обеспечивающие выделение термоядерной мощности в несколько мегаватт.

В настоящее время сооружение установки еще продолжается. Одновременно с выводом токамака на проектные параметры в режиме омического нагрева ведется монтаж систем дополнительного нагрева с помощью инъекции быстрых атомов водорода и ионно-циклотронного резонанса, а также коммутационной аппаратуры для адиабатического сжатия. Выход установки на проектные параметры ожидается в 1990—1991 гг.

Монтажный блок [половина тороидальной камеры и магнитной системы] устанавливается на выводах магнитного накопителя.



Поперечное сечение камеры и магнитной системы. Грушевидная форма сечения соответствует форме и динамике сжатия плазменного шнура.

ГИГАНТСКИЙ ЗЛАК

К. П. Попов,
кандидат биологических наук
Институт пустынь АН ТуркмССР
Ашхабад

СРЕДИ богатой флоры нашей страны есть немало трав, высота которых достигает 2—3 м. Но это не предел. Широко распространенные по долинам рек Средней Азии тростник обыкновенный (*Phragmites australis*) и эриант равнинский (*Erianthus ravennae*) вдвое выше. Однако рекорд принадлежит арундо тростниковому, или испанскому тростнику (*Arundo donax*), стебли которого в период цветения достигают высоты 8—9 м при толщине 3—4 см. Этот могучий корневищный злак растет в основном в субтропиках Евразии от Пиренейского п-ова до Юго-Восточной Азии. В нашей стране разрозненные участки густых зарослей арундо есть в Грузии и Азербайджане, на юго-западе Туркменистана (в Сумбарской долине) и на юге Таджикистана — по берегам р. Пяндж. Этот злак побивает также рекорды по продуктивности наземной фитомассы, не имея равных не только среди трав, но и среди деревьев. Ведь леса созревают десятилетиями, тогда как плантация арундо, начиная с трехлетнего возраста, дает до 3000 ц/га зеленой массы ежегодно¹. Подсчитано, что по суммарной продуктивности 1 га зарослей арундо эквивалентен 25—30 га спелого леса.

Листья и стебли этого злака можно использовать вместо древесины для получения целлюлозы, технического спирта, бумаги, картона, прессованных плит. Его стебли, как и бамбуковые, настолько прочны, что могут применяться как арматура в облегченных бетонных плитах. Молодая зеленая масса при-

годна для скормливания скоту в свежем виде или в виде силоса. В последнее время в Институте химии растительных веществ АН УзбССР из молодых листьев и проростков арундо получен новый лекарственный препарат, который проходит клинические испытания. Остается добавить, что стебли арундо широко используются для изготовления духовых народных инструментов и так называемых тростей, обеспечивающих звучание гобоев, фаготов, саксофонов и кларнетов. Первенство в поставках тростей на международный рынок принадлежит Франции, где выращиваются специально отобранные клоны арундо.

Широкое внедрение этого ценнейшего злака в промышленную культуру сдерживается его бессемянностью. Арундо размножается лишь вегетативным путем — отрезками корневищ (хотя бы с одной мощно развитой почкой) или черенками стебля.

До сих пор ботаники теряются в догадках о происхождении арундо тростникового. По одной из гипотез считается, что этот злак произошел путем гибридизации, по другой — возник в культуре из первичного средиземноморского вида *A. plinii*, а затем уже одичал. Изучая арундо в Ашхабадском ботаническом саду, мы попытались ответить на два вопроса: в чем причина его бесплодия и каким образом злак, не способный размножаться семенами, смог расселиться на огромном пространстве субтропического пояса Евразии?

У нас арундо зацветает очень поздно — в самом конце сентября, что свидетельствует о его тропическом происхождении. Такой вывод подтверждает-

ся и слабой морозостойкостью его стеблей: они отмирают уже при температуре воздуха —10 °С. Однако причина бесплодия этого злака не позднее цветения, так как он не дает семян повсеместно, даже в тропиках. Внешне цветение проходит вполне нормально, сопровождаясь обильным образованием пыльцы. Эмбриологический анализ показал, что пыльники содержат здоровую пыльцу, способную оплодотворить семяпочку. Однако в процессе развития семяпочка рассасывается настолько, что от нее нередко остается лишь наружный покров². Следовательно, вывод однозначен — причина бесплодия арундо тростникового заключается в неполном развитии женской половой сферы. Это свидетельствует в пользу того, что растение происходит от спонтанной гибридизации отдаленных в родстве злаков, а гигантизм арундо, вероятно, является следствием сопутствующей полиплоидии.

Необычайно широкое распространение этого стерильного злака в поясе субтропиков Евразии, видимо, обусловлено расселением столь ценного растения человеком. Антропогенный характер ареала арундо, в частности, подтверждается ярко выраженной диффузностью: его точечные местонахождения разбросаны в пределах региона, где зародились и в течение тысячелетий процветали древнейшие очаги человеческой цивилизации. Как заместитель древесины этот мощный злак был оценен задолго до нашей эры. Археологические исследования свидетельствуют, что арундо широко культивировался в Ассирии, Древнем Египте и Вавилоне³.

В наше время в странах Средиземноморья, США, Бразилии и в ряде других государств арундо культивируется в промышленных масштабах. В СССР его разводят в Грузии и Таджикистане (в диком виде арундо

¹ Рекомендации по возделыванию кормового арундо в Таджикистане. Душанбе, 1985. С. 6.

² Попов К. П., Белая Н. С. // Известия АН ТуркмССР. Сер. биол. наук. 1987. № 1. С. 51—53.

³ Ванин С. И. Об анатомическом строении и физико-химических свойствах стебля тростника *Arundo donax* // Природа. 1939. № 8. С. 67—69.



Заросли арундо тростникового в Сумбарской долине Юго-Западного Копетдага.

Подземные органы арундо — мощные корневища.



здесь настолько редок, что занесен в республиканскую Красную книгу), а также в дельте Волги, где приходится предохранять корневища этого теплолюбивого злака от вымерзания. Небольшие опытные посадки есть и в Туркменистане.

Почему ведется разговор об этом давно известном растении? Да потому, что посадки арундо могли бы принести нам много пользы. Защитные насаждения вдоль рек Средней Азии могли бы укрепить их берега.

Крайне необходимы такие посадки по берегам Амударьи, которые подмываются стремительным течением этой своеобразной реки.

Но особенно целесообразны защитные посадки арундо вдоль Каракумского канала, ложе которого не имеет водонепроницаемой облицовки. Вследствие этого в зоне канала протекает донная и боковая фильтрация воды, что вызывает значительный подъем грунтовых вод. Этот процесс влечет за собой

вторичное засоление почв, предотвратив который можно лишь, понизив уровень грунтовых вод за счет дренажа. Однако строительство дренажных сооружений обходится очень дорого. Гораздо экономичнее биологический дренаж — посадка вдоль канала и его ответвлений растений, поглощающих много воды. Для этого арундо незаменим. Ведь он не знает себе равных по расходу воды на транспирацию, конкурируя даже с эвкалиптом. Арундо — длинный биологический насос: за сезон его заросли на юге Средней Азии способны израсходовать 3—4-метровый слой воды!

Сейчас обширные массивы орошаемых водами канала земель захвачены тростником обыкновенным, который энергично распространяется и семенным и вегетативным путем. Он дает новые побеги как от длинных корневищ, так и от укореняющихся полеглих стеблей; с легкостью завоевывает все новые пространства и не случайно отнесен ботаниками к растениям-космополитам. В зоне Каракумского канала тростник стал злостным, трудно искореняемым сорняком, который засоряет сам канал и его оросительные системы. Арундо на это не способен, так как не может расти в воде. Не может он стать и сорняком, поскольку не дает семян, а его массивные корневища за год вырастают лишь на 10—12 см.

Достоин сожаления, что столь ценное растение разводится в нашей стране так мало. А ведь его легко размножить укоренением отрезков стебля. В наших опытах укоренялись 70—80% отрезков с 2—3 междоузлиями толщиной не менее 3 см. Безусловно, нужно помнить, что арундо — теплолюбив, в связи с чем его нельзя выращивать там, где почва надолго промерзает зимой. Лучшие районы для закладки плантаций этого удивительно полезного растения — юг Средней Азии и Кавказа.

КУРИНЫЕ ГУСИ

В. П. Величко
Краснодар

У КУРИНОГО ГУСЯ (*Cereopsis novohollandiae*) нет близких родственников среди гусей и уток, хотя он, как те и другие, относится к подсемейству утиных. Это единственный вид самостоятельного рода.

Обитают куриные гуси на островах и полуостровах у берегов Южной Австралии. На юго-востоке их ареал охватывает группу островов Фюрно и Кент, п-ов Вильсонс-Промонтори, о. Кенгуру, в юго-западной части — архипелаг Решерш. Сейчас этих птиц можно встретить и в Новой Зеландии, где они успешно акклиматизированы.

В период колонизации Австралии англичанами куриные гуси в большом количестве водились и в ее материковой части, были тогда объектом охоты для австралийских аборигенов. Переселенцы из Европы, вооруженные огнестрельным оружием, которого не было у аборигенов, вначале добывали птицу ради вкусного мяса, но, когда в Австралию завезли овец, гусей стали уничтожать, чтобы сохранить пастбища только для овец. На материке куриные гуси исчезли полностью, а на островах их численность резко упала. К началу 1960-х годов на всем ареале было около 2 тыс. особей, вид попал в «Красную книгу МСОП».

Правительство Австралии и международные природоохранные организации приняли меры по охране гуся — была полностью запрещена охота, в местах гнездования создано несколько заповедников. Постепенно численность куриного гуся стала восстанавливаться. Так, популяция на о-вах Фюрно, насчитывающая в 1962 г. 950 особей, за 10 лет увеличилась до 4500. Чтобы гуси не нанесли существенного вреда сельскому хозяйству, их численность на о-вах

Фюрно пришлось регулировать: летом 1977 г. из 5 тыс. птиц пятая часть была изъята. По сведениям Е. Гуйлера, количество диких куриных гусей на всем ареале к 1974 г. достигло 5—6 тыс.

Куриный гусь — крупная птица (ее масса колеблется от 3 до 6,5 кг) с белой головой, пепельно-серыми, черными на концах крыльями, на которых видны черные крапины, и черным хвостом; коренастые ноги светло-красного цвета будто одеты в черные носки, между пальцами небольшие перепонки. Короткий сильный клюв, на конце черный, покрыт роговым образованием светло-зеленого цвета. По оперению самца и самку почти не отличишь, но у них различны голоса: у самки голос громкий и низкий, у самца — высокий и тихий.

Известная каждому походка вперевалочку куриным гусям не свойственна, обычно они очень быстро бегают. Легкие и силь-

ные в полете, птицы не совершают дальних миграций.

Куриные гуси — моногамы, т. е. образуют пару на всю жизнь, и только гибель одного из супругов побуждает другого искать нового партнера. Каждая пара занимает большой гнездовой участок и охраняет его от вторжения и сородичей, и врагов, выказывая немалые бойцовские способности.

С февраля и самец, и самка приступают к строительству гнезда, которое устраивают открыто в траве, на скалах, в кустах, иногда даже в плотной кроне кустарников. Готовое гнездо внутри выстилают сухой травой и пухом. Некоторые пары выводят потомство в одном гнезде несколько лет подряд.

С мая по июль, т. е. в австралийскую зиму, когда продолжительность дня уменьшается до 10—11 ч, среднесуточная температура на островах падает до 9—13 °С, часто идут дожди и очень быстро растет трава — основной корм взрослых птиц и будущего молодняка, — гуси откладывают 3—6 белых, эллиптической формы яиц массой 70—95 г. Самка насиживает их, а самец остается на страже. В природе, если самку спугнуть, она в гнездо не возвращается, но в зоопарке такого не происходит: случается, что гнездо и гусыню



Самец куриного гуся в зоопарке Краснодарской краевой станции юннатов.

приходится переносить в теплое помещение, и она продолжает насиживать яйца, как ни в чем не бывало. Через 30—40 дней (в европейских зоопарках 34—37 дней) появляются птенцы, с которыми родители пасутся на гнездовом участке в течение 6 недель. Затем гуси — и взрослые, и еще неумело летающие птенцы — собираются в большие стада. К следующему сезону размножения супружеские пары отделяются от стада, а молодое поколение ведет обособленную жизнь до наступления половой зрелости, т. е. до четырехлетнего возраста.

Куриные гуси впервые попали в Европу в 1830 г. — лорд Дерби привез их в дар английскому королю. С тех пор этих птиц стали содержать в европейских зоопарках, распространились гуси и по зоопаркам всего мира. Сейчас они содержатся в 72 зоопарках, в том числе и нашем Краснодарском.

В зоопарках гуси живут в большом загоне, поросшем травой. Пруд для них необязателен, поскольку они не охотники до плавания, лишь в случае опасности спасаются в водоеме. Зимой не обойтись без отапливаемого помещения (площадь примерно 7×10 м), иначе гуси не смогут размножаться. Правда, в Кельнском зоопарке эти птицы выводят и выращивают птенцов зимой в уличном загоне.

В октябре, когда средняя длительность дня в Европе приближается к длительности австралийского дня в период размножения гусей (около 10 ч), у них интенсивно вырабатываются половые гормоны и это стимулирует спаривание и овладение гнездовым участком.

Обычно в это время пары размещают в зимних загонках, которые имеют помещения для выведения птенцов. Видимо, в зависимости от температуры и продолжительности дня в европейских зоопарках гуси откладывают яйца в разное время: в Пражском зоопарке — в ноябре, в Котбусском (ГДР) — в декабре, Слимбриджском (Ве-

ликобритания) — в январе. У нас они начинают нестись в конце ноября — начале декабря. Яйца либо насиживают родители, либо птенцов выводят в инкубаторе.

Пуховички куриного гуся окрашены очень ярко: тело сероватого цвета, по голове и шее от лба до спины тянутся черно-коричневые полосы, область глаз окрашена, как тело, на нижней части боков и крыльях длинные серовато-белые полосы, клюв и ноги черно-серые. В первые дни птенцов кормят комбикормом для цыплят-бройлеров, добавляют вареные яйца и свежую зелень (если зелени нет, дают пророщенное зерно). Гусята быстро растут и к 75-дневному возрасту достигают размеров родителей. В отличие от взрослых молодые гуси любят купаться.

Основной корм для гусей в неволе — хлеб, дробленое зерно, свежая зеленая или высушенная люцерна.

В 1977 г. «Зообъединение» завезло несколько куриных гусей в зоопарки СССР. Сейчас эти птицы имеются в Новосибирском, Харьковском, Киевском, Рижском зоопарках, в зоопарке Детской железной дороги г. Запорожья.

В это же время появились куриные гуси (6 самцов и 3 самки) в зоопарке Краснодарской краевой станции юннатов (птиц закупили в зоопарках Голландии). Самки и два самца были половозрелыми, остальные — молодыми.

Хотя наши птицы, как и их родители, выросли в неволе, они сохранили многие черты поведения диких предков.

Взрослые птицы держатся очень дружными парами, следуют друг за другом, и это шествие почти всегда возглавляет самка. Однако один самец отличался крайней агрессивностью, он так трепал и избивал свою самку, что мы вынуждены были раздельно кормить их и даже разъединить на какое-то время пару. И тем не менее однажды утром нашли самку мертвой. Агрессора пришлось передать в Киевский зоо-

парк, где из четырех самок он выбрал супругу. На сей раз составился прочная мирная пара.

Кстати, молодые неполовозрелые самцы также нетерпимы к самкам, да и вообще куриных гусей мирными птицами не назывешь. Происходит бой между парами за приглянувшийся в вольере участок, причем дерутся и самцы, и самки. Взрослые самцы нападают на крупных зверей и птиц, даже на человека. Вытанув шею, раскрыв крылья, гусак бросается на любое приближающееся животное, бьет крыльями, клюет; иногда на помощь прибегает и самка. Мы содержали пару гусей вместе с парой страусов нанду, так те не осмеливались подойти к кормушке раньше, чем насытятся куриные гуси.

Мы держим куриных гусей в вольере с выгулом и небольшим водоемом, в котором они купаются только иногда — в теплые осенние и весенние дни — и предпочитают мелководье.

Весь день птицы пасутся, взрослые — парами, молодняк — группой, в которой есть свои лидеры. В рацион куриных гусей входят 130 видов злаковых, бобовых и других растений, но предпочтение они отдают листьям одуванчика, люцерны, салата, едят также хлеб, тертые овощи (свеклу и морковь), любят семена подсолнечника. Два раза в день мы подкармливаем их пшеницей, дробленым зерном кукурузы, ячменем, зимой пополняем рацион зеленью, капустой, пророщенными зернами овса, пшеницы, ячменя.

Климат на Кубани теплый, и куриные гуси круглый год живут в открытом вольере, только в сильные морозы (ниже -15°C) мы переводим птиц в помещение.

Куриные гуси, чья родина — теплые острова возле Южной Австралии, приспособились к жизни в более суровом европейском климате, во многих зоопарках размножаются.

ЧУЖИМ УМОМ

Где есть масса людей, там сейчас же является вождь. Масса посредством вождя страхует свои тщетные надежды, а вождь извлекает из массы необходимое.

А. Платонов

Наше время, отсчет которого мы ведем с апреля 1985 г., резко повернуло общественное сознание лицом к человеку. Гласность расширила тематику интересов исследователей, и не только социологов, историков, криминалистов, гуманитариев вообще, но и естественников. Плодом этих перемен является и эта неординарная публикация в нашем естественнонаучном журнале.

Обращаясь к уголовной хронике, «Природа» не меняет своего естественнонаучного направления, напротив, мы хотим его усилить. Нам представляется, что появился еще один тревожный сигнал, теперь уже социальный, о необходимости этого усиления. Мы хотим еще раз напомнить, что — по Герцену — «без естественных наук нет спасения современному человеку». И даже в такой малопривлекательной для естествоиспытателей области, как криминология, изучающая асоциальное, «противоестественное» поведение человека. Она традиционно считается чисто гуманитарной наукой, как социология и психология. До сих пор криминологи и естествоиспытатели чуть ли не демонстративно сторонятся друг друга. Причины! Амбиции первых, считающих свой предмет слишком широким для шор естествознания, и презрение вторых ко всякого рода спекуляциям, недоступным количественной, экспериментальной естественнонаучной проверке.

Не пора ли разрушить эту стену изоляции!

Достоевский заинтересовался нашумевшим в свое время Нечаевским делом (в известной мере схожим с привлекшим теперь наше внимание делом Абая). И какое поистине психофизиологическое исследование вышло из-под его пера в форме романа, который совсем не неожиданно обретает злободневность в наши дни бурного расцвета терроризма «по идейным убеждениям», терроризма не только сектантского, но и государственного и международного. При пристальном чтении другого романа великого гуманитария-аналитика разве назовешь анализ поведения Родиона Раскольников чистое художественным творчеством, а не опытом естественнонаучного подхода!

У нашей отечественной науки в смычке естествознания с гуманизацией культуры приоритетные заслуги. Достаточно перечислить имена И. М. Сеченова, А. А. Ухтомского, И. П. Павлова. К физиологической ветви следует присоединить параллельную ей генетико-эволюционную: Н. К. Кольцов, Ю. А. Филипченко, А. С. Серебровский, М. М. Завадовский. Нельзя не вспомнить и В. М. Бехтерева, медика по образованию и широкого естествоиспытателя, создавшего учение о личности, которое должно было являться основой воспитания человека и преодоления аномалий в его поведении, т. е. учения, построенного на единстве естественного и гуманитарного подходов.

И хотя убийству Талгата Нигматулина (интеллигентными людьми, а не темной толпой) было уделено достаточно внимания прессой — центральными газетами и Центральным телевидением, в подробностях были прослежены социальные корни явления, естественнонаучная, конкретно — психофизиологическая, сторона осталась в глубокой тени. Отчего без ответа остался вопрос, как удается примитивной, малограмотной личности подчинить своей воле стоящих много выше ее в культурном смысле людей — ученых, художников, врачей, писателей, поэтов, философов, наконец! Нюрнбергский процесс досконально проследил хронологию и социально-психологические истоки чудовищного феномена фашизма, когда группа недоучек поработила

дух и тело целой нации с великими культурными традициями, деформировав мораль чуть ли не всего народа.

Пора раскрыть механизм, исправно действующий при всех общественных формациях и от них, стало быть, независимый. Не лежит ли под ним и несоциальная база! Ведь биологически человек не изменился или почти не изменился за всю историю цивилизации. Не расплачиваемся ли мы теперь за отсутствие должного внимания к этой области общественной жизни!

Не так трудно указать на тех, кто сеет драконовы семена. Но почему эти семена так часто падают в благодатную почву! Почему люди так легко жертвуют личной самостоятельностью и свободой и соглашаются жить не своим, а чужим умом!

Публикуя статьи психолога, судебного эксперта, руководителя лаборатории Всесоюзного научно-исследовательского института общей и судебной психиатрии им. В. П. Сербского В. В. Гульдана, популяризатора науки, писателя А. А. Гангнуса, а также комментарии заведующего кафедрой эргономики Московского института радиотехники, электроники и автоматики В. П. Зинченко и руководителя лаборатории Института физических проблем АН СССР, члена редколлегии журнала «Природа» С. П. Капицы, мы ставим вопрос, который, возможно, в последующих публикациях найдет свое дальнейшее развитие.

СТРАДАЮЩЕЕ СОЗНАНИЕ

В. В. Гульдан,

доктор психологических наук

В НОЧЬ с 10 на 11 февраля 1985 г. в Вильножке, в центре города, в квартире художника А. Калинаускаса, в присутствии четырех человек (все с высшим образованием), в том числе хозяина квартиры и его жены кандидата экономических наук, А. Борубаев, М. Кымбатбаев, В. Пестрецов, И. Седов, Г. Бушмакин убили известного киноартиста Талгата Нигматулина. В течение нескольких часов, с перерывом на чаепитие, они избивали его руками и ногами, причинив ему 119 телесных повреждений. Смерть наступила от несовместимых с жизнью повреждений внутренних органов, травматического шока. Нигматулин, чемпион Узбекистана по каратэ, не оказывал сопротивления убийцам. Присутствовавшие при убийстве хозяева квартиры и их знакомые не помешали избиванию, не пытались остановить убийц и не звали на помощь. Расследование показало, что все участники этой трагедии были хорошо знакомы друг с другом, уже несколько лет их объединяла вера в «экстрасенсорные способности» Абая Борубаева и Мирзы Кымбатбаева и идея создания лаборатории по исследованию «скрытых способностей

человека». В реализации этой идеи в той или иной степени принимали участие десятки людей, среди них научные сотрудники, врачи, писатели, инженеры, студенты.

В ходе многочисленных экспертиз по этому делу, проведенных во время следствия и суда, предстояло выяснить вопросы, связанные с вменяемостью обвиняемых, способностью свидетелей давать объективные показания. Кроме профессиональных вопросов меня, как психолога, не могло не интересовать, кто эти люди — носители «особых способностей», что из себя представляет их окружение, за счет каких обстоятельств, свойств личности оно формируется?

Экспертиза позволяет объективно отделить зерна от шелухи. К вопросу об «особых способностях» я постарался, насколько мог, подойти без предвзятости, решив для себя, что ни совершенное преступление, ни психическая патология (если она вдруг обнаружится) еще не исключают возможности существования этих «особых способностей». Времени для бесед, экспериментов у нас было достаточно.

Первое, что бросается в глаза при работе с «экстрасенсами» (мне приходилось встречаться с ними и ранее), это набор приемов, способных заинтересовать аудиторию: заявления о возможности диагностики и лечения (даже на расстоянии, по фотографии) различных заболеваний, розыска преступников; сообщения о якобы имевших место положительных результатах, о контактах с научными лабораториями, о помощи правоохранительным органам; протоколы загадочных экспериментов, например неизвестно кем выполненные записи электроэнцефалограммы с изменениями, якобы вызванными психическими воздействиями на расстоянии. При этом любые попытки экспериментальной проверки под разными предлогами категорически отвергаются. Ни одно из сделанных «экстрасенсами» заявлений не удалось проверить. Так, один из «экстрасенсов» заявил мне, что «при выходе в астрал человек теряет в весе 200—300 г, это и есть вес души». От предложения немедленно проверить с помощью напольных весов этот сенсационный факт, меняющий всю картину мира, он категорически отказался, заявив: «Мне не нужна проверка, я знаю, что это так».

В процессе следствия и суда Борубаев и Кымбатбаев отрицали наличие у себя каких-либо особых способностей. Это была позиция, которую они сочли для себя выгодной. Но и клинико-психологическое исследование, проведенное по решению суда, не обнаружило каких-либо особенностей восприятия, памяти, мышления, позволяющих предположить некие особые свойства психики. И все же надо признать, что хотя и не «особые способности», а особые навыки были отмечены. Они относятся к личности Борубаева, к его способности манипулировать окружающими. В этой области он явно достиг мастерства, хотя приемы, которыми он пользовался, не отличались особой оригинальностью.

Набор приемов Борубаева довольно прост. Это прежде всего игра на повышенном интересе к культуре и философии Востока, на стремлении развивать свои психологические способности путем какого-либо специального тренинга. Знания его в этой области были весьма поверхностны — он черпал их из научно-популярных брошюр. Тем не менее он умело пользовался ими — по мнению большинства свидетелей, Борубаев мог поддержать любую беседу, найти индивидуальный подход к каждому собеседнику и вообще производил впечатление глубоко эрудированного человека: «располагал к себе знаниями, чувствовалось, что

человек знает». Детально разработанный «имедж», в котором все имело значение: внешний облик, легенда «молодого ученого», изучающего природный уникум — Кымбатбаева, не говорящего по-русски дервиша в экзотической одежде, увешанного бусами и значками, принимающего картинные позы и продуцирующего «биополе». Ненароком предъявляемые «вещественные доказательства», свидетельствующие о высоком положении среди посвященных и специалистов: рекомендательное письмо, подписанное А. Софроновым, бывшим главным редактором журнала «Огонек», фотография «экстрасенса № 1» Е. Давиташвили (Джуны) с надписью «Моему учителю Абаю», книги с дарственными надписями известных писателей и ученых. Весьма умело эксплуатировались столичные салоны, передающие по эстафете «модную достопримечательность» (чтобы не отстать от моды, «быть на уровне»). Тем самым постоянно расширялась сфера общения, а также создавалась иллюзия апробированности. Где только не побывали Борубаев и его немногословный спутник!

Таковы механизмы «успеха» Борубаева, а мотивы его поведения достаточно высвечены судом: стремление к наживе, популярности, первенству среди экстрасенсов (тоже ничего нового!).

На создание так называемой лаборатории по изучению «особых свойств человека» (на жаргоне Борубаева — «конторы») все сподвижники давали деньги, которые хранились в сберкассе. Перечисление сберкнижек заняло в суде около получаса. (Принимались также драгоценности и обручальные кольца.) К 1985 г. борьба за первенство обострилась. Борубаев чувствовал свое неустойчивое положение. Ведь ему не удалось добиться и малой части того, чего добилась «экстрасенс № 1»: нет квартиры в Москве и общесоюзного признания, пресса хранит молчание, в аспирантуру Института востоковедения не принимают. Не признают его и прибалтийские «экстрасенсы». Неудовлетворенные притязания у такой личности, как Борубаев, ломают его привычные стереотипы поведения. Никто из свидетелей не считал его до случившегося жестоким и агрессивным. Для Борубаева это был критический период, он проверял своих сподвижников на верность и беспрекословное подчинение. Нигматулин, якобы обязанный Борубаеву своими творческими удачами, не перешел допустимой границы нравственного запрета, не стал выполнять отведенную ему роль карателя при наведении порядка среди паствы и платился за это жизнью.

Мирза Кымбатбаев в этой истории был, с моей точки зрения, деталью «портрета художника». Борубаев использовал его как носителя «инога способа жизни»: экзотические аксессуары профессионального дервиша-нищего, живущего на подаяние в далеком кишлаке Беруни, воистину блаженного в глазах закомплексованных горожан, создавали необходимую атмосферу, удовлетворяющую страсть ко всему необычному. Кымбатбаев — такой же объект манипулирования со стороны Борубаева, как и другие. Не приложил он руку к избвиению Нигматулина, сидел бы он в зале суда на другом месте, возможно в большой компании потерпевших.

В ходе судебного разбирательства вопрос об «исключительных» способностях Борубаева и Кымбатбаева экспертами был решен отрицательно.

Гораздо сложнее обстояло дело с их окружением. Как объяснить поведение большой группы людей, в подавляющем большинстве значительно более образованных, чем их полуграмотные наставники? Показания свидетелей и потерпевших обнажили острые психологические и социально-психологические проблемы: драмы индивидуальной жизни при общем благополучии; жизненно важные мотивы, которые могут сыграть злую шутку; дефицит профессиональной психологической помощи нуждающимся в ней; образование и критическое отношение к действительности; социальный климат, способствующий порождению мифов...

Феномен внушения и внушаемости до сих пор остается одной из важных и практически не изученных проблем медицинской и социальной психологии. Здесь много различных аспектов — внушение как регулятор человеческих взаимоотношений, как средство, формирующее массовое сознание. Изучение этого феномена, представляющего собой механизм психологического воздействия на личность (или целую группу людей), в результате которого субъект усваивает внешние для него побуждения, оценки, формы поведения, представляет особый интерес в связи с появлением в последнее время большого количества неформальных объединений, возникающих нередко по этому принципу вокруг лидеров самого разного толка.

Можно ли считать внушаемость чертой, присущей определенной личности? Большинство психологов связывают это свойство с интеллектуальной незрелостью или с отрицательным отношением человека к себе, с неуверенностью в своих силах, заниженной самооценкой.

Внушение — давно известный способ манипулирования окружающими. Простой пример: цыганки на улице. Они точно выделяют из толпы прохожих неуверенных, замедливших шаг, изменившихся в лице при словах «давай погадаю». Заинтересовавшиеся прошли проверку на внушаемость, а дальше следуют высокопрофессиональные, веками отработанные приемы внушения, и эффект почти всегда одинаков. Здесь, вроде бы, внушаемость — основной момент. Но чтобы кардинально определить мотивацию поведения, внушаемость должна сочетаться со значимыми и нерешаемыми личностными проблемами.

Однако одно только представление о внушаемости как о личностной черте, проявляющейся в определенной ситуации, вовсе не объясняет механизма психологического воздействия. Поскольку внушение проявляется в процессе общения, необходимо понять механизм взаимодействия, в результате которого одному человеку удается внушить что-то другому.

Одним из примечательных парадоксов ситуации, сложившейся на судебном процессе в г. Вильнюсе, было то, что многочисленные потерпевшие (Борубаев, кроме убийства, обвинялся в мошеннических действиях), за исключением жены погибшего Нигматулина, потерпевшими себя не считали. Денег, которые они давали на организацию «конторы», им было не жалко. Они не считали себя обманутыми, они получили от Борубаева и Кымбатбаева то, что искали. Среди них были люди разного возраста, образования, с различным жизненным опытом, социальным положением, психически здоровые и не вполне здоровые (конечно, были и душевнобольные). Но все они в течение длительного времени жили в мире как бы с иными физическими законами (с возможностью «выхода в астрал» и перемещением в нем во времени и в пространстве, с общением на уровне «взаимодействия биополей», медицинской помощью путем «коррекции биополя») и, как следствие, в мире с другими психологическими и социальными законами и установками: самосовершенствованием через «просветление», верой в особые способности лидера группы и беспрекословным ему подчинением, игнорированием существующих социальных и морально-этических норм. Это очень важно. Сектантская картина мира позволяла строить и свою систему отношений в секте. И еще. Окружение Борубаева и Кымбатбаева формировалось из людей с нереализованными, но значимыми для них мотивами: неудовлетворенным стремлением

к самовыражению, общению, психологическому комфорту, приближению к идеальному «Я». В мире, выстроенном Борубаемым, эти мотивы начали действовать.

Посмотрим на случившееся глазами потерпевших и свидетелей.

Из стенограммы. И-на Е., 40 лет, филолог, преподаватель одного из московских вузов: «В 22 года я перенесла психическую травму. Пятнадцать лет была в тяжелом состоянии: испытывала неуверенность в себе. Я не знала, не могла решить, как жить. От меня не было пользы ни себе, ни другим. В 1983 г. увидела Абая и Мирзу на вечеру в Политехническом музее. Абая представляли как молодого ученого. Поехала в Каракалпакию. Меня поразило, как живет Мирза, что можно жить иначе, чем мы. Гуляли, много были на воздухе, Мирза готовил еду. Простая, нормальная жизнь. Увидела себя иначе, чем раньше, появилось желание быть скромнее, просто, честно жить. Поняла, что я самоуверенный человек, много плохого в себе увидела. После поездки я избавилась от болезни. Раньше всегда было подавленное состояние, теперь почувствовала цель в жизни. Хотелось больше работать, быть более требовательной к себе. До этого была депрессия, тяжелое состояние, врачи не понимали, что со мной, никакие таблетки не помогали. Уже три года ничего этого нет. Защитила диссертацию, работаю в полную силу. У меня благодарности от декана. Мирза не лечит; помощь в том, что есть такой друг. Абай — скромный человек, располагал к себе знаниями, чувствовалось, что человек знает. Они помогают людям, они мне помогли. Книжки — это ерунда, что там книжки читать, нужно жизнь менять. Как я оцениваю их после случившегося? Все виноваты, живем неправильно. В мире война, люди друг друга убивают, почему же каждый не отвечает за это. Жить надо по-другому».

Ж-те З., 28 лет, врач-микробиолог: «После окончания мединститута стала работать в клинике. Работала с самыми маленькими. Лекарства часто не помогали. Дети умирали. Родители ехали к знахарям, и грустнее всего для медицины, что знахари помогали. Я поняла, что с помощью традиционной медицины, которой я училась 7 лет, я еще не могу сделать все для человека. В клубе «Зодиак» я услышала о биоэнергетике, о Мирзе и Абая. Говорили, что Мирза — человек без образования, без социального статуса, но природой ему даны необычные свойства. Я хотела этому научиться, хотя бы для того, чтобы работать полноценно. Я интересовалась этим не ради своего здоровья и

самочувствия. Мои проблемы — эгоизм, зависть, страх, ну, ведь у каждого это есть, от меня зависит, есть они у меня или нет. Если я в своей личности буду не чиста, я не смогу им биоэнергетически помочь. Первый раз увидела Мирзу в Москве. Через год поехала к нему в Каракалпакию. Мирза просто слушает и чувствует человека. Меня поразила его собранность и концентрированность. Он ставит в такие ситуации, чтобы человек посмотрел на себя со стороны. И когда видишь себя со стороны, видишь, в каком направлении надо меняться. Мне это очень помогло. Я добилась максимальной сосредоточенности и спокойствия. Среди моих пациентов были очень тяжелые, и они выжили. Конечно, были использованы и самые сильные лекарства, я не говорю, что это панацея. Соединяя точные науки с непознанными вещами, можно сделать больше. Я пыталась применять все это в своей практике. Если подходишь к ребенку, создав в себе психоэнергетическое равновесие, это передается ребенку. Нельзя быть рассеянным, надо вслушаться в него — ведь он сам ничего не может сказать. Нетрадиционной медицине нельзя обучиться из учебников, иначе бы меня в институте научили. Чувствую ли я себя обманутой? Нет, я не нахожу. Мирза и Абай — необычные люди, но я не могу, конечно, оправдать это жестокое избиение человека до смерти. Раньше я не видела проявлений жестокости ни у того, ни у другого».

К-ев М., 23 года, фельдшер-лаборант: «Очень упорно наши встречи называются занятиями, но это не занятия, это низкоинтенсивное название наших встреч людьми, которые не дали себе труда разобраться. Целью моих поездок было общение. Долгое время я не мог найти себе друзей. По своему характеру я трудно схожусь с людьми. На работе, дома — постоянное напряжение. Моральное одиночество. К Абая отношусь с большим уважением. Я не чувствовал к себе раздраженного отношения, чувствовал тактичность, симпатию. Видите ли, если есть возможность с человеком общаться и продолжать общение — это и есть главное. Я приехал к ним, меня там приняли, значит, общение возможно. Я считаю и уверен, что так оно и есть, что ни Мирза, ни Абай не виновны в убийстве. Это наиболее удобная трактовка случившегося. Талгат Нигматулин был чемпионом, это была проверка на выносливость, и он не выдержал».

Так оценивали своих «духовных отцов» потерпевшие и свидетели. Но все ли смотрели на них такими глазами? Нет, были люди, которые ясно понимали, что «король голый».

А-ов, 50 лет, бригадир колхоза, человек очень общительный, доброжелательный, без тени враждебности к Мирзе и его подопечным: «Я был соседом Мирзы, вместе росли, родились в одном кишлаке. В детстве Мирза с детьми не общался, держался за юбку матери. Хотел — шел в школу, не хотел — не шел. Отец был слепой, мать не работала. Мирзе пришлось их кормить. Продавал на базаре дрова, траву, возил на ишаке. Потом стал в колхозе работать. После наводнения все переселились в поселок. Все дома построили, он не мог построить дом. Построил времянку, там и сейчас живет. Пропалывал хлопок, помогал соседям. В 1973 г. перестал работать. Зарабатывал тем, что боролся на свадьбах, тоях. Победителю дают барана, бычка, костью, деньги. Потом он стал попрошайничать. Мирза не молился, только просил. Сначала избегал своих односельчан, прятался от них, потом перестал стесняться. Мирзу нормальным считать нельзя, он блаженный, не от мира сего. Но он и не верующий, никакой не дервиш, — его можно считать за дурачка. Потом приехал Абай. Он представил себя научным сотрудником Московского университета. Стало приезжать много людей. Появился документ за подписью Софронова: «Надо изучать Мирзу». Софронов просил обком партии помочь. Я спорил с приезжими. Зачем вы его изучаете? У него ничего нет. Один кандидат технических наук дал мне журнал болгарский со статьей про старуху-прорицательницу. Фотографии Мирзы наши-ученые отвезли этой старухе. Она сказала, что у Мирзы есть большая сила. Они все были кандидатами наук, технических, медицинских, все ученые были. Они меня учили: сейчас век космоса, он может в космосе пригодиться. Мне было стыдно, что Мирзу, этого дурачка, которого мы не уважаем, сделали легендарным героем. Приезжали молодые люди, студентки, человек по десять. Жили у Мирзы, купались в арыке. Даже порядочная корова не ляжет там, а они лежали. Все были довольны. Я не верю, что Мирза бил Талгата, он трус с детства, ни с кем не дрался. Его даже дети бьют. Обмануть он может, это по его характеру».

Молодые женщины с высшим образованием из столичных городов едут на край света, живут там в запущенной, грязной хижине-временке пожилого деревенского юродивого, которого «никто не уважает» и возвращаются домой «просветленными».

Кандидаты наук высокомерно поучают пожилого колхозника из-за его критического отношения к Мирзе. Здравый взгляд брига-

дира для них неприемлем. Им интересен не он, не его жизнь, а Мирза, который даже дом себе построить не может. Они едут за тысячи километров, чтобы приобщиться к жизни деревенского дурачка, делают из него «легендарного героя».

И тут невольно задаешься вопросом. Дает ли само по себе современное образование какие-либо гарантии гармонического развития личности, с таким важным его элементом, как способность критически воспринимать происходящее? Можно ли быть уверенным, что образование, само по себе, противостоит суеверию, внушаемости, пассивной подчиняемости, особенно в тех случаях, когда они обуславливают проявление жестокости, агрессивности?

В свое время в одном из научно-исследовательских институтов была высказана гипотеза: люди совершают преступления, потому что не знают законов. Устроили экзамен по уголовному кодексу группе лиц со средним и высшим образованием, никогда не совершавших противоправных действий, и группе преступников-рецидивистов. Первая группа обнаружила минимальное знание, зато вторая, как и следовало ожидать, знала уголовный кодекс почти наизусть. Гипотеза оказалась слишком наивной. Но ее проверка снова заставила вернуться к вечному вопросу о нравственном пороге, обеспечивающем действительное правосознание. Заповедь «не убий» — знание или нечто больше, чем знание? Или, говоря языком современной психологии, за счет чего эта формула наполняется личностным смыслом, становится мотивобразующим фактором?

Но есть и другая сторона. Сохраняется ли формула «не убий» с ее четким пониманием смертности человека, хрупкости человеческой жизни в мире, где действуют другие физические законы бытия, в мире «биополей» и «астральных прогулок»? И не отсюда ли невероятное заявление фельдшера-лаборанта: «Талгат был чемпион. Это была проверка на выносливость, и он не выдержал». Модель мира и мотивы человеческого поведения, его смысл, неразрывно связаны. Иная, искаженная модель мира — искаженный смысл. Юродивый в таком искаженном мире становится «легендарным героем». Убийство — проверкой на выносливость. «Избивая Талгата, мы были уверены, что в присутствии Абая и Мирзы с их особыми способностями ничего трагического произойти не может», — заявил на суде сотрудник одного из ведущих академических институтов кандидат исторических наук В. Пестрецов.

Вспоминая прецеденты и аналоги, упираться в понятие секты. Мне пришлось участвовать в клинико-психологическом изучении группы лиц, состоящих в религиозной секте «пятидесятников», руководителей которой были привлечены к уголовной ответственности. В процессе предварительного следствия и судебного разбирательства возникла необходимость комплексной психолого-психиатрической экспертизы.

Среди обследованных лиц, как и в «экстрасенсорных» группах, были психически здоровые люди, лица с психическими аномалиями и душевнобольные. Как и в случае с «экстрасенсами», никто из потерпевших потерпевшими себя не считали. Мотивы, по которым эти лица вступили в религиозную секту, были различны. Однако благоприятной почвой во всех случаях служило наличие у этих людей перед вступлением в секту субъективно неразрешимых жизненных ситуаций, заблокированных, значимых для них мотивов: коммуникативного, самоутверждения, стремления быть в центре внимания окружающих и др.

Такая блокада, независимо от того, существовали ли для нее объективные или субъективные причины, определяла психологический дискомфорт, структуру личностной дисгармонии у лиц с психическими аномалиями. Участие в жизни секты приводило к определенной личностной трансформации, становилось универсальным способом разрешения актуальных жизненных трудностей, снимало необходимость логического анализа, активных самостоятельных действий, полностью перестраивало прежнюю иерархию мотивов.

Из стенограммы:

Г., 60 лет, в 1946 г. окончила философский факультет МГУ, работала в редакции: «Человек в определенный период начинает понимать, что он грешник погибший и нуждается в спасении. Человек является грешником не потому, что он делал грехи, он с Адама грешник, потому что все грешили. Могут быть хорошие грешники и плохие, и спасение дает только смерть Христа и кровь Христа. Почему я почувствовала себя грешником? Моя дочь в 2,5 года перенесла менингит, умственная отсталость с детства, имбецильность. Сейчас ей 31 год. К кому бы я ни приходила, мне никто не мог сказать ничего утешительного. Я потеряла веру во врачей, надежду на исцеление мне никто не давал, а бог дает. Самое главное, что бог принес на землю, это спасение. В моей жизни ничего не изменилось, но появилась надежда, я думаю и прошу, я верю в это. Моя надежда

приобрела почву. Я чувствовала, что я виновата в болезни дочери, я считала, что из-за того, что я делала аборт, считала, что дочь страдает по моей вине. Что изменилось в моей жизни? Да, раньше я много читала, следила за журналами: «Новый мир», «Иностранная литература», поэзия, театр. Сейчас нет надобности. Что такое литература? Поиски истины. Когда у меня появился неисчерпаемый источник истины, я стала читать Слово, отпала необходимость в другом чтении».

К., 31 год, сотрудник научно-исследовательского института: «Как личность я была очень незащищенная, очень слабый тип, неуверенная в себе. Мне приходилось преодолевать большие трудности. Внутри всегда было желание считаться с интересами других людей, не попираю их; может быть, поэтому мне всегда было так сложно. Мне было 4 года, когда я впервые задумалась, как это, я умру, я хочу жить, я не могу не жить. Что эта за черта, через которую я должна перейти? Это очень волновало меня. На уровне разума это не работает. Для меня это был вопрос жизни и смерти, слишком серьезная вещь, не просто уход в мистику, нереальность. Стремление к религии — жить честно. Это приятно каждому человеку — считать себя порядочным. Я отгородилась от других людей, потому что очень боялась потерять то, что нашла. Избавилась от многих своих привычек, которые мне были приятны. Например, курила и мне это нравилось. И не пью совсем. Чтобы поступить по правде, нужно поступиться своими интересами. Обижают — хочется отомстить, отбирают — хочется вернуть. На каждом шагу приходится жертвовать своими интересами, чтобы поступить по правде. Это не просто. А критерий истины — он в слове божьем».

Как показало исследование, общей личностной чертой, свойственной как членам секты, так и членам «экстрасенсорных» групп, была внушаемость. В новом периоде жизни сужался круг интересов по сравнению с более ранними этапами, изменялись ценностные ориентации, ограничивались контакты и социальные связи, трансформировалась имевшаяся у них ранее внушаемость, что выражалось в трафаретных некритично воспринимаемых готовых концепциях и суждениях. Иллюзия универсального разрешения всех проблем повышала субъективную значимость нового ведущего мотива, приводя к концентрации вокруг него аффективности, построению жестких концепций и суждений, снижению критичности. Внушаемость становилась узко избирательной и

проявлялась только по отношению к источникам, связанным с ведущим мотивом.

Для проверки избирательной внушаемости у этих лиц был проведен эксперимент, разработанный нами для судебной комплексной психолого-психиатрической экспертизы. Члену секты Р. предлагались таблицы ассоциативного теста Роршаха¹, фиксировались ответы. Затем в присутствии Р. таблицы были показаны еще двум людям: одному из экспертов (постороннему для Р. человеку) и значимому для него лицу — руководителю секты Ц., которые также давали свои ответы. В заключительной фазе эксперимента Р. повторно предъявлялись таблицы и регистрировались изменения в ответах. Был обнаружен отчетливый сдвиг ответов подэкспертного под влиянием более авторитетного для него лица.

Некоторые психологи считают внушаемость не устойчивой, а относительной чертой, проявляющейся только в соответствующих, различных для каждого человека ситуациях. На внушаемость субъекта влияет повышение значимости ситуации, личностно значимое чаще принимается на веру.

Очень важная деталь, существо которой по ходу следствия осталось до конца не ясным (тут есть над чем подумать специалистам), заключается в том, что по меньшей мере 75 % лиц, веривших в особые свойства Кымбатбаева и Борубаева, были женщины. Причем та же самая картина была и в деле Аверьянова, возглавлявшего группу «астрального каратэ». В обоих этих случаях большую роль играл тот факт, что «экстрасенсы» под лозунгом «полной раскованности» заполняли не только психологический вакуум, но и повторяли то, чем славился среди придворных дам Распутин.

Но не только внушаемость объединяла людей вокруг Борубаева и других лидеров сект. Ведь сначала были психологический дискомфорт, проблемы, не решаемые своими средствами, нереализованные потребности. Ехали в Каракалпакию, вступили в секту те, кто испытывал нужду: обрести себя, посмотреть на себя другими глазами, разобраться во внутренних конфликтах, преодолеть ощущение собственной ненужности и малоценности. Если эти проб-

лемы встают перед человеком, они приобретают доминирующее значение. Они требуют разрешения. И люди ищут. Были, конечно, и просто любопытные. Они ничего для себя интересного у Мирзы не нашли и на суде давали иронические показания. Но те, кто ехал с личностно-значимыми проблемами, получали то, что искали. И врач-микрopedиатр, и преподаватель московского вуза, и фельдшер-лаборант, и В. Пестрецов, и Талгат Нигматулин, который считал, что высоким уровнем своих последних работ он обязан Абая и Мирзе. Интересно, что результаты «психокоррекции» в условиях Москвы у Абая и Мирзы было более чем скромные. Контингент не тот. Мотивация и готовность к «чуду» не те. А вот тот, кто может преодолеть тысячи километров, готов подчиняться унижительным требованиям жить в антисанитарных условиях, — перспективный материал для «психоэнергетических» манипуляций. Тест на мотивацию и внушаемость.

На суде в Вильнюсе ко мне подошло несколько потерпевших с вопросом: «Как же вы говорили, что они мошенники, ведь они нам помогли?» И действительно помогли. И продолжали бы помогать, если бы не убили. Чем отличается их помощь от помощи профессионального психотерапевта? Дело не в приемах. Мирза и Абай на свой страх, риск и вкус пользовались элементами так называемой эмоционально-стрессовой терапии, которую (не в таких, конечно, экстравагантных формах, как собирание мистыни, совместные купания и т. п.) применяют и профессиональные психотерапевты. Дело в целях. Цель психотерапевта состоит в разрешении внутренних конфликтов пациента, в увеличении числа «степеней свободы» внутренне мотивированного поведения. Цели Борубаева и ему подобных — в манипулировании окружающими с помощью доморощенной психотехники, использовании «пациентов» для самоутверждения, выкачивании денег. Психотерапевт помогает и «отпускает», а лидеры сект ревностно пасут свое «стадо». Власть над окружающими становится привычкой, отказаться от нее невозможно. В нее столько вложено, что сами начинают верить в свои особые способности, в особое предназначение. Но никакой реальной основы для этой власти нет. Рано или поздно она кем-то ставится под сомнение. И когда кто-то пытается разрушить сложившуюся систему отношений, создается потенциальная возможность преступления. И не случайно, а закономерно, что эти группы порождают жестокие, насильственные преступления.

¹ Тест Роршаха — методика исследования личности, предложенная швейцарским психиатром Г. Роршахом в 1921 г.: испытуемым предъявляется 10 стандартных таблиц с изображением пятен разной формы и цвета, расположенных симметрично.

РЕАЛЬНОСТЬ-2, ИЛИ ВОЗВРАЩЕНИЕ МЕФИСТОФЕЛЯ

А. А. Гангнус

I

ВТО ЛЕТО о деле Мирзы и Абая ходили только смутные слухи. В одной из весей нашего необъятного отечества сидел над листом бумаги человек в рясе и писал. Отец Л., человек, известный в церковных кругах своей ортодоксальной твердостью и проповеднической строгостью, а также университетским образованием, сочинял большую бумагу на имя своего начальства, ибо и у духовных лиц есть начальство земное, к которому можно обратиться, когда душа уязвлена настолько, что терпеть далее невозможно. Итак:

«Его Святейшеству Святейшему Пимену Патриарху Московскому и всея Руси Клирика N-ской епархии протоиерея Л.

Докладная записка.

Ваше Святейшество!

В ходе пастырского служения в последнее время я все чаще стал встречать людей, которые считают себя православными, посещают храмы, даже причащаются иногда и вместе с тем веруют в разного рода оккультные «науки», «индуизм», «экстрасенсов», Шамбалу, космических пришельцев — «посланцев Абсолюта» и т. п. Доходит до того, что приверженцы «тайных» (эзотерических) «знаний» используют православные храмы как места своих собраний, где, кроме того, ведут пропаганду оккультизма среди верующих, особенно тех, кто только приходит в церкви и еще не устойчив в убеждениях. Последнее имеет место преимущественно в столичных и других крупных городах, где значительна про-

слойка «ищущей» интеллигенции... У многих на сей счет... остаются сомнения и недоумения, ибо различные оккультисты, «йоги», члены так называемого «Белого братства» иной раз упорно проводят в своей агитации мысль о том, что «все пути ведут к Богу»: и буддизм, и йога, и магия, и теософия Блаватской, и антропософия Штейнера, и Православная вера... При этом ссылаются на некоторые мистические заблуждения теософского характера Вл. Соловьева, «индуистско-тибетские» воззрения Н. Рериха и членов его семьи. На этих основаниях оккультисты выдают себя за искренних братьев православно верующих людей и тем сеют в их среде немалый соблазн.

...К прискорбию, в последнее время в «цивилизованном обществе» Запада, коему многие привыкли подражать, наблюдается необычайный всплеск всевозможного оккультизма, «индуизма», магии, спиритизма, астрологии и т. д. Оттуда все это просачивается, увы, не без успеха, и к нам, становясь уже весьма заметным общественным явлением.

Начинается иной раз с безобидного умозрительного увлечения... а кончается организацией обществ, братств, кружков, ставящих целью широкую пропаганду этих и иных подобных учений, созданием экстремистских ячеек-ашрамов по образцу некоторых современных «индуистских» сект во главе с наставником — «гуру», требующим от учеников полного отказа от своей личности и беспрекословного выполнения его указаний. «Гуру» прикажет украсть, ученики украдут, прикажет убить — убьют, ибо «гуру» — вне закона, добра и зла, он — «воплощение Абсолюта», его «посланец». Примером может служить известный «гуру» Раджниш (выдворенный даже из США), который открыто объявил Гитлера «святым» и «великим посвященным». Немногим лучше и относительно мирные течения оккуль-

тизма: одни лишь «экстрасенсы» в порыве использовать некие «высшие энергии» значительно пополнили в последнее время собою и своими пациентами число разных клиник, в основном — психиатрических. И такая-то зараза проникает нынче и в православную среду!

Все указанные и им подобные учения и суеверия — не новое явление. Это модернизированные отголоски древнего восточного и западного языческого мистицизма, каббалы, магии, гностицизма, масонства, манихейских, катарских и иных ересей. Все это давно имеет опровержение в догматах и постановлениях Вселенских и поместных Соборов Церкви, в сочинениях Святых отцов, в специальных работах православных богословов, как древних, так и современных. Поэтому вряд ли есть нужда вступать еще раз ныне в полемику со всей этой «тьмой кромешной». Но нужно учесть, что эта тема активно используется как одно из серьезных орудий идеологической диверсии против нашей Родины и против нашей Русской Православной Церкви. <...> Нетрудно видеть в связи с этим, что различные «сверхлюди-посланцы Абсолюта», «гуру», обитатели Шамбалы, космические пришельцы — это по сути, а может, и по замыслению, духовно-идейная подготовка к принятию «сверхчеловека» — Антихриста...

Не пришло ли время Русской Православной Церкви публично высказаться в указанном смысле и сделать это официально и на самом высоком уровне? По моему убогому разумению, такое свидетельство глубоко соответствовало бы интересам нашей Церкви и государства, вызвало бы положительный резонанс во всем православном мире и было бы чрезвычайно уместным в канун 1000-летия Крещения Руси.

Вашего Святейшества
нижайший послушник
протоиерей Л.¹»

 II

Православный иерей сообщает своему начальнику суровую правду, как он ее по-

нимает — вполне в духе эпохи гласности и перестройки...

Человечество достигло невероятных высот научно-технического прогресса, узнало о мироздании столько, сколько не может вместить ни один индивидуальный мозг, — и все это явно на пути откровенно или завуалированно материалистического рационального подхода к действительности. Это — основной путь, главный хотя бы потому, что именно научно-технический прогресс, и только он, мог позволить нам достигнуть средней продолжительности жизни, прежде доступной лишь немногим счастливицам, прокармливать, одевать и обувать пять миллиардов человек (естественных продуктов Земли хватило бы лишь на несколько процентов от этого числа). Обращение к мистицизму в этих условиях может выглядеть и как разочарование в материализме и рациональности. В каком-то смысле так оно и есть. В каком?

Есть материализм и материализм. Материализм сознательный — сложное мировоззрение, доступное, как считал Цицерон, лишь философам. И сейчас научный материализм по зубам пока далеко не всем. С другого крайнего фланга — материализм обиходный, вульгарный, культ вещей, философии потребления. По вполне понятным причинам такой «материализм» неуважаем и способен бросить тень на своего высокоученого тезку, с которым у него общего не более, чем между, скажем, идеализмом Канта и примитивной набожностью слепо верующего человека.

Это общеизвестно. Но есть и еще один момент. Разочарование в материализме-атеизме может происходить точно так же, как и разочарование в религии, — постольку, поскольку, приняв заученные, бюрократические, директивные, нефилософские формы, материализм-атеизм сам становится как бы религией, догмой, претендующей на непогрешимость. Той скучной, навязшей в зубах, малопонятной схоластикой, которая требует исповедания без понимания, веры без внутреннего личного контакта с истиной, чем-то таким, что не может рано или поздно не дискредитировать себя.

Все более узкая специализация в науке и технике часто делает самого ученого, инженера в огромной степени таким же некомпетентным обывателем почти во всех, кроме одной узенькой, областях знания. Философии в деятельности иного доктора наук вполне может быть не более, чем в ремесле сапожника. И для него рациональная, материалистическая картина мира —

¹ Письмо реально существует, оно было послано по назначению (оставшись без последствий). Автор письма разрешил использовать его для этой публикации. Уже на стадии гранок мы получили разрешение раскрыть имя автора письма. Это отец Лев Лебедев, протоиерей Курской епархии, автор книги «Крещение Руси» (Издание Московской патриархии. 1987).

чаще предмет веры, чем выношенное убеждение. Высшее образование вырождается в высшее обучение.

Есть религия — и она, по видимости, почти отсутствовала последние пятьдесят лет, скажем, на территории нашей страны. А есть религиозное, точнее, мифологическое сознание, и оно за 50 лет никуда не делось и деться не могло.

Это оно превратило на время отечественную биологию в «мичуринскую биологию» — разновидность религии, со своими мифами (например, о ветвистой пшенице и яровизации), этическим законоучением, предписанным природе (закон отсутствия внутривидовой борьбы), своими богами и святыми (перевранный И. В. Мичурин и сам Т. Д. Лысенко), проклинаемыми книжниками и фарисеями (Мендель, Морган), своим адом и раем, бесами и ангелами.

Борьба же с религией обернулась неслышанным по своей аморальности, бесстыдству культом земного бога.

Так или иначе, нынешний взрыв эзотерических настроений принципиально не отличается от подобных же взрывов прежних духовных кризисов. Бунт неформальной суеверности против канонов и регламента всегда предшествовал великим переворотам в общественном сознании. Так было в эпоху заката античности, на закате средневековья, перед Реформацией, перед Великой французской революцией, перед нашей Революцией. Хаос идейный завершает эпохи застоя и предшествует новому упорядочению.

В общем и целом стрела прогресса существует. От более мифологизированного к более рациональному сознанию. Но темпы этого прогресса сильно увеличиваются в революционные эпохи, а в периоды реакции и застоя подвергается сомнению сам прогресс. Сознание — более инертная и косная сила, чем созданный им мир мудрых вещей, мир науки. Возврат к самому дремучему суеверию — раз за разом, порой без видимой логики и причины — удел огромных групп людей и нашего, и, вероятно, ряда грядущих поколений. В этом, то медленном, то энергичном бурлении постепенно генерируется новое сознание будущего человека. Конечно, это будущее сознание не может не быть научным, нерелигиозным, философским, справедливым, т. е. свободным от предвзятости веры, демократическим — поскольку осознанная вещьность, материальность, самодостаточность мира не должна оборачиваться новым фетишизмом, религией вещей. Но действительно ли неизбежно, неотвратимо это

блистательное будущее? Нет ли в оптимизме на сей счет тоже своего рода веры, чего-то успокаивающего и разрушающего?

III

Письмо отца Л. можно прочесть по-разному. В его тоне слышится нечто весьма похожее на обычную пропаганду нашего официального атеизма: мол, глупое, но злое поветрие новой суеверности, нового язычества идет оттуда, с греховного Запада, его корни у нас — в небезобидном умствовании «ищущей интеллигенции» и в отсутствии ей должного отпора.

Взгляд как-то проскаккивает, не желает видеть то, что в этом письме вовсе не странная aberrация, а суть, квинтэссенция. Для отца Л. угроза пришествия врага рода человеческого, Антихриста, и есть самое главное, весь предмет беспокойства и тревоги. Мелочь, частности для него — как раз вопрос о конкретном источнике волны безумия, по видимости, охватывающего нашу планету в канун третьего тысячелетия от рождения Христа. Раджниш, Блаватская, Рерихи, «гуру, приказывающие убить», все они, добросовестные или заблуждающиеся, жулики или слепцы, интеллектуалы или юродивые, — всего лишь орудия в руках Врага.

В традициях казенного атеизма мне следовало бы сходу, с самого начала решительно отмежеваться от подобной точки зрения: Врага нет, Христа тоже, не о чем и разговаривать. Что же, автор — атеист и материалист, но этот факт сам по себе настолько ничтожен рядом с феноменом массового сознания, о котором нужно вести тяжелый и непривычно откровенный разговор, что, по сути, он не более чем личное дело пишущего.

Ну, хорошо. А как быть с НЛО, привидениями (в них верит сейчас 40 % населения США), ведьмами (в них верит четверть западных немцев и, судя по сообщению В. Аграновского², заметная часть населения в одном из подмосковных городков того разряда, которые иногда называют научными), с биополем? Тут уж многие, весьма ученые люди постарались: в биополе, столь же реальное, как и ведьмы, верят, как в научный факт, миллионы.

Мирза и Абай ничего сами не придумали и не способны были придумать, все за них придумали другие, они лишь позволи-

² Аграновский В. Колдовка // Работница. 1986. № 11. С. 24—26.

ли поставить себя на место, где кто-то должен был значиться, место, заполнения которого иступленно жаждали многие, а заполнив его, они почти беспрепятственно начали править свой сатанинский бал. Вообразите себе на месте Абая столь же аморального, но образованного, способного поступиться сиюминутными удовольствиями и амбициями во имя «великого будущего» человека. Вообразите такого авантюриста от оккультизма действующим на международном, историческом поле — разве не будет такая фигура напоминать то, чего так боится отец Л.?

 IV

Нестандартная квартира в одном из самых престижных ЖСК Москвы. Люди сидят на полу в позе лотоса и просто на диване, передают листки, что-то читают вслух. Впрочем, это может быть кружок йоги в снимаемом школьном физкультурном зале или — под видом народного театра — в одном из столичных домов культуры. Так или иначе вслушаемся.

— Ощутить себя частью Космоса человеку помогает лобовая чакра, или третий глаз. Гайморовы полости служат для сбора праны.

— После биологической смерти остается энергетический эмбрион.

— Земной астрал простирается до границы гравитационного поля Земли. Здесь индивид пребывает в течение 40 дней после смерти своего очередного биологического тела. На сороковой день он попадает в «подземное» хранилище на Луне или в астральное — на Плутоне.

— Могилы святых и посвященных излучают положительную энергию. Темные минусовые особи впитывают энергию посетителей кладбищ, там надо бывать пореже. Темные функционеры отключают захваченного индивида от астральной подпитки. В просторечии они именуются чертями...

— Мадары (члены экипажей НЛО) 25 дней бодрствуют, а затем 5 дней спят.

— Запуски космических аппаратов рвут сеть информационно-энергетических каналов. Эту сеть восстанавливают иерархи Шамбалы.

— Помощь Шамбалы в борьбе с черными силами при битве под Москвой.

— После Армагеддона (светопредставления) мадары заменят среднее звено иерархов, дадут людям новую технику.

— Через несколько лет мертвые встанут...

И так далее: подобного текста в передаваемых из рук в руки листках несколько десятков страниц. Автор текста себя не называет, но, надо понимать, не из осторожности, а из скромности: текст, как когда-то и Библия Моисею, «продиктован», дескать, автору «Высшим разумом» в 1983 г. в Подмоскowie и в Средней Азии. На черном рынке отечественных оккультистов это «евангелие от мадаров» стоит крупную сумму...

Впрочем, эта же система с небольшими изменениями предстает перед нами и при чтении нашумевшей «повести» поэта В. Сидорова «Семь дней в Гималаях», опубликованной под занавес пресловутой эпохи застоя в журнале «Москва» (в 1988 г. в № 4 «Москвы» вышел его аналогичныйopus «Мост над пропастью»). Только у Сидорова пилоты НЛО, они же обитатели Шамбалы, названы не мадарами, а махатмами. Постоянно ссылаясь на семейство Рерихов, как якобы своих сторонников, Сидоров усиленно наделяет действительность чертами фантазмагии, обещает здоровье и блаженство тем, кто не умничают, а с чистой душой следует за своими гуру. Поэт не одобряет попыток некоторых интеллектуалов удержаться от сползания в его мифосистему с помощью рационального знания, мозговой работы: «Скорее скряга раздаст свое добро, нежели интеллект поступится хотя бы частицей того хлама, который скопился в его мозгу... Интеллект воинствен и нетерпим... Человек становится рабом умственных представлений, рабом пришедшей к нему мысли». Надо освободиться от мысли, «от духовного умничания, которое, по представлениям Махатм, является ничем иным, как духовным убожеством»³.

О битве под Москвой Сидоров не упоминает, но зато «Гагарин поднялся в космос энергией этих мудрых риши». Махатмы, кроме того, прилетали в Лондон к Марксу и в Швейцарию к Ленину договариваться о совместной революционной борьбе.

В. Сидоров, вместе с другим поэтом А. В. Софроновым, и член-корреспондент АН СССР А. Г. Спиркин и были теми, кто ввел распутиных нашего времени — Мирзу и Абая (и не только их) в комфортабельных гостиных, научных и писательских кабинетов, легализовал их в глазах недоверчивых местных властей как цен-

³ Сидоров В. Семь дней в Гималаях // Москва. 1982. № 8. С. 26, 35.

ных экспонатов науки и даже как «уче-ных», ведущих «важный эксперимент»⁴.

V

Но — чур! Как все-таки трудно удержаться от избитого пути разоблачительства, пути, абсолютно бесперспективного для главной цели — проникновения в суть феномена эпохи.

Признаюсь: я почти уверен, что знаю автора тех бесед с «Высшим разумом»... Это довольно известное некоторое время назад экстрасенс, бывший до самого выхода на пенсию обыкновенным инженером. У пенсионера разыгрался радикулит, и он смог снять боль методом аутотренинга, самовнушения. Вспомнил об экстрасенсах и решил испытать те же приемы на ближнем. Помогло. Кому-то снял боль. Перед инженером открылся «новый мир». К моменту моего с ним знакомства он снимал боль по телефону, а по фотографии определял, от чего человек умер (или умрет). Нечего и говорить, что эти феномены как бы существовали, ибо их подтверждали, хотя бы отчасти, многие адепты и знакомые. Успех рос... Сомнительные случаи в расчет не принимались, удачи раздувались. Логика внутреннего развития в определенном направлении не могла не вывести инженера на уровень заурядного «контактера» (так во всем мире называют общающихся с мадами или пославших их «высшим разумом»). Начиная с Калиостро, все контактеры мира пачками передают желющим банальнейшие, на уровне заурядной фантастики, поучения и распоряжения. И опять-таки неправильно было бы всех контактеров считать мирзами-абаями, паранойками или жуликами. Как правило, они искренне считают, что им кто-то что-то продиктовал (непрерывно на родном языке контактера).

Вообще, человек как познающая, перерабатывающая, выдающая информацию система — существо вполне иррациональное. Это так хотя бы потому, что мы не можем точно проследить, как рождается эмоция, открытие, образ, мелодия — из-за невообразимой сложности высшей нервной деятельности. Это коренное противоречие между окружающим космическим рациональным миром и иррациональной составляющей человеческого коллективного и

индивидуального сознания, между предметом науки, вещами и законами, не зависящими от интерпретатора, и инструментом постижения — причудливо ассоциативным, рефлексующим, перегруженным эмоционально и этически, — неисчерпаемым источником недоразумений. Система познания входит в разнос, когда силится познать самое себя, не приняв всех предосторожностей беспощадной самопроверки. При этом легко рождается фантомный мир, обладающий некоторыми чертами реальности. Например, экстрасенс, колдун, знахарь, занимаясь, на трезвый взгляд, чепухой, вполне реально могут вылечить от некоторых болезней, тем более что на две трети наши болезни происходят «от нервов», имеют изначально психосоматическую природу⁵. Но тот же экстрасенс может зарваться, взять на себя функции пророка, власть над душами...

Нынешняя волна мистицизма долго выглядела как массовое увлечение научной фантастикой. Сенсации начала 20-х годов (космическое радиоизлучение приняли за разумные сигналы с Марса явно под влиянием Уэллса — а это, в свою очередь, породило «Аэлиту»), предвоенная паника в США после фантастической радиопередачи о высадке марсиан, неустанная пропаганда теософов — наследников Блаватской... Массовое помешательство на НЛО было отложено войной. В 1947 г. сенсация разразилась и 40 лет идет с нарастанием, поднимая с собой старое и новое паранаучное шаманство. Французский журнал «Планета» (La Planète) в 60-х годах предложил общественному сознанию неслыханно пикантную смесь из науки и мистики: космические цивилизации, биополя, смелое перекраивание истории... «Новым для французского читателя был общий антиисторический взгляд на мир и соединение естественных наук с эзотерической традицией; прославление живого и таинственного Космоса, в котором человеческая жизнь обретает смысл и возможность бесконечного совершенствования... В первую очередь — это проповедь спасения через науку, когда сама наука принимает на себя роль религии».

Новая науковидная магия, как и старая, действует на массовое сознание, на коллективное видение. С зелеными человечками лично знакомы (как ранее с лешими) сотни людей, видели НЛО — тысячи,

⁴ Гамаюнов И. Опрокинутый мир // Литературная газета. 1986. 8 окт. С. 13.

⁵ Тополянский В. Д., Струковская М. В. Психосоматические расстройства. М., 1986.

блюдечко вертят (с разной степенью серьезности) почти в каждом молодежном общении. Процесс этот лишь отчасти стихийен. Он не направляется из одного центра во имя пришествия Антихриста, как думает отец Л., но координируется весьма деловыми людьми, из нескольких центров. Посетим один из них.

VI

Бархатно-мягко звучит голос. «Вы погружаетесь в землю,— шепчет он,— глубже, все глубже. Вы совершенно смешиваетесь с землей ...»

Звездообразно, ногами к середине, лежим мы неподвижно на полу — 14 взрослых на спине, глаза закрыты. Мы погружаемся и смешиваемся.

— Теперь мы глубоко внутри теплой матери-земли,— продолжает голос. Потом, после короткой паузы: Теперь вы видите над собой высоко-высоко маленький просвет — клочок неба.

Раздается вздох облегчения, многоголосое «А-а-а»⁶.

Сеанс гипноза? Да. Репортер журнала «Шпигель» М. Галлер — один из гипнотизируемых. Этим людей лечат? Нет, со здоровьем у них все в порядке. Тем не менее устроители «психоцентра» трансперсоналистов в Эсалене на скалистом калифорнийском берегу говорят о лечении*. Они лечат человечество, которое, начиная с Декарта и Ньютона, уклонилось с правильного пути на неправильный — путь рационализма и так называемого здравого смысла. Наука эпохи Просвещения изгнала и изгнала Мефистофеля — оккультную чертовщину, пришиваемую к научному исследованию почти до конца XVIII в. Современная пара-наука в союзе с воскресшим оккультизмом силится Мефистофеля вернуть. Назад, призывают лидеры психоцентра, к доверительно-мистическому общению с одушевленной природой, к «расширению сознания» за счет мистических учений средневековой Европы и Востока. Путь назад, к потерянному перекрестку, лежит через йогу, медитацию (молитва-самовнушение) или гипноз, беседы о приятном — грядущем личном и коллективном спасении трансперсоналистов. И неприятном — пропадающем в грехе и заблуждении мире.

Снова сеанс гипноза.

— Через крошечный просвет мы устремляемся к небу,— звучит голос.— Мы видим Землю и наши спящие тела. Мы ощущаем себя легкими, как перышко. Мы свободны!

Все? Нет! Свобода и легкость — не цель, а средство.

— Мы пронизываем пространство и время,— шепчет голос,— мы возвращаемся к забытым местам нашего прошлого.

Дальше человек должен вообразить себя ребенком — скажем пяти лет. Потом трехлетним, потом годовалым, потом грудным. Потом по родовым путям его затаскивают обратным ходом в утробу матери. Он видит себя опутанным пуповиной среди красных кровеносных сосудов плаценты. И дальше, через эмбриональное развитие вспять, через точку зачатия — в «прежнее воплощение», скажем в персону иранского дервиша XVI в. Вам дают там некоторое время побыть в образе, «погулять», потом возвращают. Некоторых — с трудом, они «зависают» — кто в прежней жизни, кто в утробе матери, кто в трехлетнем возрасте. Они хнычут по-детски или молчат, стиснув зубы, не раскрывая глаз. Их бьют по щекам, поглаживают, уговаривают.

Пять дней ускоренной подготовки (1100 марок в кассу центра), и очередная сотня специалистов готова. За годы существования центра — более 100 тыс. дипломированных «гуру». Стоит ли удивляться, что за последние тридцать лет число западных немцев, верящих в магию, выросло в четыре раза и достигло четверти населения? Вожди движения объявляют, что трансперсонализм скоро овладеет «гибнущим миром» так же, как овладело гибнущим миром античности христианство...

VII

«Вторая реальность» НЛО и мадаров породила огромную литературу во всем мире. Взгляд православия на эти явления как на сатанинскую атаку против рода человеческого наиболее полно изложил в 1979 г. Другой православный священник — Серафим

своей главной задачей способствовать образованию, развитию способностей человека и изучению его возможностей. Среди многочисленных и крайне разнообразных по тематике программ института (их около 500 в год) есть и советско-американская программа обмена, направленная на расширение контактов между США и СССР. Результатом этой программы стал советско-американский симпозиум «Резервы человеческой психики в норме и патологии», проходивший в Москве 5—10 сентября сего года. (Прим. ред.)

⁶ Der Spiegel. 1983. № 41. S. 20.

* Институт Эсалена, основанный в 1962 г., считает

Роуз из Калифорнии⁷. Роуз убедительно доказывает абсолютную схожесть того, что видит наблюдатели НЛО, контактеры, с самыми расхожими штампами кино-, теле- и книжной фантастики. Убедительно, мне кажется, доказывает Роуз и то, что в своей массе фантастика XX в. гораздо более оккультна, чем научна. В целом то, что видят потрясенные свидетели пришествия НЛО, — внушительно, но чрезвычайно тривиально, неинформативно и однообразно. Какая-то показуха, стремление пустить пыль в глаза, дешевое актерство — как раз то, что, по мнению православных теологов, всегда отличало все действия нечистой силы по введению смертных в соблазн. Полное отсутствие какого-то внутреннего собственного смысла, глубоких культурных корней.

... К одному фермеру зеленые человечки зачем-то лезли со всех сторон в окна. Выстрелы в них сопровождался лязганием пуля об их «тела», как о консервные банки, — человечек картинно падал, будто разыгрывая ранение, испуг, а затем являлся снова — линия поведения, паразитально похожая на кривлянье Бегемота и Коровьева при обстреле их чекистами в романе М. Булгакова. Важный момент: кто раз видел НЛО или человечков, имеет большой шанс увидеть их еще и еще раз.

Один полицейский (вот среди кого особенно много контактеров) увидел НЛО в 1966 г... Он забросил ежедневное чтение Библии и повернулся спиной к богу, так как начал читать все книги об НЛО, которые только удалось раздобыть... Много ночей провел он в тщетном ожидании, пытаюсь войти в мыслительный контакт (!) с теми, кого считал внеземными существами, почти молясь им, чтобы они появились и вошли с ним в какое-нибудь общение. Корабль явился еще раз — более 30 м в диаметре, с вращающимися разноцветными огнями. Явился и умчался. Больше ничего не было. Полицейский в отчаянии запил, предался мыслям о самоубийстве, пока обращение к богу не исцелило его.

Это и другие свидетельства (всякий раз ничем телесно, вещественно не подтверждаемые, хотя и вполне искренние) Роуз сопоставляет и анализирует, очень убедительно доказывая налет розыгрыша, стремления сбить с толку, заинтересовать, смутить. Наиболее легко к этому ряду наблюдений пристраиваются многочисленные жития святых, с подробными сценариями разного рода искушений, явлениями бесов,

световыми эффектами, с прочим безвкусно пышным, убогим по уровню выдумки реквизитом.

Тут возникает ряд забавных аналогий и размышлений: бесовские наваждения особенно часто беспокоили именно людей святой жизни, монахов — не потому ли, что те особенно много думали об искушениях и особенно их опасались, а втайне, сами того не сознавая, желали — что при однообразной затворнической противоестественной жизни и немудрено. Интересно бы пройтись таким социологическим бреднем по «контактерам» — выявить круг интересов, проследить связи рода их деятельности с типом «контакта»...

Для отца Серафима (и отца Л., разумеется) современные искушения, бесчинства бесов-мадаров — враждебная страшная реальность. Для казенного атеизма — бред. Но это — неконструктивная, бесплодная позиция. Волна новой магии замешана на новейших средствах массовой информации, коммуникации, разносящих штампы научной фантастики. Нет, не бред, а вторая реальность, как для Левин-Строса — колдовство в Африке, а для всерьез гадающих на блюдечке — «дух» Пушкина. Хорошо знакомый из истории и этнографии, временами необычный по силе и яркости феномен массового сознания.

Ни астрономия, ни физика не извлекут из феномена НЛО ничего, для них его нет. Зато на нем (как и на феноменах блюдечка, экстрасенсного знахарства, рудоискательной палочки-рамочки и т. п.) может развиться целая область, новая отрасль психологии — и без всякой приставки «пара»!

Весь сброд домовых, леших, русалок, чертей, ведьм, кикимор, эльфов умножился до армии, приобрел однообразие, униформу то ли мадара, то ли махатмы (лишь изредка — снежного человека), ступа с бабой Ягой и помелом обратилась в НЛО — и все это обрушилось на растерянное в канун третьего тысячелетия, деморализованное распадом природы, угрозой всяких катастроф, гибелью религий, крушением идеологий, земных кумиров, столпов, краеугольных камней человечество.

VIII

В прошлом веке наука, философия отвергли катастрофизм. На смену ему явилась идея неуклонного постепенного прогресса, как-то незаметно превратившаяся

⁷ Rose S. Orthodoxy and the religion of the future // Platina. 1979. P. 98—145.

в теорию безответственного оптимизма. Люди почему-то снова, подобно вольтеровскому лейбницианцу Панглоссу, уверовали, что все к лучшему, что завтра непременно должно быть лучше, чем вчера, почти независимо от выбираемой линии поведения. Быстрый технический прогресс как будто подтверждал чаяния оптимистов. Чудовищные войны, голод, геноцид, распад экологических систем, вымирание биосферы — опровергали, но это в счет не шло. Вера в сияющее будущее стала своего рода религией, не могла оспариваться.

Сейчас биологи, геологи давно бьют отбой. «Нет никакого закона природы, который гарантировал бы выживание человека. Верить, что такой закон есть — значит отказываться от личной ответственности», — пишет американский геолог П. Гретенер⁶. Новый катастрофизм уже пришел на смену теории постепенных неумолимых улучшений именно там, где полтора столетия назад произошло обратное, — в теории эволюции. Пора перестраиваться в том же направлении и общественному сознанию в целом. Здесь настороженное ожидание худшего, поражающее сперва в позиции отца Л.,

⁶ Катастрофы и история Земли. Новый униформизм. М., 1986. С. 98.

оказывается в целом целесообразней академической безмятежности и веры в неизбежность прогресса. Да, ожидание худшего, катастроф — но не для ухода и гибели, а во всеоружии знания, готовности принять меры, спасти. Конструктивный пессимизм, осознание серьезности всех наших недавних, нынешних и возможных будущих бед, включая «синдром Мирзы и Абая», — единственный способ нащупать путь из водоворота кризисной эпохи. Вместо безответственной веры, несущей гибель, и безответственной пассивности перед пропастью — трезвая надежда на вознаграждение серьезных усилий, на трудный выход к новому прогрессу.

Мирза и Абай, и многие иже с ними — ничтожество, не стоящие сами по себе даже минутного разговора. Они — орудия той силы, которая убила артиста Нигматулина. Спортсмен, каратист, Нигматулин мог бы раскидать убийц, но он нес в себе зародыш своей гибели. Но будем надеяться, этой ценой будут спасены многие другие. Для чего и нужен сегодня беспощадно открытый разговор о «второй реальности».

Ну а что касается вознамерившегося вернуться Мефистофеля, магии, паранауки, то и сейчас справиться с ними может и обязана только сама наука.

ЛИЦОМ К ЧЕЛОВЕКУ

В. П. Зинченко,
доктор психологических наук

СЕГОДНЯ мы все чаще вспоминаем изречение великих древнегреческих философов: человек — мера всех вещей. Но чтобы понять это, нужно «познать самого себя». Без познания нет меры. Однако «святое место пусто не бывает». По закону внушаемости человек принимает и примеряет на самого себя если не человеческие, то технические, экономические мерки. Или не принимает. Тогда он ищет другие. И ищет («не там, где потерял, а где светлее»). А кто ищет, тот всегда найдет. Только вот пока эти удивительным образом уживаются с неверием в приро-

ду (ее надо изменить, переделать, выдумать заново), в человеке (его надо усовершенствовать с помощью гениальной инженерии, например), в его разум (надо срочно создать искусственный интеллект). С такого рода неверием зачастую соседствует мистика. Болезнь эта крайне запущена, и лечить ее надо с помощью единственно верного средства — культуры. Именно поэтому тема, поднимаемая журналом, сегодня чрезвычайно важна.

Статья В. В. Гульдана — о страдающем сознании, о том, что ему необходима социальная, психологическая и часто

психотерапевтическая помощь. Если таковая отсутствует в рамках государственных структур, сознание ищет ее не в лучшем месте. И находит.

Читателю повезло. Квалифицированный психолог оказался причастным к этому делу. Он показал социально-психологические корни феномена Мирзы и Абая. Если бы не было этих гуру, появились бы другие. И они есть. Не знаю, хорошие ли психологи подобные «пастьухи», но слабые душевные струны в человеке они знают неплохо и могут на них воздействовать.

Воздействие на сознание, как известно, старше науки. Да-

же глубинная психология только сейчас пытается перейти от психоанализа к психосинтезу. Парапсихология старше психологии. Общество психических, или, точнее, парапсихических, исследований старше ассоциации научной психологии. В ее названии слово «научный» появилось для противопоставления приставке «пара». Так они и существуют независимо друг от друга. Когда я опубликовал статью «Парапсихология: фикция или реальность?»¹, мой американский коллега спросил меня, зачем я это сделал: у них свой бизнес, а у нас свой, пояснил он. Даже ассоциация американских иллюзионистов приняла решение не вмешиваться в их дела.

Случай с Мирзой и Абаем не столь безобиден, как может показаться на первый взгляд. И не очень удивляет, что эти люди психически здоровы. Еще наш замечательный психолог и невролог Ф. Д. Горбов говорил, что психиатрия — не паноптикум моральных уроков. И каждый должен это знать и чувствовать степень ближайшего и более отдаленного нравственного развития или падения людей, которым он так легко готов подчиниться.

Более сложная проблема — ликвидировать психологический дискомфорт личности и исключить возможность обращаться к Мирзе и ему подобным. Здесь нужна служба психологической помощи. Однако наша официальная психология пока, к сожалению, пренебрегает

глубинной психологией, да и до вершинной ей еще тоже далеко. Спасибо молодым психологам, которые на основе неформальных объединений начинают организацию такой помощи на свой страх и риск.

Вторая статья в публикуемой выше подборке заставляет задуматься тех читателей журнала, которые вольно или невольно оказывают влияние на массовое сознание. Это хорошая научная публицистика, которую не мешало бы осмыслить и нашим философам, причастным к созданию «реальностей-2, -3, -4 и т. д.», но несколько иного рода. Вообще создание любой реальности, отличной от действительности, — это демонстрация не отражательных, а творческих возможностей и сил человеческого сознания. И они настолько велики, что человек не только создает вторую природу, разрушает первую, но изменяет, совершенствует, деформирует, а иногда уродует собственную природу.

Автор «вопиет» о дефиците культуры, особенно культуры, связанной со сферой человеческой психики, сознания, духа. В статье отчетливо показана роль известных писателей и философов (к счастью, лишь одного) в истории с Абаем и Мирзой. Эти писатели и философ самым прямым и непосредственным образом создавали «реальность-2», т. е. творили картину мира (язык не поворачивается назвать ее художественной или философской), в которую едва ли верили сами. Живя в творимом ими театре абсурда, они в какой-то момент сами стали нуждаться в вере и поверили Мирзе, Абаю и т. д. В этом

смысле они одновременно и преступники, виновные в создании ложного образа, и жертвы, ищущие реальность в лживых образах, созданных не ими. Мысль о том, что может быть создан правдивый, верный, адекватный реальности образ, им просто не приходит в голову. Я, как психолог, не могу быть судьей, поэтому прихожу к самому благоприятному для них заключению: фиксирую вину, в которой одновременно вижу оправдание.

В статье, по сути дела, речь идет о картине мира, о месте, которое в этой картине занимает человек. Оно, к сожалению, далеко еще от почетного. Пока оно лишь «звучит гордо». На самом деле, человек еще не перестал быть винтиком, компонентом, средством достижения чуждых ему целей. Он сам еще не может поверить, что он не средство, а самоцель истории. Чтобы он в это поверил, необходимо изменить и его бытие, и его сознание. А последнее остается довольно узким. Его формирует технократия, вкупе со скверной философией и в отсутствие гуманитарной культуры. И здесь я бы не согласился с автором, который против расширения сознания. Я за его расширение, углубление, включение в него не только знаний, но и других ценностей: культурных текстов, символов, знаков, мира деятельности — действительного производства существования. В человеческом сознании должен быть представлен и сам человек во всей сложности его жизни, возможных коллизий, с его потребностями и смыслами.

¹ Вопр. философии. 1980. № 5. С. 120.

НА ПАПЕРТИ ХРАМА НАУКИ

С. П. Капица,

доктор физико-математических наук

В ТЕЧЕНИЕ уже многих лет в нашей печати, радио и телевидении продолжается обсуждение вопросов, связанных с кругом явлений, которые можно назвать паранаукой. В той или иной степени это относится к опытам по телепатии — передаче мыслей на расстоянии, телекинезу — перемещению предметов без видимого контакта, осуществлению диагностики и исцелению больных, предсказанию будущего. К этому же кругу интересов можно отнести поиски контактов в прошлом с внеземными цивилизациями, охоту за «снежным человеком» и наблюдения неопознанных летающих объектов — НЛО, всевозможные предположения, касающиеся Бермудского треугольника и Лохнесского змея. Тем временем на ЭВМ печатают карты биоциклов и астрологические расчеты. Недалеко как-то в самом центре Мюнхена я натолкнулся на роскошно обставленный салон, где за сорок марок можно получить Grosscomputer horoscopus на 20 страницах. Вот где могут вернуться иные кооператоры, вооружившись персональным компьютером и некоторым воображением.

Это лишь краткий перечень объектов, вызывающих жгучий интерес у столь многих. Что между ними общего? В первую очередь, то, что они находятся на границе знания. Антропологи издавна ищут промежуточные между человеком и его далекими предками звенья — существа. Археологи в своих исследованиях постоянно сталкиваются с загадками прошлых цивилизаций, астрономы и метеорологи ведут наблюдения как за внеземными, так и атмосферными явлениями, а медики, особенно психиатры, постоянно сталкиваются с самыми невероятными проявлениями богатой при-

роды самого человека. Эти явления можно и нужно изучать, причем традиции научного исследования требуют последовательного и логического анализа, проверки всех фактов и систематических, воспроизводимых опытов и наблюдений. Здесь нет необходимости и возможности подробно перечислять все характеристики научного метода и построения доказательств истины. Подчеркнем только, что в отличие от нормального судопроизводства, где на обвиняемом не лежит бремя доказательств своей правоты и невиновности, в построениях научных доказательств требуется как раз обратное — необходимо последовательно утверждать и доказывать свою правоту. Этот подход себя давно утвердил, и именно так было построено все надежное и взаимоувязанное здание мировой науки, где на переднем крае этих знаний идет непрерывная работа по продвижению дальше.

Однако с паранаукой дело обстоит иначе. В каждом из эпизодов мы видим утверждение, в лучшем случае пример, отступающий от указанного пути. НЛО потому и не опознаны, что находятся как раз за пределами досягаемости, а вместо того, чтобы искать им рациональное объяснение, их сразу наделяют необыкновенными, аномальными свойствами, якобы освобождающими в силу своей исключительности от бремени доказательств, принятых в обыкнове́нной науке. Опыты по телепатии и телекинезу отвечают давней мечте людей, равно как способность к предвидению будущего и исцелению болезней. Во всех случаях мечта, захватывающая и почти реальная, оказывается сильнее холодного рассудка. Более того, в этом видна понятная человеческая привычка к подмене верой

беспорных доказательств, ибо все, что сделано в науке до того, как оно стало частью научного знания, было верой, мечтой, удачей, находкой, даже везением, и потому никак не укладывалось в строгую и стройную картину науки.

Однако необычные в прошлом изобретения, как, например, радио, возможности которого намного шире любых мечтаний телепатов, родились из открытий физики, а не на пути изучения телепатии, которыми занимались задолго до открытия электромагнитных волн и вообще электричества. Равно, как наблюдения телекинеза существуют издавна, помимо развития механики от Аристотеля до Ньютона и Эйнштейна, а методы геофизики в равной мере развиваются помимо лозоискательства. Так сосуществуют наука и паранаука, однако в отличие от науки, прогресса в последней за обозримое время не наблюдается.

Нельзя отрицать, что многие великие ученые несомненно обладали неудержимым воображением и даже явной склонностью к мистическим построениям. Таинства превращений вещества в руках алхимиков породило химию. Астрология еще в XVII в. тесно переплеталась с астрономией. Гениальный Кеплер был практикующим астрологом, а Ньютон занимался, как это принято деликатно называть, нетрадиционным богословием. Однако уже давно обозначалась четкая граница между наукой, положительным научным знанием и паранаукой. Но почему же сегодня мы стали свидетелями такого интереса ко всему мистическому, аномальному и пограничному?

Исторический опыт убедительно свидетельствует, что это всегда происходит во времена духовного кризиса обще-

ства, времена смены ценностей, крушения установленных представлений и мировоззрений. Сейчас признано, что как в нашей стране, так и во всем мире мы переживаем такое время. Более того, уже 15—20 лет назад этот интерес ко всему пограничному был верным симптомом, сигналом о назревающем кризисе. Такой кризис Европа переживала в XVI—XVII вв., так было во Франции в канун Великой Французской революции, в России в годы реакции перед первой мировой войной и Великой Октябрьской социалистической революцией.

Что же делать сегодня? Во-первых, содержать в чистоте дом науки. Ничто так не манит всех тех, кто толчется на ее паперти, как признание, как приобретение респектабельности истинной научности. Вспомним, что в США 15 тыс. астрологов и всего 1,5 тыс. астрономов, равно как и бесчисленное множество прорицателей, лиц, практикующих самые разнообразные восточные культы, обладающие

особой притягательностью, целителей и даже шаманов, занимавших еще на заре человеческой культуры заметное место в примитивных обществах. Уступили Америке первенство в этой области.

Затем, несомненно, нужно шире пропагандировать принципы научного знания, его историю и развитие во всем многообразии форм. Достоинно сожаления, когда через каналы такого уважаемого и массового общества, как «Знание», иногда распространяется паранаука. Наконец, я думаю, что в эпоху гласности средствам массовой информации надо с возросшей ответственностью относиться к сообщениям на эти темы, какими бы захватывающими они ни были.

В этой проблеме, безусловно, есть необычайные возможности для комедий, человеческой комедии эпохи НТР. Однако это дело кино и театра: «Плоды просвещения» каждое поколение должно играть на свой лад! С другой стороны,

пусть печатаются астрологические предсказания, пусть в пределах законности процветают гадалки и целители, раз они кому-то нужны. Только давайте отделим их от науки, от медицины, от настоящего искусства, которое, к сожалению, сегодня угрожающе теснится кичем. (Так и суеверия вытесняют подчас более глубокие моральные построения религии.)

Быть может, расцвет мистики — это реакция на бездушный атеизм, не давший ни способов, ни путей решения моральных проблем, стоящих перед человечеством. В эпоху глубоких перемен люди больше всего нуждаются в поддержке и помощи, когда на смену старым должны прийти новые ценности и идеалы. Наконец, есть вечная проблема человека, тайна его личности, его поведения, самой его жизни и смерти. Предупреждение о том, что человека забыли, звучит сегодня не менее актуально, чем тогда, когда с великой прозорливостью напоминал об этом Чехов.

К ЧИТАТЕЛЯМ «ПРИРОДЫ»

Подписаться на естественнонаучный популярный журнал «Природа» можно в любом отделении связи. Подписка не ограничена.

Подписная цена:

на год — 9 р. 60 к.

на полугодие — 4 р. 80 к.

на квартал — 2 р. 40 к.

Цена одного номера — 80 к.

Индекс 70707

По желанию Вы можете подписаться на один или несколько номеров.

Обо всех случаях отказа в подписке просим сообщить в редакцию журнала по адресу: 117049, ГСП-1, Москва, Мароновский пер., 26.

УВИДЕТЬ ГАЛИЛЕЯ

Я. М. Пархомовский

РЕЧЬ пойдет о знакомом незнакомце. Знакомом потому, что нет, пожалуй, ни одного грамотного человека, не знающего, что великий итальянский ученый Галилео Галилей был в 1633 г. осужден инквизицией за книгу, в которой пропагандировалось учение Н. Коперника, и отрёкся от нее¹. Ему было навсегда запрещено что-либо публиковать. С тех пор и до самой смерти он был бессрочным «узником инквизиции». Незнакомец же потому, что неизмеримо меньше людей слышали о другой его книге: «Беседы и математические доказательства, касающиеся двух новых отраслей науки, относящихся к механике и местному движению»². Ее он написал, находясь фактически в заточении. Книга эта вышла в 1638 г. — 350 лет назад — втайне от инквизиции, не в Италии, а в Голландии. Писал ее старый, больной, полуслепой человек. (Он окончательно потерял зрение в 1637 г.)

Современники Галилея (да, возможно, и сам ученый) считали, что основные его достижения — в области астрономии, и его заслуги здесь действительно велики. Но время расставляет акценты по-иному. Оно показало, что **главной** является вторая книга ученого. В ней были заложены основы двух новых наук — динамики твердого тела и сопротивления материалов. Новыми и притом универсальными, пригодными не только для рассмотренных в книге вопросов, оказались и методологические принципы их решения, которые с тех пор кладутся в основу любого научного исследования. В этом непреходящая ценность книги.

Появление «Бесед» можно считать концом периода «цитатной науки», опиравшейся на авторитеты Аристотеля и других канонизированных церковью мыслителей, на цитаты и их толкование, и началом современного естествознания. Именно поэтому, говоря о величайших творцах физики, по праву называют имена: Аристотель — Галилей — Ньютон — Эйнштейн.

НОВАЯ НАУКА

«Мы создаем совершенно новую науку, предмет которой является чрезвычайно старым. В природе нет ничего древнее движения, но именно относительно него философами написано весьма мало значительного. Поэтому я многократно изучал на опыте его особенности... до сего времени либо неизвестные, либо недоказанные... Говорят, что естественное движение падающего тяжелого тела есть движение ускоренное. Однако в какой мере нарастает ускорение, до сих пор не было указано... Было замече-



Яков Моисеевич Пархомовский, доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник Центрального аэро-гидродинамического института им. Н. Е. Жуковского. Специалист в области механики и прикладной математики. Область основных интересов — аэромеханика и теория упругости. Лауреат Государственной премии СССР.

¹ Имеется в виду «Диалог о двух главнейших системах мира — птолемеевой и коперниковой» (1632).

² Все приводимые ниже цитаты даются по русскому переводу этой книги (М.; Л., 1934). Намеренно предоставляя в ряде случаев слово самому Галилею, автор хотел бы лучше передать аромат книги и колорит эпохи.

но также, что бросаемые тела или снаряды описывают некоторую кривую линию; но того, что линия эта является параболой, никто не указал» (с. 281—282). Такими словами начинается «день третий» книги³.

Выражаясь привычным для нас языком формул, Галилей далее устанавливает, что движение тяжелого тела (точнее, материальной точки) по гладкой плоскости, угол наклона которой к горизонту α , начинающееся из состояния покоя, описывается выражениями, хорошо известными из школьного курса физики:

$$v = at; S = \frac{1}{2} at^2.$$

Здесь v — скорость в момент времени t , S — путь за время t , g — ускорение силы тяжести, $a = g \sin \alpha$.

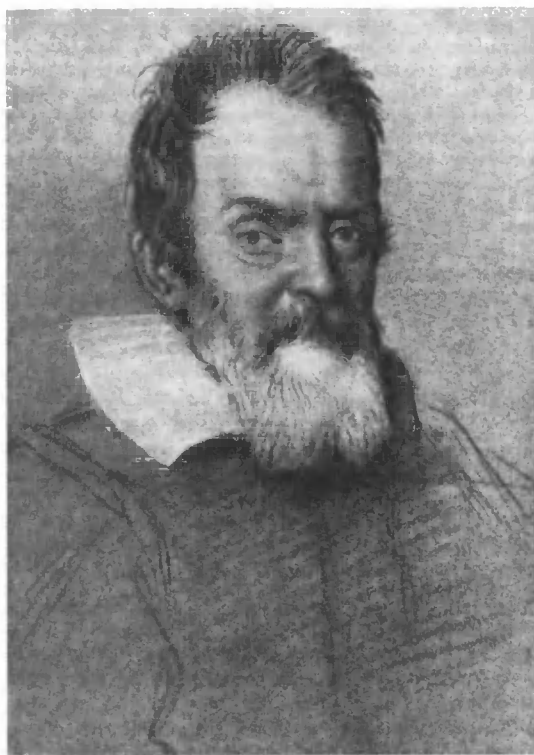
Будем точными. Этих формул в книге нет. (Вообще в книге, состоящей почти из 600 страниц, нет ни одной формулы!) Но доказаны предложения, которые, если записать их на алгебраическом языке, дадут именно эти школьные формулы. Приведем лишь два из них.

1. «...Скорости, приобретаемые одним и тем же телом при движении по наклонным плоскостям, равны между собой, если высоты этих наклонных плоскостей одинаковы» (с. 306).

2. «Если тело, выйдя из состояния покоя, падает равномерно ускоренно, то расстояния, проходимые им за определенные промежутки времени, относятся между собой, как квадраты времени» (с. 313).

Почему же Галилей изучает не свободное падение, а движение по наклонной плоскости? Дело в том, что второй вид движения содержит в себе движение по вертикали как частный случай. Но главное в другом. Во-первых, движение по наклонной плоскости гораздо легче наблюдать: неизмеримо проще поставить эксперимент, так как подходящим выбором угла можно заметно «растянуть» процесс по времени. Во-вторых, при меньших скоростях движения заметно уменьшается сопротивление среды, движение приближается к движению в пустоте.

Галилей создает расчетную модель — предполагает, что у падающего тела скорость изменяется пропорционально времени, т. е. ускорение постоянно. (Понятие ускорения не вводится; для этого потребо-



Галилео Галилей. 15.II 1564 — 8.I 1642.

валось еще добрых полсотни лет.) Постулируется, следовательно, первая формула. (Это пример феноменологического подхода к изучению явления. Ставится вопрос, не почему тело падает, а как падает.)

Предложение 2 можно записать как отношение

$$S_1 : S_2 = t_1^2 : t_2^2,$$

где S — путь, проходимый при движении по наклонной плоскости за время t . Вот эти-то величины и измерялись при эксперименте. Тогда при справедливости предложения 2 исходная посылка правильна, и, следовательно, свободное падение — равноускоренное.

Впервые в истории науки ставится эксперимент, который должен проверить расчетную модель. Целенаправленный эксперимент есть то, что Галилей ввел в качестве неотъемлемого элемента научного исследования.

Чрезвычайно важным для будущего науки явилось и следующее рассуждение

³ Книга разбита на «дни», каждый из которых посвящен особому вопросу.

⁴ Установление этих соотношений — также заслуга Галилея.

Галилея, которое по существу было первоначальной формулировкой закона инерции.

Представим себе, что выведенное в точке А из состояния покоя тело, двигавшееся по гладкой наклонной плоскости вниз, достигнув точки В, начинает подниматься вверх по наклонным плоскостям сначала ВЕ, затем ВF и т. д. В конечном счете, тело поднимается до точек Е, F и т. д., лежащих на той же высоте, что и А. Но движение вверх будет уже замедленным. Это замедление будет тем меньше, чем меньше угол наклона α этих плоскостей. В пределе при α , стремящемся к нулю, наклонная плоскость перейдет в горизонтальную. Следовательно, при движении по горизонтали будет отсутствовать замедление — скорость движения будет постоянной, а время движения бесконечным. Значит, предоставленное самому себе тело будет сохранять свое состояние прямолинейного равномерного движения.

КАК ДВИЖЕТСЯ БРОШЕННЫЙ КАМЕНЬ

Вопрос о том, как движутся брошенные тела, был одним из наиболее спорных и неясных для того времени. Так, итальянский ученый Н. Тарталья (тот самый, который указал способ решения кубического уравнения) утверждал, что путь тела складывается из прямолинейной части, примыкающей к ней дуги круга и, наконец, вертикальной касательной к этой дуге. Высказываний, аналогичных этому, было много.

Откровением прозвучало доказанное Галилеем предположение: «При сложном движении, слагающемся из равномерного горизонтального и естественно ускоренного движений, бросаемое тело описывает полупараболу» (с. 418).

Здесь — два открытия. Первое — правило, по которому складываются скорости двух независимых движений, так называемый параллелограмм скоростей. Второе — то, что траектория движения — парабола.

Дело в том, что естественными движениями со времен Аристотеля считались равномерное движение по прямой и по окружности. Даже Коперник не посягнул на «естественную» круговую орбиту и считал, что планеты равномерно движутся по концентрическим окружностям, в центре которых находится Солнце. И вот, в наиболее распространенном виде движения вдруг возникает парабола — кривая, хоть и известная еще древним грекам, но экзотическая настолько, что Галилей доказывает заново ряд ее свойств.

Галилей в заключение напишет: «Я допускаю... что выводы, сделанные абстрактным путем, оказываются в конкретных случаях далекими от действительности... что ни движение в поперечном направлении не будет равномерным, ни ускоренное движение при падении не будет соответствовать выведенной пропорции, ни линия, описываемая брошенным телом, не будет параболой...» (с. 428).


«Какая умница!» — замечаем мы с высоты последней четверти XX в. Траектория снарядов даже в конце XVII в. отличалась от параболы. Но при малых скоростях тела модель Галилея является хорошим первым приближением.

НЕ ДОВЕРЯТЬ ОЧЕВИДНОСТЯМ

П. Л. Капица как-то заметил, что М. В. Ломоносов знал химию в объеме

БЕСЕДЫ
И
МАТЕМАТИЧЕСКИЕ
ДОКАЗАТЕЛЬСТВА
касающиеся двух новых
ОТРАСЛЕЙ НАУКИ
относящихся
К
МЕХАНИКЕ
И
МЕСТНОМУ ДВИЖЕНИЮ
сильора
ГАЛИЛЕО ГАЛИЛЕЯ ЛИНЧЕО
философа и первого математика
светлейшего великого
герцога тосканского

С ПРИЛОЖЕНИЕМ О ЦЕНТРАХ
ТЯЖЕСТИ РАЗЛИЧНЫХ ТЕЛ



ПЕРЕВОД
С.Н. ДОЛГОВА
РЕДАКЦИЯ, ПРЕДИСЛОВИЕ И ПРИМЕЧАНИЯ
А.Н. ДОЛГОВА

ГОСУДАРСТВЕННОЕ
ТЕХНИКО-ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МОСКВА **ИЗДАТЕЛЬСТВО** ЛЕНИНГРАД

нынешнего 8-го класса, но дело в том, что все остальные знали ее в объеме гораздо меньшем. Вдумаемся в достигнутое Галилеем. В «Беседах» поставлены и решены простейшие задачи динамики — движение точки под действием постоянной силы. Не слишком ли мало, чтобы почитаться великим? По авторитетнейшему в то время мнению Аристотеля, чем тело тяжелее, тем быстрее оно упадет. И повседневный опыт, казалось, подтверждал эту очевидность. Все знают, к примеру, что размельченные в пыль частички камня, брошенные в воду, будут оседать на дно медленнее, чем целый камень. Галилей показал, что различие во времени падения объясняется не разной массой падающих тел, а разным сопротивлением среды их падению. Для пылинки это сопротивление относительно больше, чем для целого камня, потому что при уменьшении размеров тела его объем (а следовательно, и масса) убывает как куб линейных размеров, а поверхность тела — только как квадрат, сопротивление же среды пропорционально площади поверхности. В пустоте же — без сопротивления — время падения не должно зависеть от массы тела.

Итак, Галилей рассеял некоторые бытовавшие в его время предрассудки науки, «парадоксы общего невежества», как называл их известный физик Л. С. Мандельштам. Это, конечно, большая заслуга. Подобные предрассудки бытовали в науке и много позднее (потомки, наверное, найдут их и у нас). И все же вряд ли только этого достаточно, чтобы почитаться великим.

Непреходящим и измеримо более важным было другое. Галилей научил **не доверять кажущимся очевидностям**. В самом деле: свинцовый шар падает быстрее пробкового, но отнюдь не потому, что он тяжелее. Чтобы телега двигалась прямолинейно и равномерно, необходимо приложить к ней постоянное усилие; но отсюда не следует, что равномерное движение обусловлено приложением постоянной силы. Изю дня в день по небу ходит Солнце, но отсюда не следует, что Земля неподвижна...

И второе: «Философия написана в величайшей книге, которая постоянно открыта нашим глазам (я говорю о Вселенной); но нельзя ее понять, не научившись сперва понимать язык и различать знаки, которыми она написана. Написана же она языком математическим, и знаки ее суть треугольники, круги и другие математические фигуры» (с. 25). Здесь — зерно метода математического естествознания.

«ДЕНЬ ВТОРОЙ» — СОЗДАНИЕ СОПРОМАТА

В этом разделе изложены основы инженерной науки, которую позднее стали именовать «сопротивление материалов». Надо думать, здесь у Галилея просто не было предшественников. Он начинает с сопротивления тела растяжению и полагает, что твердое тело обладает свойством сопротивляться разрыву. Оно разрушается, если внешняя сила превосходит присущую данному телу силу сопротивления разрыву. Такой внешней силой может быть и вес тела. Поэтому подвешенный за верхний конец канат, брусок, колонна разрушатся, если их длина превзойдет определенную, предельную для данного материала величину. И Галилей показывает, что эта предельная длина не зависит для призматических тел от размеров поперечного сечения.

Далее Галилей переходит к «сопротивлению тела сгибания». Он считает, что и здесь разрушение тела происходит, если превзойдено сопротивление разрыву. Рассматривая балку, которая заделана одним концом в стену, Галилей думает, что при изгибе все продольные элементы тела растягиваются **равномерно**.

Предположение Галилея о равномерном растяжении оказалось неверным. В изогнутой балке часть волокон растягивается, другая — сжимается, и в действительности распределение напряжений иное. Но это было установлено только спустя почти 200 лет.

В «дне втором» впервые сформулированы и использованы основные положения теории подобия; важнейшие соотношения, используемые при создании конструкций; объяснено, почему наземные животные не могут достигать величины китов, а также многое другое...

ПРИМЕТЫ ВРЕМЕНИ

Чтобы оценить любое произведение, надо мысленно перенестись в эпоху его создания, в данном случае на три с половиной столетия назад.

Всесильно влияние церкви и ее беспощадной карающей десницы — инквизиции. От нее некуда скрыться и нет защиты. А церковь объявляет, что мысль о движении Земли безумна и нелепа с философской точки зрения и, кроме того, заключает в себе формальную ересь. Выступить

в защиту идеи Коперника — значит идти на прямой конфликт с церковью со всеми вытекающими отсюда последствиями. Галилей на такой поступок осмелевается. И идут на него доносы явные и тайные. Казалось бы, после суда Галилею следовало замолчать, а он, старый и больной, снова выступает, теперь уже против Аристотеля, чей авторитет дотолде незабываем, учение освящено церковью и труды изучаются в университетах.

Зримые приметы времени — в методах научного исследования, необычных для нас. Каким, к примеру, способом автор устанавливает справедливость вышеупомянутого положения 2. «Вдоль узкой стороны... деревянной доски длиной около двенадцати локтей, шириной пол-локтя и толщиной около трех дюймов был прорезан канал шириной немного больше одного дюйма... и, чтобы сделать его достаточно гладким и скользким, оклеен внутри возможно ровным и полированным пергаментом; по этому каналу мы заставляли падать гладкий шарик из твердшей бронзы... Установив изготовленную таким образом доску, мы поднимали конец ее над горизонтальной плоскостью когда на один, когда на два локтя и заставляли скользить шарик по каналу. <...> Сравнивая время прохождения всей линейки со временем прохождения половины, двух

третьей... повторяя опыты сотни раз, мы постоянно находили, что отношение пройденных путей равно отношению квадратов времени их прохождения при всех наклонах плоскости. <...> Что касается способа измерения времени, то мы пользовались большим ведром, наполненным водою и подвешенным наверху; в дне ведра был продран узкий канал; через этот последний вода изливалась тонкой струйкой и собиралась в маленьком бокале в течение всего того времени, как шарик спускался по всему каналу или части его; собранные таким образом количества воды каждый раз взвешивались на точнейших весах; разность и отношение веса воды для разных случаев давали нам разность и отношение времен падения...» (с. 320—321).

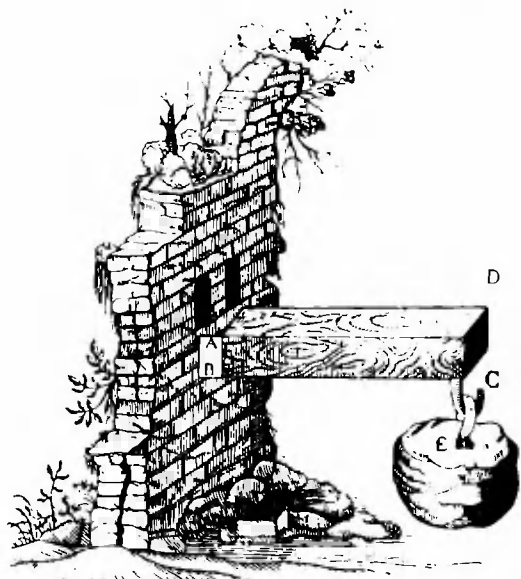
Перед нами описание едва ли не первого в истории науки целенаправленного эксперимента. При его выполнении особое внимание обращается на повторяемость, воспроизводимость опыта — т. е. на то, что теперь стало азбукой любого эксперимента.

Почему же время измеряется столь необычным способом? Дело в том, что таких часов, к которым мы привыкли с детства, еще не было. А измерять Галилею нужно было малые промежутки времени. Действительно, согласно данным Галилея (длина наклонной плоскости 12,5 локтей, высота ее 1,5 локтя, локоть примерно равен 50 см), получим, что вся плоскость проходит за 3,3 с, а ее половина за 2,3 с.

Часы XVII в. таких промежутков времени измерить не могли. И Галилей поступает весьма остроумным и единственно возможным способом. Он измеряет не величину t , а пропорциональный ей вес вытекшей воды. Его в ту пору можно было уже измерять достаточно точно.

Создание приборов для измерения точного времени также, по существу, началось с Галилея. Наблюдая за колебаниями паникадила, Галилей заметил, что продолжительность каждого размаха остается неизменной, хотя сами размахи становятся все меньше. Моделью паникадила служит маятник — нить, несущая на конце груз. Продолжая опыты с маятником, он установил, что период колебаний данного маятника нельзя не убыстрить, ни замедлить и что период колебаний маятника не зависит от массы груза.

Другая примета времени — отсутствие столь привычных для нас формул. Есть только геометрические терминология и доказательства. И дело здесь совсем не в пристрастии Галилея к Евклиду. Геометрия — единственный тогда способ матема-



Гравюра из «Бесед», поясняющая «сопротивление тела сгибанию».

тической обработки результатов. Алгебраических формул человечество еще не знает. Формулы выражают словами, фразами. Эти фразы тем сложнее (и непонятнее), чем сложнее соотношения между величинами. Один сравнительно простой пример словесной записи пропорции: «Четыре величины пропорциональны между собой тогда, когда любые равные кратные первой и третьей величины всегда одновременно больше, меньше или же равны любым равным кратным второй и четвертой величины» (с. 537). Потребовалось еще столетие, чтобы, например, формула для корней квадратного уравнения приобрела вид, близкий к современному. (Мы говорим близкий, потому что еще в середине XVIII в. а² записывали как аа.)

Примечательно, что Галилей ни словом не обмолвился об экспериментальной проверке своей теории движения брошенного тела. Блестящий экспериментатор, он не смог придумать такие опыты, которые можно было бы реализовать в его время.

ЭНЦИКЛОПЕДИЯ ФИЗИКИ

Читая книгу, которая по сути является энциклопедией физики начала XVII в., поражаешься разносторонности интересов Галилея, его пылкости, наблюдательности, обилию полученных результатов.

В «дне первом» среди других рассуждений излагается идея того, как определить скорость света, объясняется явление резонанса... Многие ли знают, что, когда о силах, действующих на летящий в неподвижном воздухе самолет, судят по испытаниям в аэродинамической трубе, где модель неподвижна, а поток воздуха на нее набегает, то используется открытый Галилеем принцип относительности? Изощренная наблюдательность Галилея смогла зацепиться за одинаковый период качаний паникадила, и тем самым были заложены основы еще одной науки — теории колебаний.

Он слышит об изобретенном в Голландии приборе, который позже назвали телескопом, и этого для него достаточно, чтобы из органной трубы и двух линз самому построить «зрительную трубу». Непрерывно совершенствуя ее, Галилей создает лучшие телескопы своего времени (уступавшие все же нашим школьным телескопам!) Такой-то телескоп Галилей догадался направить в небо. Если А. Левенгук — основатель научной микроскопии, то Галилей — первопроходец в мирах, отделенных от нас десятками и сотнями миллио-

нов километров, открывший горы на Луне, пятна на Солнце, фазы Венеры, спутники Юпитера. Он совершил переход к инструментальной астрономии.

Галилея можно назвать первым ученым-инженером. Изучая колебания маятника, он тут же предлагает использовать свойство изохронности его колебаний для измерения времени; изучая свойства циклоиды, он замечает, что в форме звеньев этой кривой можно строить арки мостов (вместо арок круговых). Замечание верное и тем более примечательное, что основано только на интуиции.

Не занимаясь специально математикой, он высказывает и здесь суждения, даже сегодня звучащие современно. Так, рассуждая о соотношении конечного и бесконечного, он замечает (говоря о бесконечных множествах): число квадратов не меньше, чем число всех чисел, и последнее не больше, чем первое! (с. 96). Этот вывод может казаться заимствованным у Г. Кантора, разработавшего в конце XIX в. основы теории множеств.

«Недостаточно родиться великим человеком, необходимо родиться вовремя», — писал французский историк Ф. Минье. М. В. Ломоносов и Н. И. Лобачевский родились, с этой точки зрения, не вовремя. Их идеи настолько превосходили уровень познаний того времени, что окружавший их научный мир считал и Ломоносова, и Лобачевского людьми «с тяжелым характером, неоправданным, большим самомнением». Надо думать, что для того, чтобы великому быть рожденным «вовремя», необходимо, чтобы его идеи были более близки эпохе, чтобы недостаточность или неправильность старых воззрений ощущалась, чтобы уровень нового был, если угодно, доступен пониманию. Все это, по счастью, имело место у Галилея. В этом ему повезло. Но зависть, недоброжелательство, клевету, интриги вкусил он в полной мере.

Любой человек, в том числе и выдающийся, — продукт своего времени, он исторически ограничен. Возвышаясь в некоторых отношениях над временем, он в других отношениях разделяет его предрассудки и предубеждения. Более того, шагнув в чем-то за рамки времени, он не всегда в состоянии оценить размер достигнутого им самим и тем более другими.

Сформулировав по существу закон инерции, Галилей так и не осознал до конца значение им достигнутого, отметив его, как один из многих, но отнюдь не центральный результат.

Поставив во главу любого научного исследования целенаправленный эксперимент, он и здесь не всегда последователен. Даже имея под рукой технику своего времени, он мог бы проверить свою модель изгиба. Не проверял!

Когда И. Кеплер послал ему свою работу, содержащую революционное открытие — закон об эллиптических орбитах планет, с просьбой высказать свое мнение, Галилей ответил молчанием. Возможно, закона этого он не понял, не воспринял, а быть может, не согласился. Слишком «неестественным» было такое движение. И это несмотря на то, что он сам установил «неестественную» параболическую траекторию брошенного тела.

Но не надо корить предшественников за их ограниченность.

«Беседы» поражают не только богатством материала, но и характером изложения. В истории науки это, возможно, единственная из основополагающих книг, написанная не в форме строгого научного трактата, а в форме живого диалога, с отступлениями, шуткой. Собеседников трое. Один из них — представитель автора (иногда даже сам автор), другой — сторонник автора или благожелательно к нему относящийся, третий — оппонент, аристотелианец. Возражения оппонента позволяют Галилею привести дополнительные доводы, подкрепляющие его позицию. В некоторых случаях автору приходится признавать, что он объяснения не нашел.

Такая форма изложения материала делает книгу интересной читателю. В ней строгая научность (в критериях начала XVII в.) сочетается с популярностью изложения. Простота и доступность рассуждений — вот на что обращает серьезное внимание Галилей, ставя себе это в особую заслугу. Он вербует себе сторонников и делает для этого все возможное. Именно по этой причине основная, большая часть книги написана по-итальянски, а не на латыни — языке ученых.

Книга, по замыслу Галилея, предназначалась не только для ученых, но и для широкой аудитории. К ней обращается он через голову инквизиции: «... я хотя и

молчу, но провожу жизнь не совсем праздной» (с. 34). Эта книга должна была реабилитировать ученого за «отступничество».

Как же оценить поступок старого большого ученого, который отрекся под нажимом инквизиции от своих взглядов? Мне представляется, что своими «Беседами» Галилей дал ответ на этот вопрос. Его книга о системе Коперника уже вышла, жила самостоятельной жизнью, и ценой видимого отступничества Галилей дал людям новые знания, дотоле им неизвестные.

Конечно, не будь «Бесед», человечество так или иначе, но узнало бы о сообщенных там знаниях. Но появление «Бесед», несомненно, значительно ускорило развитие науки. Открытия последующих исследователей — Х. Гюйгенса, И. Ньютона, Г. Лейбница — опирались на это хорошо ими изученное сочинение.

Судьба научных сочинений, даже научной классики, как правило, одна и та же. Спустя некоторое время их, может быть, читают только историки науки. Первооткрыватели не всегда идут к истине самым прямым и коротким путем. Они подчас ненароком «натываются» на нее. Но после того как открытие сделано, результат получен, путь к нему может быть более простым, более доступным. В учебниках и излагается этот (все время совершенствующийся) прямой путь. А работы первооткрывателей мирно покоятся на стеллажах научных библиотек. Никто сегодня не изучает геометрию по сочинениям Евклида или дифференциальное и интегральное исчисление по книгам Лейбница.

Это справедливо при первоначальном обучении науке. Но небрежение этими книгами вообще — несправедливо и неоправданно. На книгах классиков науки лежит отсвет гения их создателей. В них есть мысли и соображения, которые оказываются полезными и свежими сегодня. Подчас новое оказывается прочно забытым старым. Поучительны даже заблуждения первооткрывателей. Быть может, поэтому В. М. Стеклов, А. Н. Коркин и другие крупные ученые заставляли своих аспирантов некоторые вопросы изучать по первоисточникам.

«НОВАЯ СУША В

Под таким названием в октябрьском номере «Природы» за 1913 г. была опубликована заметка о самом крупном географическом открытии XX в. В ней сообщалось: «Русские ледоколы «Таймыр» и «Вайгач» открыли в Ледовитом океане огромный участок суши по размерам не меньше Гренландии (телеграмма г. Вилькицкого называет его даже материком), простирающийся, по словам телеграммы, за 81° с. ш. и 102° в. д. Суша эта получила название з. Императора Николая II». Честь открытия Северной Земли (это название архипелагу присвоили в 1926 г.) принадлежит участникам русской Гидрографической экспедиции Северного Ледовитого океана под руководством Б. А. Вилькицкого. Об этом неординарном событии в истории географии, которому исполнилось 75 лет, уникальной экспедиции и ее начальнике рассказывают инженер-гидрограф Б. П. Водопьянов и морской офицер историк А. С. Бережной.

ИМЕНИ БОРИСА ВИЛЬКИЦКОГО

Б. П. Водопьянов

Гидрографическое предприятие
Министерства морского флота СССР
Ленинград

В СЯКИЙ раз, проходя на транспортном судне или ледоколе проливом Вилькицкого, я пристально вглядываюсь в очертания вершин Северной Земли.

Любопытна история открытия этого архипелага. Шел двадцатый век, его второе десятилетие. А огромный скалистый архипелаг, размерами превосходящий Бельгию, удаленный от азиатского материка всего на тридцать шесть миль к северу, лежал в полной безвестности. Узким проливом между архипелагом и материком к этому времени успело пройти несколько полярных экспедиций — Н. А. Э. Норденшельд на «Веге», Ф. Нансен на знаменитом «Фраме», Э. В. Толль на яхте «Заря». Все они,

огИБая Таймырский п-ов, держались ближе к материковому берегу, от которого ветры отжимали лед. Они проходили в каких-нибудь двух десятках миль от грандиозного географического открытия.

Для знающего глаза непривычно и дико выглядит карта Ледовитого океана без четырех крупных, плотно подогнанных друг к другу североземельских островов. Между тем такая карта лежит на столе передо мной. Год издания 1912-й. К северу от мыса Челюскин вплоть до верхней рамки — чистая бумага, океан.

Такие же точно карты лежали на штурманских столах ледокольных судов «Таймыр» и «Вайгач», когда они холодным ту-

ЛЕДОВИТОМ ОКЕАНЕ»



Б. А. Вилькицкий — руководитель Гидрографической экспедиции Северного Ледовитого океана в 1913—1915 гг. Фото 1914 г.

маным августовским утром 1913 г. приближались с востока к мысу Челюскин. Оба судна принадлежали Гидрографической экспедиции Северного Ледовитого океана. Экспедиция работала четвертый год, постепенно продвигаясь от Берингова пролива на запад. Начальником экспедиции был 28-летний офицер Борис Андреевич Вилькицкий.

Только что было обследовано морское побережье от устья Хатанги до мыса Челюскин. Оставалось обогнуть этот мыс и следовать через Карское море на запад, в Архангельск.

Однако к вечеру на горизонте был обнаружен лед, и когда оба судна ткнулись в него своими стальными форштев-

нями, он оказался сплошным и непреодолимым.

Легко представить, какое лютое разочарование охватило мореплавателей, когда они убедились, что путь на запад для них закрыт. Не каждый моряк мыслил такими категориями, как слава и польза Отечества, но о близком отдыхе после нескольких многотрудных месяцев мечтали все.

Оставалось одно — не теряя времени, повернуть назад.

«Но,— пишет в своем отчете Б. А. Вилькицкий,— непреодолимое желание состава экспедиции пройти в Европу побудило по крайней мере убедиться в полной невозможности этого прохода, и транспорты туманным утром 20 августа пошли на север вдоль самой кромки ледяного поля!»¹

Замечательные слова! Они как четкий водораздел между простой исполнительностью и дерзанием. Устремиться за горизонт, заглянуть в неведомое, шагнуть в нехоженое. Ведь принять решение, о котором пишет Борис Андреевич, в той обстановке мог лишь один человек — он сам.

Они пошли вдоль кромки льда и открыли Северную Землю...

Близка, понятна и симпатична мне личность Бориса Андреевича Вилькицкого. Как собрат по профессии, я светло завидую той части его жизни, которую он посвятил любимому делу открытия неведомых земель.

В скромной по объему литературе о деятельности экспедиции нередко проглядывает желание авторов приписать все ее успехи и открытия одной лишь удаче. Даже само назначение Бориса Андреевича начальником экспедиции связывают с высоким положением его отца — начальника Главного гидрографического управления генерал-лейтенанта Андрея Ипполитовича Вилькицкого.

¹ Вилькицкий Б. А. Последнее плавание и открытие экспедиции Северного Ледовитого океана // Армия и флот. 1914. № 10. С. 23. Здесь и далее даты даны по старому стилю.

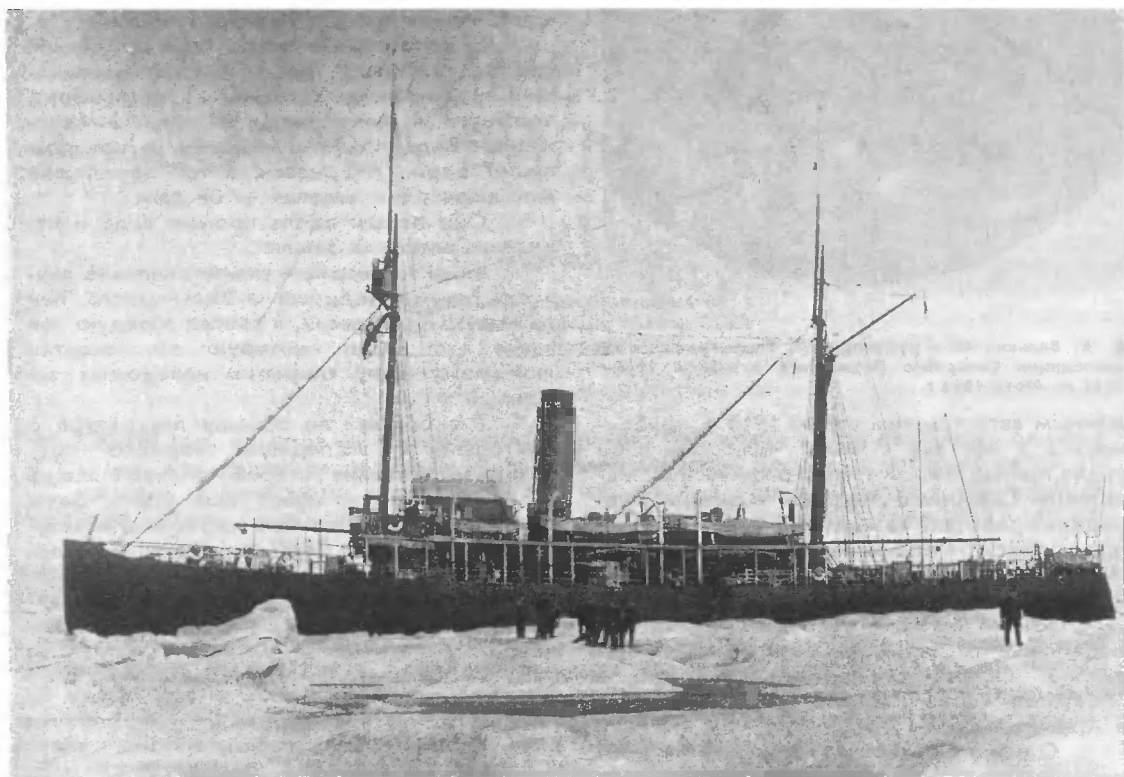
Казалось, многое давалось ему без видимых усилий — чины и ордена, сложные науки и громкие открытия. «Все во льдах — счастье и удача», — сказал он, уходя в очередное плавание. Блестящий офицер, красавец и оптимист, он был воистину бальваном судьбы, но лишь в той мере, в какой сам шел ей навстречу.

Кстати, о назначении начальником. Известно, что отец Бориса Андреевича в свое время заявил прямо и во всеуслышание: «Пока я жив, мой сын не будет начальником экспедиции». Так оно и случилось: назначение на должность последовало только после смерти отца. Зато пробыл он в ней вплоть до расформирования экспедиции в 1915 г. Деталь немаловажная. Получив придворное звание флигель-адъютанта за свои труды и открытия, о которых капитан нансеновского «Фрама» О. Свердруп сказал, что они вернули России право на почетное место в ряду стран — исследовательниц полярных морей, Борис Андреевич отнюдь не стал царедворцем. Даже вновь открытый архипелаг он предлагал назвать Землей Тайвай в память обнаруживших ее

экспедиционных судов «Таймыр» и «Вайгач». Когда же с легкой руки неутомимых газетчиков архипелаг нарекли Землей Николая II, сами судите, была ли возможность спорить?

Нет, не до придворных интриг было начальнику большой русской экспедиции, которую после открытия архипелага впереди ждали еще два года труднейших работ среди полярных льдов. Уточнялись на картах очертания морских побережий, открывались новые острова и проливы, измерялись глубины, изучались течения. Предстояло еще в 1914/15 г. сквозное плавание с востока на запад с его тяжелой, бесконечной зимовкой у берегов Таймыра, с грозными ледовыми сжатиями, с опасным пешим переходом части экспедиции к устью Енисея. Предстояло еще нести и нести бремя забот и личной ответственности за порученное дело. Предстояло пережить тревогу за судьбу родной страны, ввергнутой в пучину первой мировой войны...

И тем досаднее, что в годы, когда ломалась старая жизнь, Борис Вилькицкий не сумел разобраться в происходящем и —



опытнейший штурман! — ошибся в выборе пути. Нет, он не стал врагом новой России. Он стал ее добровольным изгнанником и выпил эту горькую чашу до дна. Стать в расцвете сил известным русским полярным исследователем и окончить свои дни в глубокой старости безвестным частным лицом в католическом приюте чуждой для него Бельгии — это ли не человеческая трагедия!

Зато на картах полярных морей его имя стоит в ряду самых славных имен. Для первооткрывателя не может быть чести выше этой!

Кстати, об именах на картах. Вплоть

до пятидесятых годов пролив, отделяющий Северную Землю от материка, назывался проливом Бориса Вилькицкого. Потом какой-то большой морской администратор приказал для краткости именовать его просто проливом Вилькицкого. И напрасно, ибо русская морская история знает двух Вилькицких — отца и сына. Имена обоих неоднократно встречаются на картах. Оба прославились делами куда более важными, чем самовольное переименование проливов с целью экономии типографических шрифтов.

«ТАЙМЫР» И «ВАЙГАЧ» В МОРЯХ АРКТИКИ

А. С. Бережной,

действительный член Географического
общества СССР
Рига

П АРАДОКСАЛЬНО, но полярные предприятия прошлого, заканчивавшиеся иной раз трагически и не приносившие больших научных результатов, были удостоены куда большего внимания, чем русская Гидрографическая экспедиция Северного Ледовитого океана (ГЭСЛО) на «Таймыре» и «Вайгаче». Достаточно вспомнить экспедицию Г. Я. Седова к Северному полюсу или канувшую в неизвестность экспедицию Г. Л. Брусилова¹. Недавно оказавшаяся в моих руках октябрьская книжка «Природы» за 1913 г., а также материалы из архивных хранилищ и библиотек страны дали повод вспомнить добрым словом полузабытую экспедицию, так много сделавшую для освоения Северного морского пути. Справедливости ради надо сказать, что и «Природа», и некоторые другие дореволюционные издания России к работе ГЭСЛО в Арктике, вплоть до успешного ее завершения в Архангельске в сентябре 1915 г., обращались не раз. Но затем об экспедиции

и ее делах довольно быстро говорить перестали... Впрочем, начнем все по-порядку.

Гибель русской эскадры в Цусимском бою и другие горькие последствия русско-японской войны 1904—1905 гг. заставили, наконец, царское правительство обратить внимание на предложения видных ученых и общественных деятелей (и в их числе Д. И. Менделеева и С. О. Макарова) о необходимости освоения морского пути вдоль «северного фасада России»². В 1906 г. созданная при Морском министерстве комиссия признала «возможность практического использования этого пути при условии гидрографических исследований некоторых малоизвестных районов северного побережья, для которых было решено воспользоваться первыми годами службы двух транспортов-ледоколов, строящихся для охраны промыслов в Ледовитом океане»³. Так получил реальное воплощение в жизнь замысел организации гидрографической экс-

¹ Каневский З. М. «Не сотвори себе кумира» // Природа. 1988. № 8. С. 72—79.

² Волков Н. А. «Колумб Российский между льдами» // Природа. 1986. № 6. С. 53—64.

³ ЦГАВМФ. Ф. 414. Оп. 1. Д. 3914. Л. 1.



Экипаж «Таймыра». В первом ряду сидят офицеры (в белых кителях) — Д. А. Александров, А. Н. Жохов, Б. А. Вилькицкий, Л. М. Старокадомский, А. Г. Фирфаров, А. М. Лавров. Стоят — Д. Р. Анцев, Н. И. Евгенов, Г. Г. Гвоздецкий. Фото 1914 г.

педиции, по своему численному составу и научным целям во многом не знавшей аналогов ни в России, ни за рубежом.

Хотя ГЭСЛО официально носила название «гидрографической», на самом деле она представляла собой широко задуманное и богато оснащенное комплексное полярное предприятие, в снаряжении которого помимо Главного гидрографического управления принимали участие Петербургская Академия наук и Русское географическое общество. Помимо чисто гидрографических, так называемых описных работ (составления карт и лоций, сбора гидрологических и метеорологических данных), в программу ГЭСЛО были включены биологические, геологические, геофизические и астрономические исследования. Инициаторами и организаторами уникальной для своего времени экспедиции были известные ученые Д. И. Менделеев и Ю. М. Шокальский, начальник

Главного гидрографического управления генерал-лейтенант А. И. Вилькицкий и адмирал В. П. Верховский, известные судостроители А. Н. Крылов и Д. В. Скворцов.

Главное оснащение экспедиции — однотипные ледокольные транспорты «Таймыр» и «Вайгач» были первыми в истории арктического мореплавания ледокольными судами со стальными корпусами, по типу нансеновского «Фрама» имевшими яйцевидную форму, что должно было способствовать выжиманию их вверх при возможном сжатии льдов, особенно при вынужденной зимовке. Построены они были в 1909 г. на Невском заводе: по русским чертежам, русскими инженерами, из отечественных материалов. Оба корабля также впервые были оснащены замечательной новинкой того времени — беспроволочным телеграфом (т. е. радио!), радиус действия которого составлял 150 миль, что значительно повыша-

ло их практическую эффективность. Для работы в различных полярных условиях на ледоколах были предусмотрены моторные катера, вельботы и лодки-ледянки, всевозможные ручные инструменты и оборудование, меховая одежда, лыжи и разборные сани. На заключительном этапе экспедиции в 1914 г. впервые в мировой практике была сделана даже попытка применить для ледовой разведки французский аэроплан «Фарман», находившийся на борту одного из судов. На случай вынужденной зимовки экипажи ледоколов были обеспечены провизией на 16 месяцев, запас угля обеспечивал дальность плавания ледоколов свыше 700 миль при его расходе 6 т в сутки⁴.

Как суда военного флота, «Таймыр» и «Вайгач» были полностью укомплектованы военными моряками, добровольно пожелавшими работать в суровых арктических условиях. Команда каждого ледокола состояла из 5 офицеров, инженер-механика, врача и 40 нижних чинов. Командовал экспедицией полковник корпуса флотских штурманов И. С. Сергеев, ставший вскоре генерал-майором — опытный гидрограф-геодезист, немало поработавший перед тем в северных широтах, однако человек предельно осторожный.

После перехода южным путем из Кронштадта во Владивосток в конце августа 1910 г. экспедиция отправилась на разведку в Берингов пролив. А в двух последующих плаваниях в 1911 и 1912 гг. ГЭСЛО исследовала и положила на карты моря, заливы и проливы Восточной Арктики до берегов Таймыра.

В свой четвертый, наиболее результативный арктический сезон «Таймыр» и «Вайгач» вышли с Владивостокского рейда 26 июня 1913 г. — почти на месяц позднее, чем в предыдущий. Из-за необычно суровой зимы суда были вынуждены заниматься ледокольными работами в порту. Были назначены новые командиры экипажей. На «Вайгач» — старший лейтенант П. А. Новопащенко, на «Таймыр» — капитан 2-го ранга Б. А. Вилькицкий⁵.

За плечами молодого офицера (он родился 22 марта 1885 г. в Петербурге) были Морской кадетский корпус, из которого он в 1903 г. был выпущен восемнадцати-

летним мичманом, затем русско-японская война, участвуя в которой он получил тяжелое ранение пулей навывлет, а за особое мужество и храбрость награжден боевыми орденами, и Морская академия. Вскоре Вилькицкий возглавит ГЭСЛО и это назначение окажется как нельзя кстати. Смелый новаторский поиск при плавании во льдах, строгое следование правилам морской практики и традициям гидрографической науки уже вскоре принесут ему заслуженную известность в морских кругах. Именно под руководством Вилькицкого, труды которого уже в том же 1913 г. будут отмечены большой золотой медалью Русского географического общества, а затем и золотыми медалями географических обществ Швеции и Франции, ГЭСЛО удастся так много сделать для отечественной науки.

Итак, в задачу плавания 1913 г. входило продолжение гидрографических работ к западу от устья Лены, а также у восточных и северных берегов Таймыра. И, если посчастливится, — завершить сквозной маршрут до Архангельска.

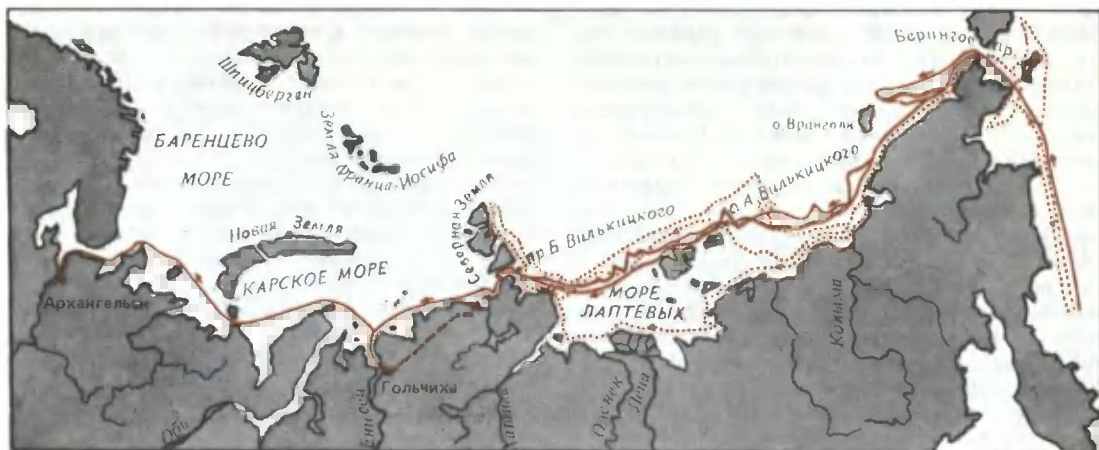
Но начало долгожданного похода было омрачено неудачей. 11 июля в бухте Эмма, на Чукотке, куда ледоколы зашли для пополнения запасов воды и угля, опасно заболел начальник экспедиции генерал-майор Сергеев.

Через несколько дней томительного ожидания у Ново-Мариинска через Анадырскую радиостанцию из Петербурга пришел приказ продолжать работу согласно намеченной программе. Руководителем экспедиции назначался Вилькицкий, как старший из командиров кораблей, оставшийся одновременно и командиром «Таймыра». В отличие от своего предшественника, не допускаящего и мысли о расхождении судов за пределы зоны радиосвязи, он сразу же пошел на это нововведение, что оказалось весьма удачным и в дальнейшем в немалой степени способствовало успехам арктической экспедиции.

24 июля, войдя в Северный Ледовитый океан, ледоколы разделились: «Таймыр» пошел с промерами вдоль материкового берега, «Вайгач» лег курсом на о. Врангеля. Встретившись затем у Медвежьих о-вов, они поменялись маршрутами и «Таймыр» двинулся к северу. Именно в этой части арктического бассейна была в 1881 г. раздавлена мощными льдами шхуна «Жаннетта» американской экспедиции Дж. Де-Лонга. При попытке обогнуть Новосибирские о-ва с севера был открыт остров, в последующем получивший имя Андрея Ипполитовича Вилькицкого — отца начальника

⁴ Там же. Л. 1—69.

⁵ В первом и втором плавании «Таймыром» командовал старший лейтенант Б. В. Давыдов, ставший в советское время крупным гидрографом-исследователем, «Вайгачом» — в первую навигацию капитан 2-го ранга А. В. Колчак, а затем старший лейтенант К. В. Ломан.



Плавание «Таймыра» и «Вайгача» в 1913 г. (пунктирная линия), 1914—1915 гг. (сплошная линия). Штриховая линия — пеший маршрут.

экспедиции, немало и плодотворно поработавшего в западной части Арктики. Затем обогнув архипелаг Новосибирских о-вов и продвигаясь западнее, «Таймыр» удачно решил еще одну загадку. Его курс был проложен именно в том районе, где предполагалось существование «Земли Санникова». Но никаких признаков земли, а равно и изменений глубин ледоколов не обнаружил.

Вскоре корабли, поддерживая радиосвязь, опять раздельно направились уже к близкому теперь мысу Челюскин. Но когда соединились и подошли к нему 19 августа на расстояние видимости, то оказалось, что здесь, как и в прошлом году, лежал тяжелый, невзломанный лед. «Неожиданное препятствие, завершившее такой благоприятный поход,— вспоминал впоследствии Вилькицкий,— повергло всех в раздумье. Идти на север казалось и бесполезным и опасным»⁶. Но командир отдал приказ, и утром 20 августа транспорты пошли на север, вдоль самой кромки ледяного поля.

Примерно через 25 миль по курсу ледоколов открылось огромное скопление торосов, которые как бы окаймляли лежащий впереди берег. Он оказался южной частью небольшого острова, названного впоследствии Малым Таймыром. А на рассвете 21 августа на утреннем светлеющем горизонте стали вырисовываться высокие заснеженные горы. В числе первых, увидевших землю, были старший штурман «Вайгача»

Н. И. Евгенов и старший врач «Таймыра» Л. М. Старокадомский.

По мере того как ледоколы приближались к неизвестной земле, вид ее берегов становился все внушительнее. Горы, отдельные пологие вершины которых достигали высоты нескольких десятков метров, круто спускались к морю. Полосы свободной ото льда воды тянулись далеко на север.

«Земля Императора Николая»,— отмечал позднее в своих воспоминаниях Б. А. Вилькицкий,— представляет собой с северо-восточной стороны гористую возвышенность, не менее 1000 футов, со сползающими в некоторых местах ледниками; кое-где вдоль гор тянется низменная прибрежная полоса в несколько верст ширины. Посреди земли море вдается в берег. Быть может, это пролив, разделяющий ее на два больших острова?»⁷

Предположение Вилькицкого относительно «многоостровной» природы открытой земли впоследствии подтвердилось — в 1930—1932 гг. на Северной Земле работала советская экспедиция в составе Г. А. Ушакова, Н. Н. Урванцева, С. П. Журавлева и В. В. Ходова, которая на собаках и пешком произвела здесь тщательное обследование и картографирование — эта суша в действительности оказалась архипелагом четырех крупных и ряда мелких, расположенных группами островов. Размеры ее вдвое превышают площадь Земли Франца-Иосифа, а также значительно превосходят террито-

⁶ Вилькицкий Б. А. Последнее плавание и открытия экспедиции Северного Ледовитого океана // Армия и флот. 1914. № 10. С. 23.

⁷ Там же. С. 24.

рию Бельгии, Нидерландов и некоторых других европейских государств⁸.

Но вначале участники ГЭСЛО открытую землю приняли за обычный остров и попытались его обогнуть. Пройдя более сотни миль берегом, так и не увидели его оконечности. 22 августа 1913 г. — это был Международный день изучения верхних слоев атмосферы — Вилькицкий принял решение выслать на берег исследователей. Произвести тщательное изучение не хватало времени: надвигалась полярная зима и дорог был каждый погожий день. Но все-таки на змеях подняли метеорограф, провели биологические и геологические наблюдения. На мысе, названном именем Берга, — на месте производства наблюдений (80°04' с. ш. и 97°12' в. д.) из обломков камней соорудили астрономический пункт — гурий, подняли русский национальный флаг. Общие береговые контуры положили на карту. Так, 75 лет назад была открыта Северная Земля, которую от северной оконечности Азии отделяет всего-лишь 36-мильный пролив. Ныне он носит имя Вилькицкого.

В планы экспедиции не входило продвижение далеко на север, тем более что впереди вставали непроходимые ледяные торосы. Достигнув широты 82°07', «Таймыр» и «Вайгач» спустились к югу и, обнаружив

еще один небольшой островок — ныне о. Старокадомского, легли на обратный курс. По пути предусматривалась высадка на о. Беннетта. Здесь необходимо было забрать геологическую коллекцию известного полярного исследователя Э.В. Толля, собранную во время Первой русской полярной экспедиции Академии наук (1900—1902) на шхуне «Заря»⁹. 15 сентября группа моряков ГЭСЛО высадилась на о. Беннетта и не без труда обнаружила два ящика и корзину с геологическими образцами. Ценная коллекция была впоследствии передана Академии наук.

Обогнув мыс Дежнева, суда в Беринговом море попали в жесточайший шторм, сопровождавший их до самого Петропавловска-Камчатского. Только 12 ноября «Таймыр» и «Вайгач» вошли в бухту Золотой Рог во Владивостоке. В результате плавания 1913 г. на карту было положено более чем тысячекилометровое арктическое побережье, собраны образцы горных пород, грунта, воды, биологические коллекции, произведены астрономические, геофизические, гидрологические наблюдения. Но самым значительным было, конечно же, открытие новой суши к северу от мыса Челюскин, и об этом писали в те дни все газеты мира.

О последующем, заключительном этапе работы ГЭСЛО, покинувшей Владивосток в июле 1914 г., снова узнаем из сообщений, печатавшихся в «Природе». «Летом истекшего года в сибирской части Ледовитого океана опять работала экспедиция гидрографического управления под начальством кап. Б. А. Вилькицкого с целью пройти возможно далее на запад... Судя по известиям, полученным радиотелеграфной станцией в Югорском Шаре, на этот раз ледоколам удалось исполнить намеченную задачу: ... 10-го августа удалось миновать м. Челюскин, т. е. пройти самую трудную часть северо-восточного прохода... За м. Челюскином встретили неподвижный лед и после неудачных попыток пробиться (на «Таймыре» поломаны лопасти и помяты бока), нашли безопасное место и стали на зимовку под 76°40' с. ш. и 100°20' в. д. во льдах»¹⁰.

Вынужденная зимовка в заливе Дика на западном побережье Таймыра, несмотря на трудности полярной ночи, ураганные ветры и метели, ледяные валы, не раз

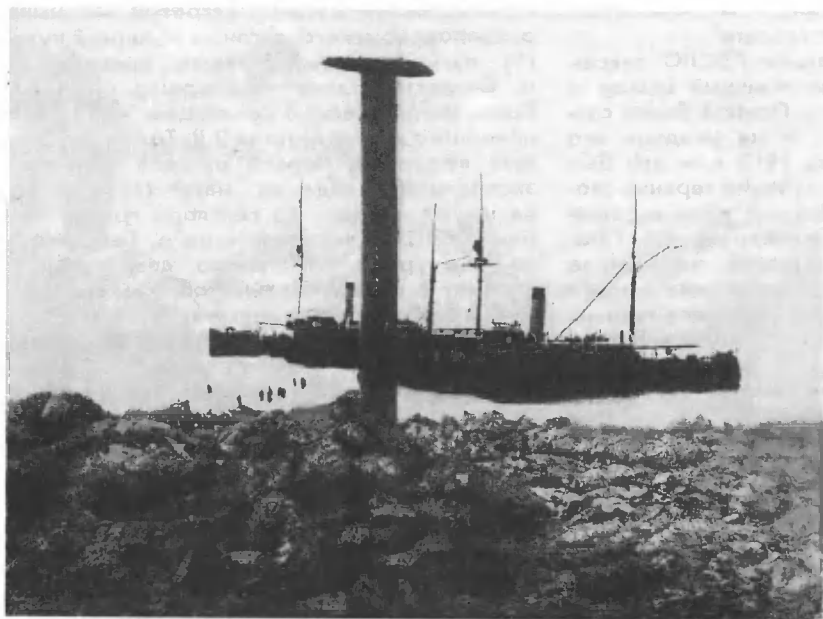
⁸ Кремер Б. А. По нехоженой земле // Природа. 1970. № 2. С. 86—95.



Северная Земля по съемке ГЭСЛО.

⁹ Хмелевский Ю. И., Шумилова А. В. По следам Первой русской полярной экспедиции Академии наук // Природа. 1974. № 1. С. 94—98.

¹⁰ Природа. 1915. Февраль. С. 326.



«Таймыр» и «Вайгач» у берегов Северной Земли. Фото 1914 г.

накатывавшиеся на «Таймыр» и «Вайгач», в целом завершилась успешно. Корпуса судов винт и рулевое устройство на «Вайгаче» привели по возможности в порядок. Впервые в условиях Арктики использовали азросани, которые изготовили сами из гидроплана, потерпевшего аварию еще в бухте Эмма у берегов Чукотки. Выезжая на них к ближайшему берегу, составили карту местности. Вели наблюдения за полярным сиянием и температурой, течениями и льдообразованием. Для экипажей были организованы лекции и даже спортивные игры (и в том числе футбол на льду).

В 150 милях западнее зимовало судно «Эклипс» норвежской спасательной экспедиции О. Свердрупа, посланной по просьбе русского правительства на поиски пропавших экспедиций В. А. Русанова и Г. Л. Брусилова. Через его радиостанцию наладили связь с Петроградом, стали получать сведения о событиях первой мировой войны, телеграммы от близких. 16 января 1915 г. кончилась полярная ночь. Часть экипажа ушла на «Эклипс», откуда переправилась в Гольчиху — поселок в устье Енисея. В середине июля окружавшее «Таймыр» и «Вайгач» ледяное поле пришло в движение. Началась подвижка льда. 26 июля после многомесячной вынужденной стоянки ледокольные суда медленно начали продвигаться на запад, к Диксону, где уже строилась полярная станция (два дома и мачта будущей береговой радиостанции), имелся уголь.

Здесь же можно было и немного подремонтировать, с тем чтобы взять курс на теперь уже казавшийся близким Архангельск. После захода «Вайгача» в Гольчиху, где на его борт перешли ушедшие ранее полярники, ранним осенним утром ледоколы вошли в Архангельский порт. Многотрудный рейс отважных русских первопроходцев вдоль северных берегов был завершен.

«Под гром войны, прошло почти незамеченным крупное географическое событие: 3-го сентября 1915 г. пришли в Архангельск ледоколы капитана Вилькицкого «Таймыр» и «Вайгач», выступившие из Владивостока 24-го июля 1914 г. и прошедшие, таким образом, кратчайшим морским путем из восточной Азии в Европу, знаменитым северо-восточным проходом» — констатировала «Природа»¹¹.

К сожалению, первая мировая и последовавшая вскоре гражданская война прекратили деятельность ГЭСЛО. Научные материалы, собранные экспедицией за многие годы работы в Арктике, при ее расформировании были сданы в архив и лишь часть из них — карты, планы, лоции, т. е. то, что касается гидрографии, будучи обработанной, увидела свет. Так, ценнейшие сведения, добытые трудом многих русских полярных исследователей, оказались незаслуженно забытыми. «В мирное время,—

¹¹ Григорьев С. Северо-восточный проход // Природа. 1915. Декабрь. С. 1558—1559.

справедливо подчеркивал известный норвежский полярный исследователь Р. Амундсен, — эта экспедиция возбудила бы восхищение всего цивилизованного мира»¹².

Плавание «Таймыра» и «Вайгача» действительно было выдающимся во многих отношениях. Впервые в истории с одной зимовкой у таймырского побережья в 1914—1915 гг. экспедиция прошла всю арктическую трассу с востока на запад. Впервые же в истории полярного мореплавания «Вайгачу» в 1911 г. удалось обогнуть о. Врангеля с севера, а обоим судам в 1913 г. обойти с севера Новосибирский о-ва, что и в наши дни еще редкость. Кроме Северной Земли, экспедиция открыла острова А. Вилькицкого, Малый Таймыр, Старокадомского и множество других более мелких. И наконец, путем планомерных последовательных работ в течение пяти навигаций с большой точностью было положено заново на карту почти все северное побережье России — от Берингова пролива до Карского моря. Прямым результатом работы экспедиции можно считать ставшие впоследствии регулярными рейсы из Владивостока в Колыму, а затем и к устью Лены.

Научная общественность страны не однажды поднимала вопрос о судьбе ценнейших материалов ГЭСЛО. Еще с трибуны I Всесоюзного географического съезда в 1934 г. О. Ю. Шмидт подчеркивал, что на «географах нашей страны лежит грех за залежи неопубликованного материала. Где материал Вилькицкого — экспедиция «Таймыр» и «Вайгач»?... Почему эти ценнейшие материалы лежат? Почему мы так мало, так медленно публикуем результаты своих работ? Это недопустимо...»¹³. Возможно, отсутствие соответствующих публикаций со временем послужило поводом поставить под сомнение результаты ГЭСЛО. В конце 30-х годов, в период расцвета культа личности, когда всюду мерещились враги и шпионы и стало модным отрицать достижения дореволюционной науки как бур-

жуазные, появилось даже такое утверждение — цели ГЭСЛО обуславливались «захватнической колониальной политикой», а сама экспедиция якобы потерпела полную неудачу из-за «косности, невежества, тупоумия и бюрократизма» ее руководителей¹⁴. Причина такой оценки работы экспедиции проста — некоторые ее участники и сам начальник Вилькицкий стали эмигрантами. Вилькицкий был назначен начальником первой советской гидрографической экспедиции, но был захвачен в Архангельске интервентами и в 1920 г. эмигрировал в Англию. Но при этом не отказывался помогать молодой Советской республике и в 20-х годах дважды по приглашению советского правительства возглавлял Карские товарообменные экспедиции, затем долгие годы работал гидрографом в Бельгийском Конго.

В 1986 г. была, наконец, издана книга «Научные результаты полярной экспедиции на ледоколах «Таймыр» и «Вайгач» в 1910—1915 годах»¹⁵. Но в нее вошла лишь мизерная часть трудов ГЭСЛО. Приходится лишь сожалеть, что один из ее авторов, Н. И. Евгений, одним из первых увидевший с борта «Вайгача» Северную Землю, а в советское время ставший крупным океанографом и гидрографом, так и не дождался выхода этой книги.

История освоения Арктики и история отечественной гидрографической науки — это единая цепь самоотверженности и отваги первопроходцев, преемственности поколений. И важно, чтобы ни одно звено из этой героической цепи в наши дни не было утеряно.

Знаменательно, что со стапелей недавно сошли новые атомные ледоколы «Таймыр» и «Вайгач». Им предстоит следовать путем, проторенным когда-то Гидрографической экспедицией Северного Ледовитого океана...

¹² Амундсен Р. Северо-восточный проход // Собр. соч. Т. 3. Л., 1936. С. 111.

¹³ Шмидт О. Ю. Освоение северо-восточного пути. Л., 1934. С. 121.

¹⁴ Арктический календарь // Советская Арктика. 1937, № 5. С. 119.

¹⁵ Евгений Н. И., Купецкий В. Н. Научные результаты полярной экспедиции на ледоколах «Таймыр» и «Вайгач» в 1910—1915 годах. Л., 1985.

Космические исследования

Запуски космических аппаратов в СССР: май — июнь 1988 г.

В мае — июне 1988 г. в Советском Союзе было запущено 19 космических аппаратов, в том числе 15 спутников «Космос».

«Космос-1946, -1947, -1948» предназначены для отработки элементов и аппаратуры космической навигационной системы, с помощью которой предполагается определять местонахождение самолетов гражданской авиации и судов морского и рыболовного флотов СССР.

На борту «Космоса-1951» установлена аппаратура для продолжения исследований природных ресурсов Земли в интересах различных отраслей народного хозяйства СССР и международного сотрудничества.

Очередной спутник телевизионного вещания «Экран» оборудован ретрансляционной аппаратурой, передающей в дециметровом диапазоне волн программы Центрального телевидения СССР на сеть приемных устройств коллективного пользования; очередной спутник связи «Молния-3» обеспечивает эксплуатацию системы дальней телефонно-телеграфной радиосвязи и передачу программ Центрального телевидения СССР на пункты сети «Орбита».

Для запуска спутников «Космос», «Экран», «Молния-3» использовались ракеты-носители «Союз», «Циклон», «Протон».

Транспортный космический корабль «Союз ТМ-5» доставил на пилотируемый орбитальный комплекс «Мир» советско-болгарский международный экипаж, а грузовой автоматический корабль «Прогресс-36» — различное оборудование и материалы, в том числе аппаратуру для исследований советско-болгарского экипажа.

Космический аппарат	Дата запуска	Параметры начальной орбиты			
		перигей, км	апогей, км	наклонение, град	период обращения, мин
«Экран»	6.V	35 620	35 620	0,4	1 427
«Космос-1942»	12.V	178	385	67	89,8
«Прогресс-36»	13.V	193	262	51,6	88,8
«Космос-1943»	15.V	851	876	71,2	101,2
«Космос-1944»	18.V	205	311	64,8	89,4
«Космос-1945»	19.V	217	391	70,4	90,3
«Космос-1946»	21.V	19 137	19 137	64,2	675
«Космос-1947»					
«Космос-1948»*					
«Молния-3»	27.V	636	40 716	62,5	737
«Космос-1949»	28.V	412	431	65	93
«Космос-1950»	30.V	1 503	1 534	73,6	116
«Космос-1951»	31.V	187	272	82,3	88,8
«Союз ТМ-5»**	7.VI	282	343	51,6	90,7
«Космос-1952»	11.VI	215	300,2	70	89,4
«Космос-1953»	14.VI	647	680	82,5	97,8
«Космос-1954»	21.VI	783	819	74	100,8
«Космос-1955»	22.VI	181	382	64,8	89,8
«Космос-1956»	23.VI	196	265	82,3	88,8

* Спутники «Космос-1946, -1947, -1948» запущены одной ракетой-носителем «Протон».

** Параметры орбиты после первого двухимпульсного маневра сближения со станцией «Мир».

Во время визита президента США Р. Рейгана в Москву министр иностранных дел СССР Э. А. Шеварднадзе и государственный секретарь США Дж. Шульц 31 мая 1988 г. обменялись нотами по вопросу расширения перечня направлений сотрудничества, предусмотренных межправительственным Соглашением о сотрудничестве в исследовании и использовании космического пространства в мирных целях от 15 апреля 1987 г.

Космические исследования

СССР — НРБ: второй совместный полет

7—17 июня 1988 г. состоялся космический полет второго советско-болгарского международного экипажа¹. В состав экипажа, стартовавшего 7 июня

в 18 ч 03 мин по московскому времени в космическом корабле «Союз ТМ-5», вошли: командир А. Я. Соловьев, бортинженер летчик-космонавт СССР В. П. Савиных и инженер-исследователь гражданин НРБ А. П. Александров. Полет проводился в соответствии с договоренностью между правительствами СССР и НРБ.

9 июня в 19 ч 57 мин «Союз ТМ-5» был состыкован с научно-исследовательским комплексом «Мир», экипаж корабля перешел в помещение станции и вместе с космонавтами В. Г. Титовым и М. Х. Манаровым приступил к выполнению научной программы полета. Программа, подготовленная специалистами Советского Союза и Болгарии,

¹ Первый советско-болгарский экипаж в составе Н. Н. Рукавишника (СССР) и Г. И. Иванова (НРБ) находился в космосе в апреле 1979 г.

была рассчитана на 8 дней работы на орбите и включала исследования и эксперименты по космическому материаловедению, космической биологии и медицине, астрофизике, а также съемки поверхности Земли, в том числе территории НРБ для изучения ее природных ресурсов. В общей сложности осуществлено 42 эксперимента.

Группа медицинских экспериментов была традиционно направлена на продолжение комплексных исследований работоспособности человека в острый период адаптации к невесомости.

Обширная программа геофизических исследований включала фотосъемки и спектрометрирование территории НРБ, акватории Черного моря и других районов. Полученная информация будет использована для решения научных и народнохозяйственных задач.

Большой интерес представляют результаты астрофизических исследований и экспериментов по космической физике. Для проведения этих исследований в НРБ была разработана и изготовлена следующая аппаратура:

астрономический комплекс «Рожен», предназначенный для проведения фотометрических наблюдений звезд, галактик и туманностей. В состав комплекса входит персональный компьютер для обработки данных измерений, что позволяет накопить опыт для перспективных экспериментов по внеатмосферной оптической астрономии. Комплекс должен управляться опытным оператором, способным не только регистрировать изображения, но и анализировать их качество;

импульсный фотометр «Терма» для экспериментов в области космической физики. В него входят оптическая приемная система, фотоэлектронный умножитель, электронный блок и пульт управления. Он позволяет с высоким пространственно-временным разрешением исследовать распределение интенсивности естественных оптических излучений в земной атмосфере;

электронно - оптический спектрофотометр «Парал-

лакс — Загорка» для получения данных о вертикальном распределении свечения в полярных, средних и экваториальных широтах и изучения свечения станции, возникающего в результате ее взаимодействия с атмосферой Земли.

С помощью этой аппаратуры члены международного экипажа провели восемь экспериментов; эталонными источниками излучения служили созвездия Змееносец и Лебедь, а объектами наблюдений — созвездия Пегас, Стрелец и Змееносец; наблюдались также различные скопления звезд и центральные области нашей Галактики. Прибор «Параллакс — Загорка» использовали для исследования физических процессов в ионосфере и верхних слоях атмосферы.

Интересными были эксперименты по космическому материаловедению, проведенные на технологической установке «Кристаллизатор» чехословацкого производства. В эксперименте «Структура» изучалось влияние примеси железа на эвтектическую микроструктуру сплава алюминий — медь при направленной кристаллизации в условиях микрогравитации. В эксперименте «ВОАЛ» исследовалась возможность получения в условиях микрогравитации композиционного материала вольфрам — алюминий с улучшенными свойствами — мелкодисперсной структурой, большой твердостью, прочностью, износостойкостью и удельным весом, близким к удельному весу матрицы. Технология получения материалов с уникальными свойствами, в частности высокой ионной проводимостью, обрабатывалась в эксперименте «Климат — Рубидий».

17 июня 1988 г. после завершения программы международного экипаж вернулся на Землю: в 14 ч 13 мин спускаемый аппарат корабля «Союз ТМ-4» с космонавтами Соловьевым, Савиных и Александровым совершил посадку в 202 км юго-восточнее г. Джезказгана. Продолжительность полета составила 9 сут 20 ч 10 мин.

С. А. Никитин
Москва

Астрофизика

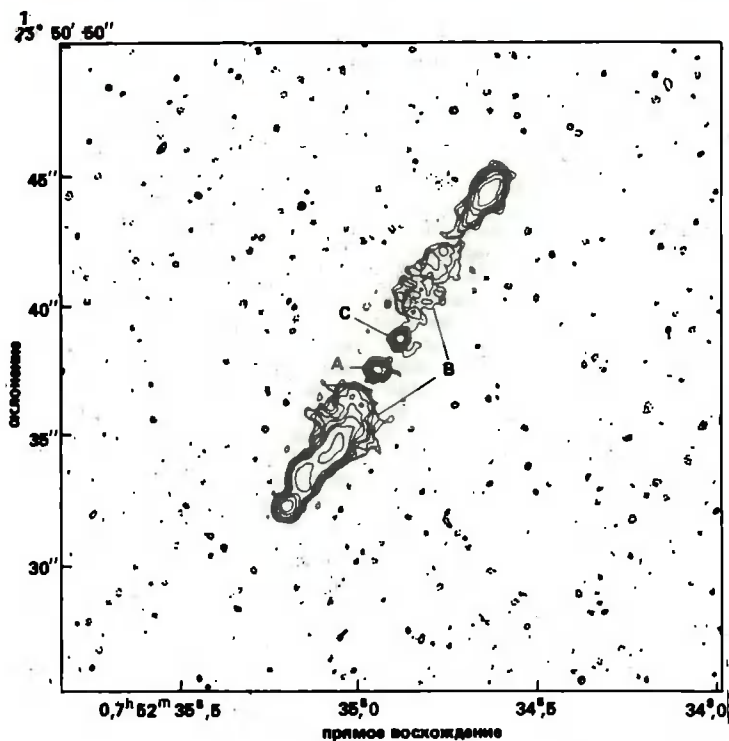
Исследуется галактика М 82

Молекулы межзвездной среды, находящиеся в областях звездообразования, являются своеобразными «зондами», с помощью излучения которых астрономы «прощупывают» физическое состояние окружающей среды. Так, при исследовании взрывающейся галактики М 82 на интерферометре миллиметрового диапазона радиообсерватории Хэт Крик (Калифорния, США) в качестве таких зондов использовали HCN , HCO^+ и CO .

Излучать могут лишь те молекулы, которым предварительно была передана некоторая энергия (как говорят физики, молекула была возбуждена). Существует множество различных механизмов возбуждения. Условия в межзвездной среде «удобны» для одного из таких механизмов — ударного возбуждения. Поскольку для такого возбуждения молекул HCN и HCO^+ (в отличие от CO) требуется значительно более высокая плотность молекул водорода, а ионы HCO^+ химически высоко активны, карты распределения этих молекул можно использовать для оценки влияния внешних условий (плотности, давления, интенсивности ультрафиолетового излучения, потока космических лучей) на молекулярные компоненты межзвездной среды.

Спектральные линии перечисленных молекул находятся в миллиметровом диапазоне. Используя технику апертурного синтеза, авторы работы впервые в мировой практике построили карты излучения внегалактического объекта в линиях HCN и HCO^+ , а также CO (в этой линии ранее уже проводились подобные работы). Были также проведены наблюдения и в непрерывном спектре на длинах волн 2,2 и 10 мкм, 3,3 мм и 6 см.

Столь широкий спектральный охват позволил выделить несколько физических явлений, ответственных за формирование наблюдаемых свойств ядра галактики М 82. В самом



Радиозображение источника OI 287 на длине волны 6 см. А — ядро источника, В — выбросы, С — «узел» выброса.

коротковолновом из исследованных диапазонов (2,2 мкм) излучение генерируется процессами в фотосферах гигантских звезд, которые находятся на поздних стадиях эволюции. 10-микронное излучение возникает за счет переизлучения пылью энергии, которая испускается в ультрафиолетовом диапазоне молодыми горячими OB-звездами. Излучение на волне 3,3 мм создается в массивных областях ионизованного водорода, подвергающихся воздействию молодых звезд. Наконец, 6-сантиметровое излучение имеет в основном синхротронную природу. Оно порождается электронами высоких энергий, которые выбрасываются в межзвездную среду при взрывах сверхновых звезд.

Оценка плотности, кинетической энергии, давления, потоков излучения ионизованного и молекулярного газа (карты HCN и HCO⁺) показывает

значительную роль ионизованных фракций в формировании физических условий в данной области. Полученные данные позволяют конкретизировать представление о кинематике молекулярных облаков в ядре галактики M 82. Используемая в экспериментах методика, несомненно, найдет применение в изучении других астрономических объектов.

Preprint University of California, Berkeley, 1987. № 123 (США).

Физика

Был ли нейтринный импульс от сверхновой SN 1987 А?

Пока экспериментаторы выясняют этот вопрос с учетом расхождений в данных о нейтринном сигнале на четырех подземных установках¹, теоре-

тики из Института прикладной математики им. М. В. Келдыша АН СССР предлагают лабораторные эксперименты, в которых отсутствие сигнала может быть с определенностью доказано. В некоторых современных теоретических моделях предсказывается новое межнейтринное взаимодействие, значительно более сильное, чем обычное слабое взаимодействие нейтрино с веществом. Если такое взаимодействие существует (что и подлежит проверке в специальных лабораторных исследованиях), регистрация нейтрино при коллапсе звезды была бы невозможна.

Это взаимодействие, сечение которого на несколько порядков превышает сечение обычного слабого взаимодействия нейтрино с веществом, существенно меняет характеристики нейтринного излучения при коллапсе. Такое взаимодействие сохраняется и после того, как нейтрино, выходя во внешние слои коллапсирующей звезды, перестают взаимодействовать с веществом. Поэтому вместо свободного вылета нейтрино с энергией около 10 МэВ, происходит адиабатическое расширение взаимодействующего нейтринного газа. При этом падает не только плотность, но и средняя энергия нейтрино. Адиабатическое расширение нейтринного газа сменяется свободным разлетом нейтрино только тогда, когда газ становится достаточно разреженным, так что нейтринные столкновения в нем практически прекращаются. Однако средняя энергия нейтрино в этот период оказывается уже значительно меньше 10 МэВ, а нейтрино столь низких энергий не регистрируются существующими подземными детекторами.

Р. В. Коноплич, М. Ю. Хлопов, А. В. Берков, Ю. П. Никитин, А. П. Судариков (ИПМ АН СССР) указывают два возможных типа межнейтринного взаимодействия: обмен гипотетической легкой скалярной частицей, так называемым триплетным майораном², и гипотетическое ано-

¹ Подробнее об этом см.: Березинский В. С. Нейтрино от сверхновой 1987 А // Природа. 1987. № 8. С. 95—97.

² Gelmini G. B., Roncandelli M. // Phys. Lett. 1981. Vol. 99B. P. 411.

мальное 4-нейтринное взаимодействие, обсуждавшееся еще более двадцати лет назад³. В первом случае в двойном β -распаде ядер должны наблюдаться события образования майорана. Во втором — наиболее эффективны опыты по поиску аномальных распадов очарованных D- и прелестных W-мезонов: $D \rightarrow e 3\nu$ и $W \rightarrow e 3\nu$. Если такие процессы будут обнаружены на уровне чувствительности современного эксперимента, характерная энергия нейтрино от коллапсирующих звезд должна пасть примерно до 100 кэВ, поэтому поиск нейтринных сигналов от коллапса звезды в существующих нейтринных обсерваториях становится безнадежным.

С другой стороны, твердое подтверждение реальности нейтринного сигнала от сверхновой в Большом Магеллановом Облаке позволит получить ограничение сверху на константу аномального межнейтринного взаимодействия. Такое ограничение будет в 10—100 раз более жестким, чем достигнутое в обозримом будущем в лабораторных экспериментах.

Препринт ИПМ. 1987. № 59, 91, 178.

Физика

СВЕРХПРОВОДИМОСТЬ ПЛОСКОСТЕЙ ДВОЙНИКОВАНИЯ

Часто монокристаллы металлов состоят из двойников — областей разной структуры, связанных друг с другом операцией симметрии. Примером могут служить области, получаемые зеркальным отражением в определенной плоскости — плоскости двойникования. При этом граница между двойниками (плоскость двойникования), по сути, является особым физическим объектом со своими специфическими свойствами.

В этой связи весьма интересно открытие в 1981 г. М. С. Хайкиным и И. Н. Хлюстиком сверхпроводимости, локализованной на плоскостях двойникования в олове. Такая сверхпроводимость возникает на несколько сотых градуса выше критической температуры перехода в сверхпроводящее состояние всего кристалла (3,72 К). Конкретный механизм усиления сверхпроводящих свойств вблизи плоскости двойникования пока невыяснен; видимо, он связан с особым типом колебаний атомов этой плоскости, обеспечивающим сильное электрон-фононное взаимодействие, ответственное за явление сверхпроводимости.

Сверхпроводимость плоскостей двойникования обнаружена и в ряде других металлов — индии, рении, таллии, ниобии, а также в органических сверхпроводниках. Свойства сверхпроводимости, локализованной на плоскостях двойникования (в особенности, поведение в магнитном поле), оказались во многом отличными от свойств объемной сверхпроводимости¹.

Общее теоретическое описание сверхпроводимости плоскостей двойникования в монокристаллах было разработано А. И. Буздиным и Л. Н. Булаевским; оно, в частности, объяснило, что малое увеличение критической температуры связано с подавлением сверхпроводимости плоскости двойникования из-за соседства с нормальным металлом (который переходит в сверхпроводящее состояние при более низкой температуре). При этом сверхпроводимость появляется не только на самой плоскости двойникования, но и захватывает некоторую область по соседству с ней. В результате такая сверхпроводимость, строго говоря, не является двумерной — в ней принимает участие целый слой вблизи плоскости двойникования. «Насыльность» вовлечение в сверхпроводимость электронов около плоскости двойникования уменьшает критическую темпе-

ратуру. Можно ослабить вредное влияние объема, создав в образце множество двойниковых границ, так, чтобы любая из них чувствовала «поддержку» соседней. Можно пойти и другим путем, сделав двойник из малой микроскопической частицы, — и в этом случае также ослабляется влияние нормального металла, объем которого уменьшается. Идея вполне оправдалась, и таким способом Хайкину и Хлюстикову удалось повысить критическую температуру олова более чем в три раза (до 12 К).

В недавно открытых высокотемпературных сверхпроводниках типа $YBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ (с критической температурой около 95 К) также обнаружена сильно развитая двойниковая структура. Ее связывают со структурным переходом из тетрагональной фазы в орторомбическую, происходящим при 700 °С. Расстояние между плоскостями двойникования составляет от нескольких сот до тысяч ангстрем. Это, однако, слишком много, чтобы объяснить высокотемпературную сверхпроводимость наличием плоскостей двойникования. Однако возникновение локализованной сверхпроводимости при температуре на несколько градусов выше критической для всего объема образца, видимо, имеет место и в высокотемпературных сверхпроводниках. Относительное увеличение критической температуры при этом примерно такое же, как на уединенной плоскости двойникования в олове или ниобии.

Еще одним свидетельством в пользу сверхпроводимости плоскости двойникования служат результаты измерения теплоемкости монокристаллов $YBa_2Cu_3O_{7-\delta}$, обнаруживающие вместо одной аномалии две (одну, небольшую, связанную со сверхпроводимостью плоскостей двойникования при 93 К, и вторую, более сильную, связанную с объемной сверхпроводимостью при 89 К)². Температурная зависимость тепло-

³ Bialynicki Birula Z. // Nuovo Cimento. 1964. Vol. 33. P. 484; Bardin D. Y., Bilenky S. M., Pontecorvo B. // Phys. Lett. 1970. Vol. 32B. P. 121.

¹ Khlyustikov I. N., Buzdin A. I. // Advances in Physics. 1987. Vol. 36. No 3. P. 271—330.

² Inderhees S. E., Salmon M. B., Goldenfeld N. et al. // Phys. Rev. Lett. 1988. Vol. 60. No 12. P. 1178—1180.

емкости при этом очень близка к рассчитанной теоретически³.

В согласии с теоретическими предсказаниями, наблюдалась также корневая зависимость от температуры величины критического поля, параллельного плоскости двойниковогоания⁴. (В обычных сверхпроводниках критическое поле линейно зависит от температуры.)

А. Ф. Андреев предложил интересную гипотезу о возможности экзотических сверхпроводящих состояний плоскостей двойниковогоания⁵. Такие состояния по разные стороны от плоскости двойниковогоания отличаются знаком параметра порядка, описывающего сверхпроводимость (этот параметр можно в некотором смысле рассматривать как волновую функцию сверхпроводящих электронов). На самой плоскости параметр порядка равен нулю — там как бы отсутствует сверхпроводимость. Это приводит к тому, что магнитное поле может легко проникать в области вблизи плоскостей двойниковогоания. В обычных сверхпроводниках магнитное поле проникает в виде вихрей, которые пронизывают образец от одной поверхности до другой. В экзотических же сверхпроводящих состояниях вихри могут начинаться и заканчиваться на плоскостях двойниковогоания.

Пока вопрос о характере сверхпроводимости плоскостей двойников в высокотемпературных сверхпроводниках не решен. Требуется дополнительные экспериментальные исследования.

А. И. Буздин, кандидат физико-математических наук
Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова

Физика

Масса покоя нейтрино с точностью 1 эВ

Трудности экспериментального определения массы покоя нейтрино объясняются в основном двумя факторами. Во-первых, необходимо учесть дисперсию энергии, связанную с дискретным спектром состояний молекулы — источника электронов (продукта β -распада). Во-вторых, при измерениях β -спектра необходимо вводить поправки на аппаратную погрешность. Именно этим объясняется тот факт, что в 1981 г. в Институте экспериментальной и теоретической физики было получено значение массы покоя нейтрино в интервале 17—40 эВ, а в ряде последующих работ найдено только ограничение сверху на эту величину.

Первую трудность можно устранить полностью, если вести измерения на высокоэнергетическом краю спектра электронов, используя при этом криогенные источники электронов. А. М. Е. Ферценштейн, А. В. Жигунов и В. В. Клавдиев (Научно-исследовательский институт ядерной физики при МГУ) предлагают схему прибора, позволяющего успешно бороться со второй трудностью (см. рис.). Электрон вылетает с поверхности источника и движется вдоль силовых линий постоянного однородного магнитного поля H , параллельного оси прибора в запирающем электрическом поле. Потенциальный электрический барьер образован отрицательно заряженным цилиндром (потенциал падает от 0 в плоскости источника до значения $-V_0$ в плоскости анализа). Для плавного падения потенциала между источником и цилиндром введены охранные кольца. Детектор регистрирует только прошедшие через электростатический барьер электроны. Измеряемый спектр электронов искажается из-за слабой неоднородности магнитного поля и отличия от нуля поперечного электрического поля; все это неизбежно в реальном приборе. По мнению авторов, при

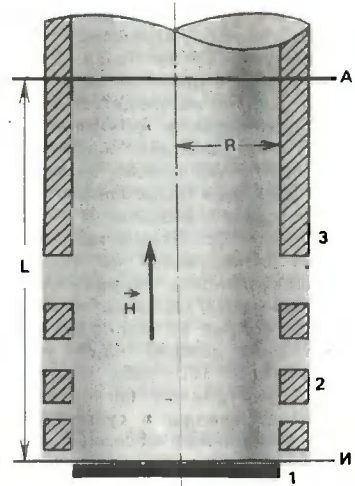


Схема прибора: 1 — источник электронов; 2 — система охранных колец; 3 — цилиндрический электрод, создающий электростатический барьер; И — плоскость источника, А — плоскость анализа; $L=1,8$ м; $R=0,2$ м.

диаметре источника около 40 см и 10 слоях трития в нем статистическая погрешность измерения массы покоя нейтрино может быть сделана менее 1 эВ. Это условие накладывает жесткие ограничения на величину аппаратной погрешности прибора: она должна быть не больше 0,1 эВ.

Анализ движения электрона в предлагаемом спектрометре позволил заключить, что если $H=300$ Э, аппаратная погрешность составит 0,01 эВ. Таким образом, прибор позволяет измерить массу покоя нейтрино с точностью 1 эВ без введения аппаратных поправок.

Письма в ЖТФ. 1988. Т. 14. Вып. 1. С. 49—52.

Физика

Новый ХеСl-лазер

Наиболее перспективными источниками энергии в экспериментах по управляемому термоядерному синтезу считаются лазеры на галогенидах инертных газов — мощные ис-

³ Абрикосов А. А., Буздин А. И. // Письма в ЖТФ. 1988. Т. 47. Вып. 4. С. 204—206.
⁴ Fang M. M. et al. // Phys. Rev. Ser. B. 1988. Vol. 37. № 4. P. 2334—2337.
⁵ Андреев А. Ф. // Письма в ЖТФ. 1987. Т. 46. Вып. 11. С. 463—465.

точники ультрафиолетового излучения. Среди них самую большую энергию (10 кДж) имеет лазер на молекулах KrF^+ . Почти во всех лазерах этого типа активная среда возбуждается пучком ускоренных электронов, падающим перпендикулярно оптической оси. Исследования $HeCl$ -лазера с электронным возбуждением показали, что создать оптимальные условия его работы очень сложно из-за неоднородности возбуждения активного объема в направлении электронного пучка¹.

Ю. И. Бычков, Н. Г. Иванов, В. Ф. Лосев и Г. А. Месяц (Томский институт сильноточной электроники СО АН СССР) создали $HeCl$ -лазер с энергией генерации 150 Дж, активная среда которого возбуждается двумя встречными электронными пучками, падающими перпендикулярно оптической оси. Применение встречных пучков существенно улучшает однородность возбуждения активного объема лазера. В качестве активной среды использована смесь $Ar-He-HCl$ (или CCl_4) под давлением 4 атм. Электронные пучки попадали в рабочую камеру объемом 60 л через окна, закрытые титановой фольгой.

Были измерены форма и энергия импульса излучения. Его длительность составила около 220 нс, а максимальная мощность 0,45 ГВт при расходимости луча 5 мрад. Для данного режима возбуждения был подобран оптимальный состав рабочей смеси. Оказалось, что в случае применения HCl энергия генерации на 15 % выше, чем если использовать CCl_4 . Изменения состава рабочей смеси приводили к изменению плотности энергии излучения по сечению лазерного луча и его размеров. От импульса к импульсу выходная энергия уменьшалась; при максимальном уровне накачки через 10 импульсов она падала на 25 %.

По мнению авторов, дальнейшая оптимизация параметров лазера позволит не только улучшить его характеристики,

но и изучить возможность создания лазеров с электронной накачкой «с двух сторон».

Письма в ЖТФ. 1988. Т. 14. Вып. 6. С. 566—569.

Физика

Сверхпроводимость: проблемы и перспективы

Летом 1987 г. в США состоялась закрытая конференция по коммерческому использованию новых высокотемпературных сверхпроводников. Безудержный оптимизм в отношении будущего применения этих материалов сменился призывами к более трезвой оценке перспектив и учету реального положения дел в научных исследованиях. Как заявил директор Национального научного фонда, переход от научных исследований к практическому использованию будет долгим и трудным. В условиях возрастающего потока сообщений о получении материалов с более высокими значениями T_c необходимы более строгие критерии оценки качества сверхпроводящего материала. Помимо двух основных критериев (отсутствие сопротивления и эффект Мейснера), предлагается учитывать воспроизводимость результатов и высокую стабильность образцов. Всем четырем критериям удовлетворяют сейчас только сверхпроводники на основе $Y=Ba=Si=O$ с критической температурой $T_c=90-100$ К.

До перехода к коммерческому использованию сверхпроводящих керамик нужно разработать надежную спецификацию их физических и химических свойств. Это может привести к открытию нетрадиционных путей их применения. Предстоит решить проблему увеличения плотности тока в новых материалах свыше 10^6 А/см², выяснить механизм влияния содержания кислорода и его распределения на сверхпроводящие свойства керамики. Недостаточно пока информации об устойчивости данной керамики

и ее взаимодействия с другими веществами (например, с воздухом и водой).

Уже сейчас можно указать на ряд практических достижений в создании сверхпроводящих пленок, проволок, лент, сквидов. Наиболее перспективной областью коммерческого применения новых сверхпроводников будет, видимо, микроэлектроника, в частности использование сверхпроводящей керамики в компьютерных схемах. Успех во многом зависит от решения проблем контакта сверхпроводника с другими элементами схемы. Некачественные контакты могут приводить к нагреву и потере сверхпроводимости.

Другое направление — разработка переключателей на основе эффекта Джозефсона для быстродействующих осциллоскопов. Освоение таких переключателей понизит тепловые нагрузки и сократит размеры устройства. Пока неясна величина теплового «шума» устройств, ввиду их охлаждения при более высоких температурах по сравнению с обычными сверхпроводниками. Кроме того, необходим контроль за содержанием кислорода у поверхности материала в туннельном переходе на глубине 1,5 нм.

Рассматривается возможность создания гибридных устройств на основе сверхпроводников и полупроводников для коммутационных схем компьютеров. Однако высокие температуры при формировании сверхпроводящей пленки могут повлиять на качество полупроводникового материала, а химическое травление при изготовлении полупроводниковых элементов — ухудшить сверхпроводящие свойства.

Разработанные сквиды, действующие при температуре жидкого азота, найдут применение в технике ЯМР, исследованиях биоманетизма, поисках гравитационных волн и магнитных монополей. Ожидается применение сверхпроводящей керамики для создания специальных сенсоров в ИК-диапазоне.

В отличие от постоянного, прохождение переменного тока через сверхпроводник сопровождается некоторой потерей энер-

¹ Бычков Ю. И., Иванов Н. Г., Лосев В. Ф. и др. // Квантовая электроника. 1987. Т. 14. № 5. С. 953.

гии на излучение электромагнитных волн. В подземных кабелях эта величина составляет 5%. Предполагается, что в новых сверхпроводящих кабелях потери изменятся незначительно.

Использование сверхпроводников с $T_c = 77$ К для магнитных накопителей энергии в автомобилестроении привело бы к созданию катушек, соизмеримых с размером самого автомобиля и весом около 1 т.

Целесообразнее применять сверхпроводниковые обмотки в двигателях и генераторах мощностью 5—3500 Вт. Уменьшение размеров этих устройств за счет снижения тепловых потерь способствовало бы повышению дальности автопробега.

Science News. 1987. Vol. 132. № 7. P. 106—107 (США).

Физическая химия

Почему скользит графит

То, что графит обладает смазочными свойствами, известно каждому, но отнюдь не каждый знает, почему же графит скользит. Обычно приводят аналогию Брега, предложенную в 1928 г., согласно которой графит скользит наподобие колоды карт.

Но столь простую модель трения в последнее время пришлось существенно исправить и уточнить. Оказалось, что вопрос, вынесенный в заголовок, можно поставить иначе: «Почему скользит графит?» Адсорбционная модель трения, в которой рассматривается механизм образования расклинивающих слоев на контакте, отвечает на этот вопрос так: графит скользит по прослойке адсорбированных молекул.

Недостатки объяснения Брега проявились еще в конце второй мировой войны: стоящие на самолетах графитовые токосъемники очень быстро приходили в негодность при работе на большой высоте, при этом наблюдался катастрофически

быстрый их износ с образованием большого количества мелкой пыли. Выяснилось, что графит теряет смазочные свойства не только в сухих газах, но и в вакууме или при повышенных температурах. Впоследствии удалось установить, что именно состав определяет смазочную способность графитового узла. Как показали Ю. Н. Васильев с сотрудниками (НИИГрафит), коэффициент трения зависит от относительного парциального давления паров молекул газовой фазы и адсорбционной способности поглотителей.

Идея получила развитие в работе Ю. Н. Васильева (НИИГрафит), Г. И. Березина и М. М. Дубинина (Институт физической химии АН СССР), где был рассмотрен механизм образования слоя молекул, адсорбированных на контакте, который рассматривался как щелевая пара с характерным размером щели порядка размера молекулы. В работе использовалось уравнение адсорбции на микропористых адсорбентах.

Необычность такого подхода в том, что контактный зазор между двумя базисными плоскостями графита описывается как микропора с подвижной стенкой. Контактная нагрузка стремится сближить стенки поры, и адсорбированные молекулы, втянутые в зазор, пытаются их раздвинуть. Поскольку «расклинивающее» действие молекул адсорбата зависит от ширины микропоры, система как бы подстраивается под внешние условия, выбирая оптимальную ширину контактного зазора, обеспечивающего механическое равновесие на контакте.

В результате стало понятно, что отсутствие смазочных способностей и повышенный износ графита в вакууме и при высоких температурах связаны с выдавливанием адсорбата из контактного зазора, которое определяет фрикционные свойства графита в чистом виде. А когда из экспериментальных данных оценили ширину зазора, оказалось, что она коррелирует с диаметром молекулы, причем при минимуме коэффициента трения контакт раздвигается ровно настолько, чтобы впустить

только одну молекулу адсорбата.

Итак, сам графит вовсе не скользит — его фрикционные свойства хуже, чем у стали без смазки, но присутствие в атмосфере веществ, склонных к адсорбции, делает его вполне пригодным смазочным веществом.

У работы есть и еще одна, неожиданная, грань. Микропора с подвижной стенкой, рассмотренная при выяснении природы смазочной способности графита, — новый тип динамической адсорбционной системы, в которой ширина щели может меняться на доли диаметров молекул и регулируется нагрузкой.

Доклады АН СССР. 1987. Т. 292. № 3. С. 644—648; Трение и износ. 1987. Т. 8. № 6. С. 1044—1051.

Химия

Перборат натрия — новый селективный окислитель

Перборат натрия (натриевая соль надборной кислоты) — дешевый промышленный продукт, нашедший широкое применение в качестве источника активного кислорода: его используют как добавку к детергентам, отбеливателям, антисептикам. Среднегодовое производство этого вещества достигает 500 тыс. т. Однако до последнего времени его почти не использовали в качестве окислителя в органическом синтезе; причиной тому служило предположение, что оно не является индивидуальным продуктом, а представляет собой смесь перекиси водорода и буры неопределенного состава.

А. Маккиллоп и Дж. Тербин (А. McKillop, J. Tarbin; Школа химических наук Университета Восточной Англии, Норвич) показали, что перборат натрия очень эффективен для проведения в мягких условиях и с высоким выходом ряда реакций окисления, неосуществимых с другими окислителями. Кроме того, он обладает рядом других преимуществ — не дает побочных продуктов, нетоксичен и легко дозируется.

Наиболее интересна возможность непосредственного превращения с его помощью ароматических аминов в нитросоединения. При проведении реакции в уксусной кислоте (50—55 °С) анилин и его производные с электрооттягивающими заместителями превращаются (с выходом 50—90 %) в соответствующие нитросоединения, часто недоступные или труднодоступные в других методах синтеза. Достижимый выход, как правило, заметно выше, нежели при использовании других окислителей подобного класса, к тому же часто опасных в работе.

Другие превращения, эффективно осуществляемые с участием пербората натрия, — окисление органических сульфидов в сульфоксиды (выход 70—90 %) или сульфоны (90—99 %), превращение с высоким выходом кетонов в сложные эфиры кислот; окисление гидрохинонов в хиноны.

Важно, что перборат натрия, будучи мягким окислителем, почти не действует на такие группировки, как оксигруппа, двойная или тройная связь, легко окисляемые другими перекисными соединениями; в результате не требуется специальной защиты.

Tetrahedron. 1987. Vol. 43. No 8. P. 1753—1758 (Великобритания).

Биохимия

Ферментативный катализ в неводных растворах

Представление о том, что ферментативная реакция может протекать только в водном растворе, многие годы было одной из центральных догм биохимии. Однако в последнее время стало известно об успешном проведении ферментативного катализа в органических растворителях, например в случае включения ферментов в так называемые мицеллы¹. Фермент раство-

ряют в определенном количестве воды и добавляют несмешивающийся с водой растворитель. К полученным эмульсиям добавляют поверхностно-активные вещества (ПАВ), образующие обращенные мицеллы (полярные частицы из молекул ПАВ, внутри которых находится фермент). Фактически при этом фермент находится в водном окружении и отделен от органического растворителя слоем ПАВ.

Ферменты способны функционировать также в системах, где воды совсем мало или почти нет². В данном случае лиофилизированный (обезвоженный в специальных условиях без потери активности) фермент непосредственно растворяют в органическом растворителе. Активность фермента зависит от природы растворителя: химотрипсин, например, в октане работает лучше, чем в диметилсульфоксиде. Кроме того, в неводных растворах изменяется средство фермента к субстрату и его стабильность. Может оказаться, что в водном растворе ферментативная реакция протекает быстрее с одним субстратом, а в органическом растворителе — с другим.

Одна из наиболее интересных особенностей ферментативного катализа в неводных растворах — так называемая pH-память ферментов. Известно, что в водном растворе каталитическая активность ферментов сильно зависит от кислотности среды, характеризующей величиной показателя pH. Оказалось, что если водные растворы фермента с разным pH лиофилизировать, а затем растворить высушенный фермент в органическом растворителе, то у получаемых образцов и активность, и стабильность будут различны. Например, химотрипсин наиболее активен в органическом растворителе, если его лиофилизировать из воды при pH 7,8. Необычно также то, что в органических растворителях

C. 1263—1266; Клячко Н. Л., Мөркер Ш., Вакула С. В. и др. // Там же. № 6. С. 1479—1481.

² Zaks A., Klebanov A. M. // J. Biol. Chem. 1988. Vol. 263. No 7. P. 3194—3201.

ферменты намного устойчивее к нагреванию и добавлению кислот, чем в водных растворах.

Что же является причиной ферментативного катализа в неводных средах? Видимо, ферменты каталитически активны в органических растворителях потому, что их пространственная структура достаточно жестко фиксирована внутримолекулярными взаимодействиями и поэтому не может существенно измениться при замене воды органическим растворителем.

И. Б. Уткин,
кандидат химических наук
Москва

Биохимия

Необычная аминокислота

В биохимических процессах участвует множество разнообразных соединений, однако только двадцать аминокислот являются универсальными строительными блоками для биосинтеза белка. Правда, в последнее время во многих белках обнаружены нестандартные аминокислоты, которые образуются уже после синтеза молекулы белка в результате модификации обычных аминокислот.

Необычная аминокислота селеноцистеин имеет такое строение, как и аминокислота цистеин, но вместо атома серы содержит атом селена. Она была найдена в активных центрах нескольких ферментов, например формилдегидрогеназы (ФДГ) бактерии *Escherichia coli* — фермента, который превращает муравьиную кислоту в углекислый газ. Специалисты считают, что появление селеноцистеина в белках не случайно: его присутствие повышает эффективность работы ферментов в анаэробных условиях (в отсутствие кислорода); при замене селеноцистеина в активном центре ФДГ *E. coli* на цистеин активность фермента уменьшается на 75 %.

Механизм включения необычной аминокислоты в белки очень сложен и до конца не

¹ Пшежецкий А. В., Кабанов А. В., Клячко Н. Л. и др. // Доклады АН СССР. Т. 298. № 5.

понят. Тем не менее, группе ученых во главе с В. Лейнфельдером (W. Leinfelder; Институт генетики и микробиологии Мюнхенского университета, ФРГ) удалось показать, что синтез и встраивание леноцистеина в молекулу ФДГ *E. coli* регулируется четырьмя генами. По мнению исследователей, селеноцистеин образуется из аминокислоты серина, аналога селеноцистеина, содержащего атом кислорода вместо селена, причем синтез происходит до включения аминокислоты в молекулу белка. Оказалось, что за внедрение селеноцистеина в белок отвечает так называемый нонсенс (бессмысленный)-кодон UGA — участок гена, основная функция которого — сигнализировать о прекращении синтеза молекулы белка.

Теперь исследователи пытаются понять механизм синтеза селеноцистеина из серина, а также выяснить, почему именно кодон UGA кодирует включение селеноцистеина в молекулу белка. Чем еще удивит эта необычная аминокислота?

Nature. 1988. Vol. 331. № 6158. P. 662—663; P. 723—725 (Великобритания).

Физиология

Мозговые процессы чтения — на экране

Как человек понимает прочитанное слово, что происходит при этом в его мозге? Существование механизма, который регулирует мозговую кровотока в зависимости от активности определенной части мозга, предположили еще в конце XIX в. А в нашем столетии развитие экспериментальной техники позволило впервые определить локальный мозговой кровотока сначала с помощью так называемой гамма-камеры, а затем — вживленных в мозг электродов. Была показана активность различных областей мозга при восприятии, движениях, решении логических задач. Карты локального мозгового кровотока подтвердили классические представления о локализации в мозге различных функций, в частности генера-

ции речи и восприятия слов. Например, так называемая зона Брока, «заведующая» речью, может быть нарушена в результате травмы, инсульта или развития опухоли, что приводит к расстройству речи и даже безмолвию.

Эти методы имели значительные ограничения: плохое пространственное и временное разрешение, неточность анатомической локализации. Этих недостатков частично лишен метод позитронной эмиссионной томографии (ПЭТ), при котором послонное цветное изображение строится с помощью компьютера. Человеку вводят короткоживущий изотоп кислорода ^{15}O , потребление которого свидетельствует об уровне энергетических расходов в том или ином участке коры. Пространственное разрешение метода таково, что фиксируется зона возбужденного очага мозга с диаметром 0,5—1 см.

Недавно С. Петерсон с группой исследователей (S. Peterson; Отдел неврологии и нейрохирургии медицинской школы Вашингтонского университета, Сент-Луис, США) использовали метод ПЭТ для изучения обработки слов в мозге. Результаты работы разрешили старый спор о существовании в мозге единого «центра чтения», который расположен в угловой извилине левого полушария (зона Вернике). При поражении этой зоны нарушаются чтение и письмо. По классическим представлениям, читаемый текст должен обязательно кодироваться в звуковую форму, вербализоваться. Применение ПЭТ позволило непосредственно проследить, как осуществляется восприятие читаемого текста. Из карт локального мозгового кровотока следует, что зона Вернике активируется не при чтении, а только при произнесении слова вслух. Это прямо подтверждает то, что чтение текста «про себя» не требует его вербализации.

Новое открытие в нейрофизиологии может принести пользу при создании компьютерных программ и обучении роботов.

Nature. 1988. Vol. 331. № 6157. P. 560—561 (Великобритания).

Физиология

Опиоидные пептиды мозга и хирургические операции

Опиоидные пептиды мозга выполняют в организме роль обезболивающих средств при различных повреждениях. Но способны ли эндогенные опиоиды «реагировать» на травмирование ткани во время хирургических операций? Этот вопрос исследовала группа физиологов под руководством С. А. Порро (С. А. Porro; Институт физиологии человека, Италия), определившая содержание опиоидов в крови больных во время операций на конечностях тела. Оказалось, что спустя 90 мин после начала операции под общим наркозом концентрация β -липотропина — соединения, при гидролизе которого образуется опиоидный пептид β -эндорфин, возрастала в крови на 20—30%. Однако если при операции для обезболивания блокировались проводящие нервные пути от оперированной ткани к мозгу, то концентрации β -липотропина и β -эндорфина не менялись. По мнению авторов, содержание β -липотропина в крови увеличивается благодаря его выбросу из клеток центральной нервной системы, однако вопрос о механизмах, регулирующих этот процесс, пока остается неясным.

Life Sciences. 1988. Vol. 41. P. 2581—2588 (США).

Физиология

Опиоидный пептид снижает кровяное давление

Установлено, что опиоидный пептид¹ динорфин помимо нервной системы присутствует в значительных количествах и в

¹ Подробнее см.: Цибульская и В. Л. Зачем млекопитающим синтезировать морфин? // Природа. 1988. № 9. С. 108—109.

сердце, где его роль была выяснена лишь недавно. Дж. Чанг с сотрудниками (J. Chang; Пеннсульская лаборатория, штат Калифорния, США) установили, что динорфин обладает гипотензивным действием: при введении крысам снижает кровяное давление, не изменяя частоты сердечных сокращений. Физиологи предположили, что данный опиоид усиливает выход из клеток сердца в кровь специального белка небольшого размера — атриального натрийуретического пептида (АНП), обладающего сильным гипотензивным действием. Действительно, после введения животным динорфина концентрация АНП в сердечной мышце падала, а в крови возрастала в 12 раз. Если же крысам вводили антитела, инактивирующие АНП, то гипотензивное действие динорфина блокировалось, что подтверждало взаимосвязь секреции АНП из сердца и действия опиоида.

При выяснении механизма действия динорфина обнаружено, что налоксон (производное морфина), подавляющий действие опиоидов, и динорфина в том числе, но не влияющий на секрецию АНП из сердца, тем не менее препятствовал выходу АНП при добавлении динорфина. Исследователи пришли к выводу, что действие динорфина опосредовано специфическими опиатными рецепторами, находящимися в сердечной мышце.

Life Sciences. 1988. Vol. 42. № 11. P. 1117—1127 (США).

Физиология

Макрофаги активируют синтез половых гормонов

Установлено, что в мужских половых железах присутствует значительное количество клеток иммунной системы — макрофагов. Основываясь на том, что макрофагов нет в железах неполовозрелых животных, группа физиологов под руководством Г. Верхувена (G. Verhoeven; Лейвенский университет, Бельгия) выдвинула

предположение о том, что макрофаги стимулируют образование мужских половых гормонов — андрогенов. Исследователи обнаружили, что при добавлении культуральной среды, в которой развивались макрофаги, к изолированным клеткам половых желез синтез в них андрогенов усиливался. Как оказалось, «виновником» такого эффекта являлся производимый макрофагами белок интерлейкин-1 β (ИЛ-1 β). Максимальный эффект наблюдался спустя 2 ч после добавления ИЛ-1 β . Действия белка специфично, поскольку добавление антител, инактивирующих ИЛ-1 β , предотвращало его. Выяснилось, что ИЛ-1 β активирует как синтез предшественников андрогенов, так и образование из них активных половых гормонов.

Molecular and Cellular Endocrinology. 1988. Vol. 57. P. 51—61 (Нидерланды).

Физиология

Сперматозоиды проникают в лимфоциты

Несмотря на то что процесс оплодотворения изучен достаточно подробно, вопрос о том, какие молекулы на поверхности клеток обеспечивают их взаимное узнавание, оставался открытым. Основываясь на известном факте, что роль «узнающих» молекул на поверхности разных клеток выполняют молекулы гликопротеинов (антигены), кодируемые генами так называемого главного комплекса гистосовместимости, Е. Ашида и В. Скофилд (E. R. Ashida, V. L. Scofield; Медицинская школа Калифорнийского университета, США) исследовали роль этих антигенов при оплодотворении. Однако использовали они не яйцеклетки, а клетки иммунной системы (лимфоциты и моноциты), антигены гистосовместимости которых изучены гораздо лучше. Выяснилось, что сперматозоиды способны проникать в лимфоциты и моноциты, причем скорость проникновения тем выше, чем больше на поверхности лимфоцитов содер-

жалось антигенов вида HLA-DR. Если же добавляли антитела, инактивирующие именно эти антигены, проникновение сперматозоидов подавлялось. Удалось установить, что на поверхности сперматозоидов за взаимодействие с лимфоцитами «отвечают» молекулы гликопротеинов — антигены ОКТ-4. Сейчас известно, что именно антигены ОКТ-4 сперматозоидов служат мишенью для вируса СПИДа, и поэтому авторы работы считают, что проникновение инфицированных сперматозоидов в клетки иммунной системы является одним из способов заражения СПИДом.

Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA. 1987. Vol. 84. P. 3395—3399 (США).

Физиология

Почему гормоны снижают воспаление?

Глюкокортикоиды — стероидные гормоны коры надпочечников, регулирующие белково-углеводный обмен, обладают сильным противовоспалительным действием, механизм которого неизвестен. Для его выяснения группа биохимиков, руководимая С. Ли (S. Lee; Институт биологических наук, Пало Альто, штат Калифорния, США), исследовала, как глюкокортикоиды подавляют синтез в моноцитах (клетках иммунной системы) белка интерлейкина-1 (ИЛ-1), участвующего в развитии воспалительного процесса.

Обнаружено, что при добавлении к моноцитам глюкокортикоидов (гидрокортизона или его синтетического аналога дексаметазона) синтез в этих клетках матричной РНК (мРНК), кодирующей ИЛ-1, понижался на 80%. Кроме того, глюкокортикоиды усиливали деградацию уже синтезированных молекул мРНК. Действие глюкокортикоидов специфично, поскольку они не влияют на образование и распад мРНК, кодирующих другие белки. Авторы считают, что действие стероидных гормонов опосредовано специфическими рецепторами на по-

верхности моноцитов: блокирование этих рецепторов предотвращало подавление синтеза мРНК под действием гормонов.

Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA. 1988. Vol. 5. P. 1204—1208 (США).

Медицина

Инсулин в таблетках

Группа медиков из Иерусалима разработала препарат на основе инсулина, который больные могут принимать в виде таблеток; обычно инсулин вводится внутримышечно.

Инъекции инсулина, являющиеся в настоящее время основным методом лечения диабета, неудобны для больного и могут стать источником инфекции. Еще один метод приема инсулина — ингаляции через нос — находится в стадии экспериментальных разработок. Его недостаток в том, что он способен вызвать раздражение слизистой; кроме того, используемый автоматический ингалятор, сделанный по принципу нагнетательного насоса, может выйти из строя.

При инъекциях инсулин поступает непосредственно в кровь, а при использовании таблеток инсулин должен попасть в кровь через стенки кишечника. Молекула инсулина, состоящая из 51 аминокислоты, слишком велика, и, прежде чем стенка кишечника успеет адсорбировать ее, молекула будет разрушена пищеварительными ферментами. Как защитить ее от воздействия ферментов? Естественным ингибитором действия этих ферментов являются некоторые соли желчных кислот. Благодаря им 10 % введенного в кишечник подопытных животных инсулина все же попадает в кровь. Защитить инсулин от действия ферментов могут и некоторые вещества, вводимые в кишечник одновременно с ним. К ним, например, относятся бытовые моющие средства, однако эти вещества токсичны. Более перспективны ингибиторы пищеварительных

ферментов, содержащиеся в семенах бобовых растений.

Исследования продолжаются. По их завершении новый метод может стать действенной альтернативой инъекциям при лечении диабета.

New Sciences. 1988. Vol. 117. № 1601. P. 36 (США).

Медицина

Раннее определение пола плода и его последствия

Многие научные достижения, как известно, оказываются «палкой о двух концах». Вот какие проблемы возникают, например, в связи с методом амниоцентеза (взятия пробы из околоплодной жидкости), позволяющим на ранних стадиях развития определить пол будущего ребенка. Имея заблаговременно информацию об этом, родители в соответствии с собственными интересами решают, оставить ребенка или избавиться от него. Как сообщает Радхакришна Рао (Radhakrishna Rao; штат Бангалор, Индия), за период с 1978 по 1982 г. в Индии было абортровано 78 000 плодов женского пола, поскольку в сумме затраты на тестирование и аборт во много раз уступают расходам, связанным с выдочкой дочери замуж. Это приводит к тому, что соотношение полов сдвигается в сторону преобладания мужчин. В 1975 г. был издан закон, запрещающий в государственных госпиталях Индии проведение амниоцентеза с целью определения пола плода, однако действие этого закона фактически не распространилось на частные клиники. Пока что нет единого общественного мнения: некоторые требуют последовательного проведения запретительных мер, другие (в основном врачи) считают, что родители должны иметь право свободно выбрать пол своего ребенка.

Затронутый вопрос имеет и еще один аспект. Возможно, сдвиг в соотношении полов может помочь решить столь ост-

рую в Индии проблему перенаселения, правда, пока что этого не происходит: хотя в последнее десятилетие в Индии на 1000 мужчин приходится всего 935 женщин, население продолжает расти.

Nature. 1988. Vol. 331. № 6156. P. 497 (Великобритания).

Медицина

Клетки крови восстанавливают костный мозг

Лечение раковых заболеваний радиологическими и химиотерапевтическими методами разрушает костный мозг. В Университете г. Омаха (штат Небраска, США) предложен и испытан метод восстановления костного мозга после такого лечения. До лечения у пациента берется кровь, которую консервируют для длительного хранения. После лечения эта кровь вновь вводится больному внутримышечно. Клетки костного мозга у испытуемых больных начали восстанавливаться уже через 4 дня и с тех пор нормально функционируют более 600 дней. Этот метод особенно полезен для тех больных, которым по разным причинам нельзя осуществить пересадку костного мозга.

Существуют опасения, связанные с наличием в образцах крови, взятой у онкологического больного, раковых клеток. Однако установлено, что иммунная система человека способна уничтожить до 10 000 раковых клеток.

Как известно, костный мозг производят не сами кровяные клетки, а лишь исходные клетки — гемоцитобласты, способные размножаться и видоизменяться в зрелые типы кровяных клеток. Какие клетки восстанавливают нормальные функции костного мозга пациента после инъекций собственной законсервированной крови, предстоит выяснить в будущих исследованиях.

New Scientist. 1988. Vol. 118. № 1608. P. 32 (США).

Почему ухудшается память

Известно, что с возрастом память ослабевает, причем одна из причин этого — ослабление синтеза в мозге нейромедиатора ацетилхолина. После введения в мозг холина (предшественника ацетилхолина) память у молодых (но не у пожилых) людей улучшается, и поэтому А. Д. Мурадян (А. D. Mooradian; Калифорнийский университет, США) предположил, что ослабление памяти вызвано снижением транспорта холина в мозг. Действительно, он установил экспериментально, что поступление холина в мозг взрослых крыс (18- и 24-месячных) было вдвое ниже, чем у молодых (2-месячных) животных. При этом скорость поступления в мозг животных разного возраста других низкомолекулярных соединений практически не менялась, а скорость мозгового кровообращения и проницаемость сосудов мозга ухудшались с возрастом незначительно. Это свидетельствовало о специфическом характере подавления транспорта именно холина, вероятно, из-за потери способности транспортного белка связывать холин. По мнению автора, ослабление транспорта холина в мозг вызывает снижение синтеза ацетилхолина и, как следствие этого, ухудшение памяти.

Brain Research. 1988. Vol. 440. No 2. P. 328—332 (США).

Необычный способ передачи признаков

Как известно, классическая схема передачи генов и признаков от одного организма другому — по наследству, от родителей потомкам. Е. Ф. Легнер (E. F. Legner; Университет штата

Калифорния, США) сообщает о весьма необычной передаче фенотипических признаков.

Паразит-энтомофаг *Muscidifurax raptorellus* откладывает свои яйца в пупарии (куколки) мух. Это единственный представитель рода, известный из Южной Америки. Существуют несколько линий паразита, различающиеся по типу откладывания яиц. При одиночном типе в одну особь хозяина откладывается одно яйцо, при множественном — сразу несколько яиц. Линия, полученная с побережья Перу, относится к одиночному типу. Самки этой линии в эксперименте, как правило, откладывали по одному яйцу, но даже если кладка состояла из двух яиц, до взрослой особи всегда развивалась только одно. В линии, происходящей из центральных районов Чили, яйцекладка в норме бывает множественной более чем в 60 % случаев; в эксперименте множественные яйцекладки наблюдали в 80 % случаев, причем из одного мужского пупария могло выйти до 8 особей паразита. Более эффективное использование хозяина компенсирует у чилийской линии более слабые поисковые способности.

Легнер проводил разнообразные скрещивания между представителями разных линий и их гибридами в нескольких поколениях. Самым удивительным оказалось влияние наследственности самца, с которым спаривалась самка, на ее последующее поведение. При спаривании перуанской самки с чилийским самцом она в течение суток достоверно увеличивала число множественных яйцекладок (8,5 %), причем в одной особи хозяина выживали два и более яиц паразита. При обратном спаривании (т. е. чилийской самки с перуанским самцом) склонность самки к множественной яйцекладке снижалась: 74,9 % у девственных самок, откладывающих неоплодотворенные яйца, и 56,1 % у спаривавшихся с перуанскими самцами. После спаривания чилийской самки с самцом из собственной линии процент множественных яйцекладок по сравнению с девственным состоянием, наоборот, увеличивался — до 80,9 %. Та-

ким образом, наследственные признаки самца как бы добавляются и усредняются с наследственными признаками самки.

Девственные самки из первого поколения от скрещивания перуанской самки с чилийским самцом в 19,4 % случаев откладывали яйца множественно — примерно вдвое чаще, чем их матери. Нет сомнений, что наследование является полигенным.

Каков же механизм передачи признаков от самца к самке? В рамках проведенной работы этот вопрос не разрешен. Автор исследования полагает, что в описанном явлении играют роль химические вещества и (или) микроорганизмы, попадающие в организм самки с семенной жидкостью. Менее вероятно влияние агентов, заключенных в цитоплазме сперматозоидов, так как последние содержат ее очень мало.

Canadian Entomologist. 1987. Vol. 119. No 9. P. 791—808 (Канада).

Растения — активаторы мутагенов

Ряд химических соединений, поступающих в окружающую среду, не обнаруживают мутагенных и канцерогенных свойств, пока не претерпевают активации под влиянием окислительно-восстановительных ферментов печени млекопитающих. Эта особенность промутагенов учитывается в тесте Эймса — широко применяемом методе выявления мутагенных свойств химических соединений. В нем изучают мутации, возникающие у клеток энтеробактерий *Salmonella typhimurium* под влиянием испытуемого вещества, которое обработано клетками печени крысы, содержащими окислительно-восстановительные ферменты. Выделение фракции окислительно-восстановительных ферментов печени представляет определенную трудность, и в связи с этим Дж. М. Джентил с соавторами (J. M. Gentil; Холленд, штат Нью-Йорк, США), модифицировали тест Эймса: культивирова-

ли сальмонеллу совместно с клетками хлопка или моркови, содержащими цитохром P-450. Авторы показали, что клетки хлопка и моркови превращают 2-аминофлуорен из промутагена в активный мутаген, заметна увеличивающий частоту мутаций в микробных клетках. Способность растительных клеток к метаболической активации 2-аминофлуорена определяется их физиологическим состоянием.

Полученные данные свидетельствуют, что при оценке мутагенной или канцерогенной активности того или иного вещества, поступающего в окружающую среду, необходимо учитывать возможность его превращения в среде. Например, вещество, поступающее в среду в виде отходов производства, может в исходном виде не обладать мутагенными свойствами, но под влиянием ферментов водных или наземных растений оно способно превращаться в активный мутаген и накапливаться в этих растениях. Из растений такие вторичные мутагены могут непосредственно выделяться в среду или попадать в организм человека через травоядных животных, вызывая образование опухолей или поражая аппарат наследственности.

Mutation Research. 1987. Vol. 191. № 3—4. P. 151—155 (Нидерланды).

Биология

Химические элементы в организме моллюсков

Ю. П. Хрусталева, В. М. Морозов, С. Я. Черноусов (Ростовский государственный университет) изучали особенности накопления ряда химических элементов (железа, марганца, меди, ванадия) в телах и раковинах черноморской мидии (*Mytilus galloprovincialis*). Работа проводилась в северо-западной части Черного моря, которая характеризуется высокой биологической продуктивностью, преобладающей активное вовлечение микроэлементов в биологический цикл; к тому же в этом районе сосредоточены основные запасы мидий. Непосредственно на борту судна велось также определение химического состава воды, донных осадков, взвеси, изучалась реакция моллюсков на изменения биогеохимических условий среды обитания.

Выявлен ряд интересных закономерностей. Так, степень ассимиляции элементов зависит от размеров и возраста мидий: максимальная концентрация в створках раковин приходится на размерную группу от 35 до 60 мм, а в телах — от 10 до 35 мм (т. е. на период наиболее интенсивного роста мидий). Концентрация металлов в телах и створках прямо связана с литологическим типом осадков и содержанием в них химических элементов. Максимальные значения отмечены у оседей, живущих на глинистых и глинисто-карбонатных илах, минимальные — на песчаных отложениях. По мере удаления от берега содержание химических элементов в телах и створках раковин понижается, что можно объяснить уменьшением количества взвешенного вещества и разбавлением загрязнителей, поступающих с речным стоком.

Реакция гидробионтов на изменения биогеохимии среды обитания, выражающаяся в степени концентрации ими химических элементов, позволяет использовать данный вид моллюсков в качестве индикаторов загрязнения северо-западной части Черного моря.

Океанология. 1987. Т. XXVII. № 6. С. 934—938.

Биология

Нашествие азиатского таракана

Как трудно в некоторых случаях избавиться от насекомых, известно каждому. Однако когда в начале ноября 1985 г. сотрудник одной из американских фирм по борьбе с вредителями получил за короткое время третье приглашение от своего постоянного клиента провести обработку против тараканов, он почувствовал неладное. Действительно, пройдя около дома

клиента, он обнаружил летающих рыжих тараканов на улице.

Вопрос привлек внимание ученых. Американские исследователи Ф. Келер и Р. С. Паттерсон (Ph. Koehler, R. S. Paterson) поначалу приняли их за хорошо известных прусаков. Однако прусаки не склонны покидать жилище человека и не могут активно летать (способны только планировать). Несовпадение между внешностью и поведением таракана заставило исследователей обратиться к иностранным специалистам, которые пришли к выводу, что обнаруженный вид — это азиатский таракан, распространенный в Юго-Восточной Азии, Индии, на юге Китая и Андаманских о-вах. Внешне он отличается от прусака разве что чуть более узкими и длинными надкрыльями.

Как азиатский таракан попал в Америку, неизвестно. В настоящее время ситуация такова, что приостановить его распространение едва ли возможно. Во Флориде в окрестностях Лейкленда пришелец занял территорию в сотни квадратных километров. Очевидно, он расселяется вместе с человеком. Келер и Паттерсон наблюдали, как таракан приземлился на лобовое стекло их автомобиля и оставался там до тех пор, пока скорость не превысила 70 км/ч. Нет сомнений, что особи, проникшие внутрь, достигли конца маршрута.

В отличие от прусака, азиатский таракан не избегает света, а, наоборот, летит на него. Например, насекомые стремятся к включенному телевизору. Постоянное проникновение все новых и новых особей с улицы делает неэффективной борьбу с тараканами внутри жилища.

В лаборатории получены гибриды прусака и азиатского таракана. Они прекрасно летают. Исследователи опасаются, что от второго родителя они могут унаследовать и устойчивость к инсектицидам. Естественное возникновение таких гибридов вызвало бы дополнительные трудности в и так не слишком успешной борьбе с тараканами.

Natural History. 1987. Vol. 96. № 11. P. 28—35 (США).



Кислотность почв и распределение саламандр

Хорошо известно, что на развитие икры и личинок земноводных в водоемах сильно влияет кислотность воды. А как влияет кислотность почвы на распределение взрослых земноводных, живущих на суше?

Красноспинная саламандра (*Plethodon cinereus*) — обычный вид для лесов северо-востока США и северо-запада Канады. Распределение ее по лесу обычно связывают с температурой и влажностью субстрата, внутри- и межвидовой конкуренцией. Американские исследователи Р. Вимен и Д. Хоксли-Леку (R. L. Wyman, D. S. Hawkley-Lescault) выяснили, что в очень большой степени их распределение зависит от кислотности лесной подстилки.

Исследования проводились с весны по осень в двух пунктах штата Нью-Йорк. В лесу было заложено 1044 площадки по 1 м², на которых измеряли влажность, pH и температуру почвы, наличие камней, бревен (убежищ саламандр) и количество самих саламандр. На 284 площадках pH не превышало 3,7, но лишь на 25 из них встречались саламандры. Из 760 площадок с pH не менее 3,8 саламандры населяли 386. На площадках, где pH было не более 3,7, молодые особи не встречались вообще. Исходя из этих наблюдений, авторы предположили, что низкое значение pH делает непригодным для обитания саламандр примерно 27 % лесного пространства.

Эти данные согласуются и с результатами лабораторных исследований: саламандры предпочитали субстраты с нейтральным pH. При низких pH снижались темпы их роста, уровень дыхания, отмечалась даже гибель (вероятно, из-за нарушений баланса натрия в организме).

Возможно, различия в показателе кислотности лесной подстилки могут оказывать заметное влияние на роль саламандры в лесных экосистемах. Ecology. 1987. Vol. 68. № 6. P. 1819—1827 (США).

Птицы Северного моря

Несколько экспедиционных орнитологических групп, созданных Советом по охране среды Великобритании, опубликовали совместный отчет о продолжавшемся 10 лет обследовании птиц, населяющих побережья Северного моря. Проложив маршруты общей протяженностью более 124 тыс. км, орнитологи установили, что численность гнездящихся здесь морских птиц составляет около 4,5 млн особей, из них идентифицировано по видам примерно 1,5 млн.

Важной задачей экспедиций был сбор сведений о влиянии на численность и поведение птиц бурно развивавшейся в регионе нефтедобывающей промышленности. Выяснено, что наиболее чувствительны к нефтяному загрязнению те виды, которые проводят большую часть времени на поверхности моря и не возвращаются ночевать на сушу. Среди них — чистик (*Serphus grylle*), гагарка (*Alca torda*) и тупик (*Fratrercula arctica*). Немало страдают от нарушения среды обитания гагары (*Gavia ssp.*), хохластые бакланы (*Phalacrocorax aristofelis*), большие бакланы (*Ph. carbo*) и морские утки, встречающиеся на расстоянии до 50 км от побережья.

Впервые составлены карты распределения местных популяций птиц по сезонам и месяцам. Оказалось, что в конце сезона гнездования (в июле) очень много чистиковых покидают колонии и перемещаются восточнее и южнее, ближе к центральной части Северного моря. В это время они линяют, теряя маховые перья, и летать не могут, поэтому загрязнение вод нефтепродуктами становится для них губительным.

Ежегодно в августе большие скопления чистиковых появляются у восточного побережья Шотландии (в 1985 г., например, здесь скопилось около 1 млн чистиков, причем большинство — при входе в залив Мори-Ферт).

Продолжая наблюдения, английские орнитологи наряду с проблемой нефтяного загрязнения изучают причины и сроки перемещений морских птиц и влияние на их поведение распределения стай морских рыб, служащих им пищей.

New Scientist. 1987. Vol. 116. № 1589. P. 32 (Великобритания).



Песец уступает лисце

Несмотря на все охранительные меры, предпринятые властями Швеции, Норвегии и Финляндии, численность песца в Скандинавии продолжает убывать. В то же время на территории Исландии, где это животное объявлено «вредителем» (овцеводы и владельцы ферм по разведению гаги несут от песца убытки) и где за его отстрел выплачивается премия, его численность не снижается. Специалисты полагают, что в одной Исландии их насчитывается в 6 раз больше, чем во всех Скандинавских странах, вместе взятых.

Изучением этой проблемы занималась группа зоологов и экологов, возглавляемая А. Ангерьборном (А. Angerbjorn; Стокгольмский университет). Результаты последовательных переписей указывают на некоторую связь между численностью песцов и четырехлетней циклическостью в размножении леммингов и мышей-полевков.

Самка песца в годы с хорошими условиями может принести до 20 детенышей, в иные годы приплод бывает нулевым. Однако отмечены случаи, когда пища в изобилии, а размножение песцов не происходит.

Исследователи пришли к выводу, что песцы в Скандинавии вытесняются рыжей лисцей, которая в среднем на 1/4 крупнее. Установлено, что лиса все чаще встречается в новых для нее северных районах и нередко поедает детенышей песца. Кроме того, лиса распространяет ряд болезней, ко-

торым подвержен песец. В Исландии лис нет, и местные песцы, отлично приспособленные к здешним условиям, не имеют конкурентов.

New Scientist. 1987. Vol. 116. № 1585. P. 24 (Великобритания)



Охрана природы

Закон и природопользование

Конгресс США принял ряд природоохранных мер, связанных с разработкой нефтяных и газовых месторождений. Их давно ожидала от правительства Национальная федерация по охране дикой природы. Впервые законодатели требуют, чтобы арендаторы месторождений нефти и газа, расположенных на государственных землях, проводили мелиоративные работы, поскольку эксплуатация разработок сильно нарушает естественное состояние участков. Конгресс запретил сдавать в аренду участки, расположенные в малодоступных районах, а также подтвердил, в частности, что все договоры на аренду должны заключаться на конкурсной основе.

International Wildlife. 1988. March—April. P. 30 (США).

Экология

Бабочки против наркомании

Правительства южноамериканских стран используют все доступные средства в борьбе с выращиванием наркотических растений. Полиция, армия, отряды добровольцев перепахивают незаконные плантации коки, конопли, мака, поджигают их, распыляют дефолианты с самолетов. Но снова и снова в глухих долинах и на горных склонах появляются грядки с ядовитым дурманом.

В труднодоступном районе Тарапото в Перу, в лабиринте

непроходимых болот, рек и ручьев, куда можно добраться только по воздуху или на каноэ, не менее 130 тыс. га постоянно заняты плантациями коки. Отсюда ее листья поступают на тайные фабрики кокаина. И вот над Тарапото неожиданно появились неисчислимы полчища мелких белесоватых бабочек, именуемых на местном диалекте малумбий.

О существовании малумбии (*Eloria poyesi*) научному миру стало известно лишь 50 лет назад, когда ее впервые описал американский энтомолог У. Шаус (W. Schaus). С тех пор насекомое считалось, да и действительно было, крайне редким, и не всякая коллекция могла им похвастаться. Однако с июля 1987 г. малумбия размножилась в неисчислимых количествах, а единственной пищей для ее гусениц служат листья коки.

За короткое время легионы этих бабочек опустошили более 20 тыс. га нелегальных посевов коки, и кокаиновые дельцы, за бесценно скупавшие сырье, потерпели убыток в 37 млн. долл. Мафия всполошилась. Начались массовые закупки запрещенного ДДТ и других инсектицидов, но это властям уже легче взять под контроль. Правительство обратилось к энтомологам. Но выяснилось, что и сами энтомологи знают об этой бабочке крайне мало. Правда, еще в 1952 г. И. Вилле (J. Wille) посвятил ей в своей монографии несколько строк и даже указал, что она является серьезной угрозой плантациям коки. Ныне под руководством энтомолога А. Мартоса (A. Martos; Национальный аграрный университет в Ла-Молина, Перу) спешно создается специальная ферма по изучению малумбии. Работы предстоит вести в джунглях, где существуют естественные заросли коки.

Как только специалисты научатся искусственно выращивать малумбию в значительных количествах, ее всерьез можно будет использовать в борьбе с наркоманией. Предполагается засыпать посевы коки куколками этого насекомого или выпускать взрослых бабочек.

New Scientist. 1988. Vol. 117. № 1598. P. 27 (Великобритания).



Экология

При сжигании городского мусора образуются диоксины

Полихлордibenзодиоксины, побочные продукты некоторых химических производств, — опаснейшие и очень стойкие яды (с ними связаны недавние массовые отравления в г. Севезо, Северная Италия). Канадские исследователи Ф. Карасек и Л. Диксон (F. W. Karasek, L. C. Dickson; Университет Ватерлоо, Онтарио) недавно установили, что эти вещества могут образовываться при сжигании городского мусора или промышленных отходов. На летучей золе адсорбируются полихлордibenзодиоксины (образующиеся по невязанному еще механизму) и разносятся вместе с золой по округе. Возмозны несколько путей формирования их опасных скоплений: под действием повышенных температур из присутствующих в мусоре полихлорфенолов; путем концентрации уже имеющихся в мусоре следовых количеств диоксинов; из неустойчивого до сих пор сырья при его взаимодействии с неорганическими соединениями хлора (как фенолы, так и сами диоксины легко хлорируются).

Авторы показали возможность каталитического синтеза полихлордibenзодиоксинов на поверхности зольных частиц из мусоросжигающих печей городов Торонто (Канада) и Матида (Япония), а также из содержащих полихлорвинил сжигаемых отходов установки для рафинирования меди (г. Норанда, Канада). Бензольный экстракт из золы изучался методами газовой хроматографии и масс-спектрометрии. Особенно высокий выход полихлордibenзодиоксинов (до 4,1 %) отмечен при пиролизе пентахлорфенола (температура 250—300 °С) в присутствии золы мусоросжигающих установок Онтарио (Канада). В условиях эксперимента примеси неорганических хлоридов в золе обладают только незначительным хлорирующим действием (менее 0,1 %).

Были проведены отдельные эксперименты по пиролизу или сжиганию образцов промышленного поливинилхлорида, а также таких продуктов его термического распада, как хлорсилолы или циннамилхлорид. И в этом случае установлено образование полихлордibenзодоксинов, однако с меньшими выходами.

Таким образом, установки для сжигания городского мусора и промышленных органических хлорсодержащих отходов могут стать источником ядовитых полихлордibenзодоксинов и тем самым — стойкого загрязнения окружающей среды. Особую опасность представляют такие примеси к мусору, как хлорированные фенолы, применяемые или непосредственно, или в качестве составляющих разнообразных инсектицидных, гербицидных и тому подобных препаратов.

Science. 1987. № 237. P. 754—756 (США).

Биогеохимия

Новый взгляд на происхождение биосферы

Проблемы первичного углерода Земли и зарождения биосферы, поведения углерода в мантии и его роли в образовании руд продолжают волновать геохимиков. Новые идеи в этих областях высказаны Э. М. Галимовым (Институт геохимии и аналитической химии им. В. И. Вернадского АН СССР).

Понятие «геохимия углерода» было введено еще В. И. Вернадским, впервые оценившим уникальную геохимическую роль углерода, способного образовывать как подвижные газообразные соединения, так и устойчивые минералы, а главное — органические соединения, формирующие все живое. Однако многие проблемы генезиса углерода, поставленные Вернадским, до сих пор остаются нерешенными. Опираясь на новейшие данные по изотопному составу углерода, кислорода и других элементов, Галимов

предлагает следующее оригинальное решение проблемы первичного углерода Земли и возникновения биосферы.

Открытие изотопных аномалий в метеоритах (например, избыточность некоторых изотопов — в одних, аномально высокое содержание дейтерия и тяжелого изотопа углерода ^{13}C — в других и т. п.) позволяет предположить, что вещество Солнечной системы представлено смесью разнородного материала, синтезированного в разных космических событиях нуклеогенеза, при этом частички межзвездной пыли — носители изотопных аномалий — смогли «выжить» в процессе формирования Солнечной системы. Таким образом, углеродистое вещество углистых хондритов, с которым связаны необычные изотопные отношения, унаследовано от досолнечного межзвездного пылевого вещества, а не образовано в результате конденсации горячего газа или дифференциации на родительских телах метеоритов, как считалось ранее.

По ряду важных признаков (изотопному составу элементов, соотношению летучих) вещество верхней оболочки Земли схоже с веществом углистых хондритов, поэтому можно думать, что в значительной своей части (по расчетам — около массы земной коры) вещество углистых хондритов попало на Землю извне. Скорее всего, это произошло на заключительном этапе формирования планеты или в какой-то из моментов ее ранней истории, синхронный метеоритной бомбардировке Луны — 4,2—3,9 млрд лет назад.

Углистые хондриты богаты водой, и, как показали оценки, при объеме выпавших тел порядка массы земной коры, т. е. всего 0,8 % массы Земли, они могли стать источником всей воды на Земле. Наблюдаемое увеличение содержания изотопа кислорода ^{18}O в газовом составе древних осадочных образований (кремней, карбонатов) указывает на небольшой объем океана в раннем архее и на его зарождение как раз в период 4,2—3,9 млрд лет назад. Известно, что углистые хондриты содержат разнообразные органические соединения,

в том числе нуклеотиды, аминокислоты, порфирины, образующие ядра молекул хлорофилла. Поэтому в первичных водоемах концентрация органических соединений изначально могла быть высокой.

В геологической истории Земли уже 3,8 млрд лет назад появляются железополосчатые формации, образование которых многие ученые связывают с выделением кислорода в водную среду фотосинтезирующими организмами. Если это так, то при сравнительно позднем образовании углерод-водной оболочки крайне сжатое время, отпущенное на всю биологическую эволюцию вплоть до появления фотосинтезирующих организмов. Галимов в этой связи предполагает, что фотохимическое выделение кислорода на основе органических соединений появилось раньше жизни. В самом деле, простейшее сочетание хлорофилловых молекул с биполярными липидами уже способно обеспечить фотоэффект; и те, и другие соединения присутствуют в углистых хондритах. Поэтому вполне возможно, что свойство молекул хлорофилла или подобных соединений поглощать свет и создавать химический потенциал появилось и приобрело геологическое значение до образования биосферы. Действительно, с позиций термодинамики универсальный механизм превращения энергии среды (света) в химическую энергию системы мог появиться до возникновения и развития сложных энергопотребляющих систем (жизни). Таким образом, фотохимическое выделение кислорода на основе органических соединений можно рассматривать как предпосылку возникновения жизни.

Геохимия. 1988. № 2. С. 258—278.

Геофизика

Геомагнитные предвестники землетрясений

С самого начала XIX в. ученые разных стран сообщали об изменениях геомагнитного

поля, якобы связанных с сейсмическими явлениями. Однако с 50-х годов XX в. подобные утверждения были признаны ошибочными, так как результаты прежних измерений были обусловлены простой механической вибрацией приборов во время подземных толчков. С появлением в 60-х годах более совершенных магнитометров специалистам в СССР, США, Китае неоднократно удавалось фиксировать изменения магнитного поля, происходившие до землетрясения (это явление назвали тектономагнитным эффектом). И все же связь между тектономагнитным эффектом и сейсмической активностью осталась неясной.

С 1974 г. в районе известного сейсмоактивного разлома земной коры Сан-Андреас в штате Калифорния (США) действует сеть высокоточных магнитометров Геологической службы США. В конце 1987 г. М. Джонстон и Р. Мюллер (M. Johnston, R. Mueller) опубликовали результаты анализа данных, собранных за 13 лет ее работы. Особенно примечательны записи, сделанные во время землетрясения магнитудой 5,9 по шкале Рихтера, происшедшего 8 июля 1986 г. в районе города Норт-Палм-Спрингс в Калифорнии. Все приборы зарегистрировали тогда заметное падение напряженности магнитного поля. Интересно, что в течение пяти месяцев, предшествовавших землетрясению, магнитное поле в этом районе медленно усиливалось. По мнению специалистов, это говорит о нарастающем напряжении в земной коре вдоль разлома Сан-Андреас.

Очевидно, сейсмическая активность может вызывать магнитный «сигнал». Однако изменения магнитного поля в таком случае, вопреки ожиданиям, оказались слишком малы (порядка 1 нТ), чтобы их с уверенностью можно было отличить от обычного фона.

В 70-х годах специалисты считали, что в момент подземного толчка накопившееся в коре давление может резко падать (на 100 бар). Теперь называется величина примерно на порядок меньше, соответствен-

но снижается и интенсивность ожидаемых магнитных явлений.

Таким образом, пока геомагнитные явления, хотя их связь с сейсмическими и можно считать доказанной, еще не могут быть использованы для прогноза землетрясений.

Science News. 1987. Vol. 132. № 11. P. 167 (США).

Вулканология

Как образуется вулканический купол

Катастрофическое извержение вулкана Сент-Хеленс 24 мая 1980 г. на крайнем северо-западе США (штат Вашингтон) предоставило ученым редчайшую возможность изучать процессы, происходящие вслед за подобным событием.

Взрыв в 500 раз мощнее взрыва атомной бомбы, сброшенной на Хиросиму, поднял в воздух почти всю вершину горы. Вслед за извержением на дне старого кратера началось формирование нового вулканического купола, уже почти завершившееся к настоящему времени. Купол образован излившейся лавой, имеет высоту 330 м и ширину у основания около 1000 м. Объем включенных в него из-

верженных пород оценивается примерно в 75 млн м³. На 63 % они состоят из двуокиси кремния.

Наблюдения, которые постоянно велись на месте группой сотрудников из Вулканологической обсерватории Каскадных гор при Геологической службе США (Ванкувер, штат Вашингтон) во главе с Д. Суонсоном (D. Swanson), позволили сделать ряд интересных выводов. Вопреки существовавшему среди специалистов представлению, образование нового купола происходило прерывисто, за 20 четко различимых этапов. Общая же продолжительность такого периода в жизни вулкана составляет, очевидно, около 10 лет.

Другой важный вывод состоит в том, что катастрофу 1980 г. можно было предвидеть. Если бы на верхних склонах горы Сент-Хеленс постоянно велись геодезические измерения, а их данные телеметрически передавались на ближайшую вулканологическую обсерваторию, можно было бы обнаружить значительные перемещения лавы внутри старого купола; это позволило бы предсказать извержение по крайней мере за три недели. Для такого прогноза существенны также данные об

На месте старого полуразрушенного кратера из застывшей лавы вырастает новый купол.



изменениях формы купола, смещениях на дне кратера, росте локальной сейсмической активности.

Неожиданной оказалась обнаруженная связь между процессом образования купола и приливами в твердом теле Земли. Установлено, что каждый этап роста купола наступал через 3—6 суток после регулярного двухнедельного максимума земных приливов.

Главный же практический вывод состоит в том, что, хотя Сент-Хеленс и нельзя считать теперь «заснувшим» вулканом, взрыв его, подобный происшедшему в 1980 г., в ближайшем будущем представляется крайне маловероятным.

New Scientist. 1988. Vol. 117. № 1598. P. 26. (Великобритания); Earthquakes and Volcanoes. 1987. Vol. 19. № 2. P. 57, 59 (США).

Метеорология

Метеорологическая катастрофа в Азии и Африке

Во многих районах Африки и Южной Азии в августе 1987 г. обычный для этого времени года приход муссонов не состоялся. В Сахеле — широкой полосе к югу от Сахары — выпало едва 70 % средней нормы осадков для сезона дождей. В Эфиопии дождливый сезон внезапно прервался в июле, что привело к гибели урожая на значительных площадях. В наибольшей степени пострадала Индия: недостаток в питьевой воде в 1987 г. испытывали 250 млн человек (около трети населения страны); уровень влаги в водохранилищах упал настолько низко, что многие гидроэлектростанции прекратили выработку энергии. С другой стороны, на западном побережье Индостана, а также на территории Бангладеш произошли наводнения, вызванные беспрецедентно обильными осадками.

Анализируя эти контрастные метеорологические условия, К. Фолланд (С. Folland; Метеорологическая служба Великобритании), призвал пере-

смотреть принятый на сегодня механизм действия муссонов.

Индостанские муссоны возникают вследствие разницы температур на Тибетском плато и над Индийским океаном. Летний разогрев воздушных масс над Тибетом ведет к образованию там области низкого давления, в направлении которой начинают двигаться мощные потоки воздуха из юго-западной части Индийского океана. Обычно они приносят с собой обильные осадки. Зимой же, когда высокогорное плато сильно охлаждается, направление ветров меняется на обратное и наступает сухой сезон.

Хотя резкий перепад температур летом действительно вызывает мощные воздушные потоки, теперь очевидно, что существуют и другие факторы, от которых зависит количество осадков. По-видимому, здесь играют роль локальные центры низкого атмосферного давления, формирующиеся над Бенгальским заливом и над Аравийским морем. Возможно, именно эти факторы и возобладали в 1987 г.

По данным метеоролога С. Гаджила (S. Gadgil; Национальный институт наук Индии), в случае разогрева вод в Индийском океане выше 28 °С, над его поверхностью происходит интенсивный подъем теплого воздуха, причем вся влага из бурно образующихся облаков изливается тут же, над экваторией, а на сушу выходит лишь обезвоженные воздушные массы. В 1987 г. на значительной площади Индийского океана температура поверхностного слоя достигала 29 °С.

С. Уннинаяр (S. Unninayar; Всемирная метеорологическая организация, Женева) полагает, что метеорологическая катастрофа в Южной Азии и, возможно, части Африки, связана с Эль-Ниньо — аномальным потеплением вод на значительной акватории Тихого океана и изменением обычной структуры течений и ветров. Он считает, что условия, характерные для повторяющегося раз в несколько лет Эль-Ниньо, отмечались начиная с ноября 1986 г. За последние 26 раз появления Эль-Ниньо в 21 случае они совпадали с засухой в Индии.

Изучение сложной взаимозависимости явлений глобального масштаба сильно затрудняет неоднородность и кратковременность ряда метеорологических и океанологических наблюдений во многих районах земного шара. Недавно в Национальном климатологическом центре США закончилась разработка стандартизованных математических программ для ЭВМ, благодаря чему метеорологические данные примерно из 100 развивающихся стран станут доступны для анализа.

New Scientist. 1987. Vol. 115. № 1575. P. 20 (Великобритания).

Метеорология

Пыльные бури против кислотных дождей

Комплексная группа специалистов, возглавляемая Х. Георгии (H. W. Georgii; Институт метеорологии и геофизики, Франкфурт-на-Майне, ФРГ) и З. Левином (Z. Levin; факультет геофизики и планетарных наук Тель-Авивского университета, Израиль), изучает химический состав осадков в условиях Восточного Средиземноморья.

Обычно капли влаги, образующиеся над территорией Ближнего Востока, обладают довольно высокой кислотностью. Если же пыльной бурей поднято на достаточную высоту большое количество песчаных частиц, они становятся ядрами конденсации и по мере образования дождевых капель оказываются внутри них. Происходит ошелачивание осадков.

Возможно ли это факт как-то использовать в борьбе с кислотными дождями?

New Scientist. 1988. Vol. № 1603. P. 38. (Великобритания).

Палеонтология

Древнейшее среди позвоночных

Международная палеонтологическая экспедиция, возглавляемая Ф. Жанве (Ph.

Janvier; Национальный центр научных исследований, Париж), работала в малознученном горном районе южной Боливии, который полмиллиарда лет назад представлял собой акваторию древнего моря. Здесь удалось обнаружить ископаемые остатки неизвестных науке бесчелюстных животных, обитавших около 470 млн лет назад, — это первые ордовикские позвоночные Южной Америки. По названию близлежащей деревни Сакабамба находке присвоили наименование *Sacabambaspis*.

В длину сакабамбаспис достигал 20 см, в ширину — не более 10 см. Сливавшаяся с туловищем голова у него покрыта костным панцирем, а хвост — узкими вертикальными чешуями. Пловцом он, очевидно, был неважным и держался в придонных слоях воды, питаясь мелкой добычей (червями, рачками) и детритом. Среди ныне живущих отдаленными родственниками сакабамбасписа являются круглоротые позвоночные — миксины и миноги (однако сходство их обнаруживается лишь по некоторым признакам). По мнению специалистов, сакабамбаспис представляет собой особую ветвь позвоночных, по-видимому, давшая начало челюстноротым — рыбам.

Фрагменты панцирей родственников сакабамбасписа уже случайно находить в Северной Америке, Австралии и на Шпицбергене, причем североамериканские формы ближе к нему, чем австралийские. Обусловлено это иным, чем ныне, расположением материков в ордовикском периоде. Широкая географическая распространенность позвоночных почти полмиллиарда лет назад указывает, что к тому времени у них уже была значительная история.



Реконструкция бесчелюстной рыбы, обитавшей 470 млн лет назад.

Ознакомившиеся с находкой палеонтологи Д. Эллиот и Х. Шульц (D. K. Elliot, H. P. Schultze; Университет штата Канзас, США) считают ее одним из крупнейших за последние полвека открытий в области эволюции низших позвоночных.

Geobios. 1987. № 19. Fasc. 5. P. 629—634 (Франция); Science News. 1988. Vol. 133. № 2. P. 21 (США).

Палеонтология

Снова о мамонтах — от Англии до Сибири

Находки остатков мамонтов на Британских о-вах по обилию и полноте едва ли могут конкурировать со знаменитыми сибирскими. Однако недавняя находка (сентябрь 1986 г.) в Шропшире, на западе Англии, поистине взбудоражила исследователей плейстоценовой фауны¹. В слое озерных глин, вскрытых при разработке карьера, обнаружено большое скопление костей мамонтов. Оказалось, что здесь захоронен практически целый скелет взрослой особи и остатки еще двух или трех детенышей.

Никогда в Англии не находили столь полных скелетов мамонтов. Однако главный сюрприз был впереди. Радиоуглеродное датирование бивня взрослого мамонта, произведенное одновременно в двух лабораториях, дало возраст около 12 700 лет. Это означает, что данная находка не только самая полная в Англии, но и одна из позднейших в мире. Как известно, мамонты нигде не пережили радикальной перестройки фауны на рубеже плейстоцена и голоцена, происходившей около 10—11 тыс. лет назад. Чтобы ответить на извечный вопрос, почему вымерли мамонты, надо точно знать когда это произошло. Поэтому каждая находка мамон-

тов, живших в последние 2—3 тыс. лет перед этой перестройкой, имеет огромную информационную ценность.

Не стихают дискуссии между сторонниками двух противоположных гипотез о причинах вымирания мамонтов и их спутников. Что погубило их: человек или климат? Ведь примерно в это же время происходила революция и в технике изготовления орудий охоты. Вероятно, новые английские находки внесут свой вклад в решение этого вопроса. Во всяком случае, найденные вместе с мамонтами остатки насекомых позволяют известному английскому палеоэнтомологу Дж. Р. Кузу сделать вывод о более мягком в сравнении с современным климате периода существования шропширских мамонтов. На фоне хорошо разработанной в Англии шкалы климатических событий того времени датировка новой находки показывает, что, вопреки прежним представлениям, максимум последнего оледенения мамонты на Британских о-вах сумели пережить. Ведь до сих пор самые молодые датировки остатков мамонтов в Британии были порядка 18—19 тыс. лет, т. е. времени пика оледенения, что и давало основание винить в их гибели именно ледники.

Изучением замечательной находки занимается А. Листер из Кембриджского университета. Он полагает, что в этой работе трудно будет обойтись без советского опыта в изучении мамонтов, находки которых особенно многочисленны в Сибири. Так, у него сразу возник вопрос: кто пас малышей — папа или мама? Ведущий советский специалист по мамонтам В. Е. Гарутт (Зоологический институт АН СССР) уже отправил в Кембридж свои соображения по поводу возможностей определения пола мамонтов по костям скелета.

В ноябре этого года А. Листер собирается приехать в нашу страну для изучения ископаемых остатков мамонтов в коллекции Москвы и Ленинграда.

А. В. Шер,
кандидат геолого-минералогических наук
Москва

¹ Coope G. R., Lister A. M. // Nature. 1987. Vol. 330. № 6147. P. 472—474.

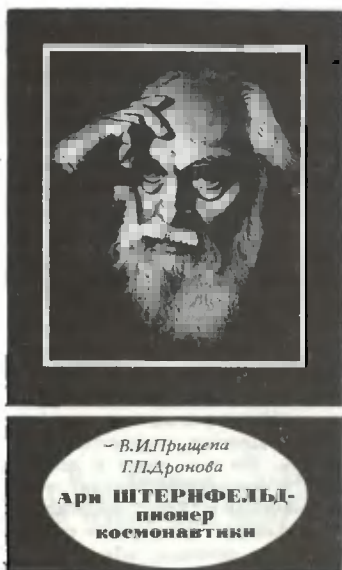
ОДЕРЖИМЫЙ ИДЕЕЙ КОСМИЧЕСКИХ ПОЛЕТОВ

А. Г. Масевич,
доктор физико-математических наук
Москва

Термин «космонавтика», как и слова «космонавт» и «космодром» были введены Ари Абрамовичем Штернфельдом. За 20 лет до начала космической эры, в 1937 г., в СССР вышла его монография «Введение в космонавтику», которая неоднократно переиздавалась, была переведена на языки более 30 стран и явилась, как отмечает во вступлении к рецензируемой книге летчик-космонавт СССР В. И. Севастьянов, «настоящим кладом знаний по теории космонавтики». И продолжает: «...я часто встречался с Ари Абрамовичем, и мы стали друзьями. Память запечатлела обязательный образ этого широко эрудированного, исключительно воспитанного и доброжелательного человека» (с. 6). К этим словам охотно присоединятся все, кто его знал.

Но книга В. И. Прищепы и Г. П. Дроновой привносит в наши представления о Штернфельде немало нового — она впервые подробно рассказывает о научных трудах и нелегкой судьбе одного из пионеров космических исследований. Первые главы — «Детство и юность», «Жизнь во Франции», «Начало творческого пути в космонавтике» и «На новой родине» — пожалуй, наиболее ярко написанные части его биографии.

На одном из домов в старинном польском городе Серадце, рассказывают авторы, висит мемориальная доска — здесь родился Штернфельд. Родословная книга, хранившаяся в этом доме, свидетельствовала, что род отца происходил от выдающегося еврейского философа Маймонида (1135—1204). Отец мечтал сделать своего сына раввином. Но мальчик явно тяготел к изобретательству и технике. Его пришлось отдать в гим-



В. И. Прищепы, Г. П. Дронова. АРИ ШТЕРНФЕЛЬД — ПИОНЕР КОСМОНАВТИКИ. 1905—1980 / Отв. ред. Б. В. Раушенбах. М.: Наука, Науч.-биогр. сер., 1987. 192 с.

назию. Им рано завладела грандиозная идея — построить аппарат для полета в космос. «Часто, сидя над латынью, — говорит в его воспоминаниях, которые цитируются в книге, — я ловил себя на том, что мои мысли находятся где-то далеко, сосредоточиваясь постоянно на одном предмете — ракетах». (с. 16). Втайне от других он рисовал небесные корабли, чертил их космические трассы.

По окончании гимназии Штернфельд поступил на философский (физико-технический) факультет Ягеллонского университета в Кракове, а через год уехал во Францию, чтобы начать учиться в Институте электротех-

ники и прикладной механики Нансийского университета. Здесь Штернфельду пришлось зарабатывать себе на жизнь, работая грузчиком, рабочим на заводе, контролером газовых счетчиков. Но еще до получения диплома инженера-механика он переключился на проектирование разных видов промышленного оборудования. На ярко одаренного изобретателя, работавшего по заказам, был немалый спрос.

После окончания университета он сначала устраивается в конструкторское бюро акционерного общества «Бетик», а затем принимает приглашение Национального бюро научно-промышленных исследований и изобретений в Белью, где приобретает опыт инженера-расчетчика. Одновременно Штернфельд поступает в Сорбонну и работает над докторской диссертацией по космонавтике. Однако после трех лет докторантуры неожиданно выяснилось, что ни один из профессоров Парижского университета не считает тематику межпланетных полетов научной. Защита диссертации не состоялась.

Штернфельд ответил своим оппонентам статьей «Вчерашняя утопия — сегодняшняя реальность. Можно ли путешествовать с Земли на другие планеты?», напечатанную в августе 1930 г. в газете «Юманите». В центре первой полосы он поместил фотографию К. Э. Циолковского, только что полученную из Калуги, и снабдил ее подписью: «К. Э. Циолковский — русский ученый, один из отцов астронавтической науки». Вскоре он начинает работать над монографией «Введение в космонавтику» и за публикацию отдельную ее тем удостоивается Международной премии по астронавтике.

В 1935 г., уже будучи известным ученым, Штернфельд переезжает на постоянное жительство в СССР. Он был убежден, что только в стране, строящей социализм, возможно осуществление его мечты — проникновение в космос. Как известно, Штернфельд не ошибся. Именно в СССР был запущен первый искусственный спутник Земли, первый космический корабль с человеком на борту, именно в нашей стране получены первые фотографии обратной стороны Луны, первые данные о поверхности Венеры, проведен ряд важнейших исследований Земли из космоса, т. е. практически осуществлены все те эксперименты, которые рассматриваются в монографии Штернфельда 1937 г. как проект программы-максимум на далеком будущем. Очень кстати в приложении к книге В. И. Прищепы и Г. П. Дроновой дана небольшая выдержка из «Введения в космонавтику», в которой изложены эти задачи. Отметим еще раз, что предсказания эти сделаны за 20 лет до запуска 1-го искусственного спутника Земли.

Судьба Штернфельда сложилась так, что, получив советское гражданство, он лишь два года (с июня 1935 г. по июль 1937) работал в Реактивном научно-исследовательском институте в Москве, в коллективе единомышленников, среди которых были будущие знаменитости — С. П. Королев, М. К. Тихонов, Ю. А. Победоносцев, В. П. Глушко, Г. Э. Лангемак.

Эти два года были своеобразным «звездным часом» для Штернфельда. Он активно включился в работы по созданию ракетных летательных аппаратов. Его изобретательский талант и инженерный опыт позволили ему внести ряд новшеств в конструкцию проектируемых крылатых ракет. Под его руководством состоялось несколько пробных пусков. Его статьи по вопросам оптимальных режимов работы ракетных двигателей, увеличения потолка и дальности ракет, учета сопротивления атмосферы, возможности применения составных ракет и другие публиковались в 1937 г. в трудах

института. Работы Штернфельда вызывали в РНИИ всеобщий интерес.

Но время было сложное как внутри страны, так и за ее пределами. Главной задачей РНИИ стало укрепление обороноспособности страны. Штернфельду, как бывшему иностранному подданному, было предложено покинуть институт. И всю остальную жизнь он вынужден был трудиться в одиночку, порой в весьма нелегких условиях. Успех в космических исследованиях может быть достигнут только в результате совместной напряженной деятельности больших коллективов ученых, инженеров, техников, рабочих. Для творческого ума работа в одиночку в этой области — трагедия. Эта сторона биографии Штернфельда не нашла достаточного отражения в книге. И читателю многое остается непонятным, в частности то, почему популярность Штернфельда за рубежом превосходит известность в нашей стране.

Штернфельд не падает духом. Друзья стараются ему помочь. Он выступает с докладами в институтах, читает лекции, начиная с 1938 г. печатается в журналах «Знание — сила», «Наука и жизнь», «Техника — молодежи», в энциклопедических и других изданиях, выступает по радио, ведет исследования по механике космического полета, не прерывая работы в тяжелой обстановке конца 30-х годов и в годы Великой Отечественной войны. Но только в 1965 г. ему по представлению Академии наук СССР присуждается ученая степень доктора технических наук без защиты диссертации и тогда же присваивается звание заслуженного деятеля науки и техники РСФСР. Нансийский университет и Лотарингский политехнический институт (Франция) удостоивают Штернфельда звания почетного доктора, он получает и другие почетные награды и премии.

Об этом рассказано во второй части книги, но, к сожалению, не всегда весомо. Серьезные научные результаты и глубокие предсказания подчас не акцентированы и поданы в пере-

мешку с второстепенными. Хорошо, что в приложении приведена последняя, подготовленная за полгода до кончины статья ученого «Раздумье о космонавтике», в которой подчеркивается насущная необходимость мирного развития космических исследований. В приложении даны также основные даты жизни и деятельности Штернфельда и обширная библиография.

Многие работы Штернфельда до настоящего времени так и не изданы. Не публиковался на русском языке и ряд его научных и популярных статей, изданных за рубежом, в частности занимательная книжка «Парадоксы космонавтики», вышедшая в 1987 г. в Польше. Хотелось бы надеяться, что они увидят свет уже в ближайшем будущем и советский читатель сможет получить более полное представление о незаурядном человеке, одержимом идеей космических полетов, и о месте Штернфельда в истории освоения космоса.

Книга о Штернфельде, выпущенная издательством «Наука», будет стимулировать интерес к творчеству ученого, плодотворно и преданно разрабатывавшего идею космического полета, несмотря на все чинимые ему препятствия. Но хотелось бы видеть ее новое, более полное издание, которое, как мне кажется, могло бы выдерживать большой тираж.

ПУТИ КНИГОПЕЧАТАНИЯ

А. А. Пархоменко,
кандидат технических наук
Москва

Сюжет этой книги охватывает большой период человеческой истории — более пяти веков, в течение которых мировая культура обрела свою надежную и прочную основу — массовое книгопечатание. Путь к многотысячным, а нередко и миллионным тиражам книг и журналов был сложным, трудным, противоречивым. Нужно было создать, отработать, усовершенствовать многочисленные технические средства, способные справиться с громадным спросом на книжную продукцию. В решении этой задачи участвовали изобретатели, инженеры и ученые разных стран мира.

Рецензируемая книга дает широкую панораму развития технических средств книгопечатания — от их зарождения до наших дней. В. И. Васильев начинает свое исследование от элементарного печатного станка И. Гутенберга и доводит до новейших технических средств современного книгоиздания, до заманчивых перспектив дальнейшего развития издательско-полиграфического комплекса.

Имя автора этой работы знакомо читателям, интересующимся историей техники. Несколько лет назад вышла его монография «Техника научного книгопечатания. История, состояние, перспективы». Кроме того, он получил известность среди специалистов своими конкретными разработками в области современной полиграфической техники. Так, по представлению Академии наук, за разработку и создание технико-технологического комплекса для выпуска журнала «Доклады Академии наук СССР» В. И. Васильев был удостоен Золотой медали ВДНХ СССР.

Новая книга В. И. Васильева — не просто рассказ о полиграфических машинах, кото-

рые на этом этапе получают комплексная механизация и автоматизация полиграфического производства.

Всего в книге В. И. Васильева шесть глав. Вслед за вводной теоретической помещены три большие исторические главы. Специальная глава рассказывает об особенностях развития полиграфии и ее технических средств в сфере научного книгоиздания. Здесь, в частности, подробно говорится об одной из лучших отечественных типографий, созданной при Академии наук (АН). Эта академическая типография была (и осталась) уникальным предприятием по возможностям воспроизведения научных изданий практически на любом языке мира. Пик ее достижений — 356 языков и наречий — был достигнут в 1871 г.

Последняя глава посвящена современному состоянию и перспективам развития технических средств издательско-полиграфического комплекса. Этот материал имеет особое значение в свете перестройки всего нашего издательского дела. На что здесь обращено внимание? Главным образом — на наиболее эффективные технические средства и технологические процессы, которым должен быть отдан приоритет в развитии нашей полиграфии.

Сюда относятся создание и широкое внедрение офсетной печати, фотонабора, клавиатурных фотонаборных машин с прямым вводом, с видеотерминальными устройствами; применение фотонаборной техники на основе электроннолучевых трубок; замена перфоленты удобными в обращении и достаточно емкими, гибкими магнитными дисками, дисковыми накопителями высокой емкости; использование в фотонаборных машинах светодиодов; комплексная механизация и автоматизация технологических процессов.

В. И. ВАСИЛЬЕВ



В. И. Васильев. РАЗВИТИЕ ИЗДАТЕЛЬСКО-ПОЛИГРАФИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ. М.: Наука, 1987. 255 с.

рые, последовательно сменяя друг друга, возводили искусство книгопечатания на все более высокий уровень. Автор провел анализ и разработал вполне убедительную периодизацию развития технических средств полиграфии, дал их научную классификацию.

Первый, наиболее длительный этап эволюции печатного дела был связан, как показано в книге, с ручным набором и малопроизводительными машинами. Второй отличался букво- и строкоотливным набором и преобладанием скоростных машин высокой и глубокой печати. Для третьего, нынешнего этапа характерен автоматизированный набор и офсетный способ печати, основанный на применении фотомеханических методов и электронной техники в формных процессах. Широкое применение

После прочтения книги и неспециалисту становится ясно, что без широкого использования электронных технических средств непосредственно в издательствах сегодня уже невозможно рассматривать перспективы развития отечественного книгопечатания. Но прежде всего это относится к сфере производства научных изданий.

Несмотря на специфику темы, книга читается довольно легко. Видимо, этому способствуют хороший язык, квалифицированное оформление (в книге множество поясняющих рисунков, схем и таблиц) и, главное, убедительная аргументация. Само полиграфическое исполнение книги наглядно свидетельствует о больших потенциальных возможно-

стях нашего книгоиздания. К сожалению, они редко используются.

Думается, что в книге, посвященной истории и перспективам полиграфического дела, следовало бы уделить особое внимание критическому анализу современного отечественного книгопечатания, подробнее рассмотреть его «узкие места». Техническое перевооружение нашей полиграфии — важнейшая задача, но она не может решаться везде одинаково и одновременно. Автор мог бы высказать по этим вопросам свои соображения.

Этим кругом проблем надо было бы дополнить книгу при переиздании, которое, по видимому, скоро потребуются, так как тираж ее невелик (всего

2 тыс. экз.), а читательское назначение достаточно широкое. Для полиграфистов она во многих случаях будет служить справочником, историкам даст обширный материал о развитии одной из важных отраслей техники. Студенты и учащиеся высших и средних полиграфических, а также библиотечных учебных заведений смогут использовать работу В. И. Васильева как учебное пособие.

Наконец, и широкие круги читателей мог бы заинтересовать очерк истории и конструктивный критический анализ современного состояния техники массового книгопечатания — той техники, с помощью которой создаются незаменимые источники знания — книги, журналы, другие произведения печати.

НОВЫЕ КНИГИ

Биология

А. Н. Горбань, Р. Г. Хлебоброс. ДЕМОН ДАРВИНА. Идея оптимальности и естественный отбор. М.: Наука. Главная ред. физ.-мат. лит., сер. «Пробл. науки и техн. прогресса», 1988. 208 с. Ц. 80 к.

Авторы этой книги называют себя «эволюционистами, а не биологами» и дают этой парадоксальной самохарактеристике соответствующее объяснение. Их книга — о моделях в теории эволюции, а поставленная ими сверхзадача — увидеть единство целого в мозаике моделей. Своих предполагаемых читателей они условно разделили на два круга — узкий и широкий. Узкий круг — это биологи и математики. Те биологи, которым интересны точка зрения специалиста по математическому моделированию, технология построения моделей и порождаемое ею отделение

главного от второстепенного, возможности моделирования в теории отбора. И те математики, которых интересует биология либо как объект приложения своих профессиональных знаний, либо просто на любительском уровне, как всех. Широкий круг читателей — это студенты и способные школьники, интересующиеся биологией или математикой, при этом для понимания книги достаточно хорошего знания школьных курсов по этим предметам.

Биология

МОЛЕКУЛЯРНАЯ ГЕНЕТИКА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ БАКТЕРИЙ С РАСТЕНИЯМИ. Пер. с англ. А. В. Русина под ред. В. Г. Никифорова. Предисл. Э. С. Пирузян. М.: Агропромиздат, 1988. 416 с. Ц. 6 р. 20 к.

Взаимодействие бактерий с растениями, интерес к которому сильно возрос в последнее десятилетие, обсуждалось на специальном симпозиуме, состоявшемся в 1982 г. в университете г. Билефельда (ФРГ). Сделанные на нем доклады и составили данный сборник (на английском языке был опубликован в 1983 г.).

В центре внимания исследователей оказались бактерии двух родов (агробактерии и ризобии), которые являются причинными агентами важнейших с агрономической точки зрения процессов — образования опухолей у двудольных растений и формирования азотфиксирующих клубеньков — у бобовых.

Сборник освещает различные аспекты взаимодействия патогенных бактерий с высшими растениями, отражены достижения в изучении процесса фиксации атмосферного азота бо-

бовыми растениями. В качестве введения публикуется статья исторического характера, в которой кратко рассказано о развитии взглядов на взаимоотношения партнеров в системе «бактерии — растение».

Книга может представить интерес для специалистов в области молекулярной генетики и биологии, физиологии растений и фитопатологии.

Экология

П. Джиллер. СТРУКТУРА СООБЩЕСТВ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ НИША. Пер. с англ. Н. О. Фоминой под ред. и с предисл. Б. М. Медникова. М.: Мир, 1988. 184 с. Ц. 1 р. 30 к.

В багаже «практической экологии», отмечается в предисловии к русскому изданию, накопилось чересчур много несбывшихся прогнозов, неоправдавшихся рекомендаций, непредсказанных катастрофических последствий хозяйственной деятельности. Считалось, например, что, сводя лес, мы расчищаем место для подраста — на деле возникали пустоши; вылавливая рыбу старших возрастов, полагали, что улучшаем кормовую базу для младших поколений, но численность видов не восстанавливалась — их место в экосистеме занимали сорные, непромысловые виды; все усилия сохранить гепарда в среднеазиатских пустынях потерпели неудачу — он был обречен на вымирание из-за резкого сокращения численности его жертв, джейранов; регулируя отстрел сайгаков и диких северных оленей, мы в то же время преграждали пути их сезонных миграций каналами и газопроводами... Лишь теперь стало ясно, что для спасения любого вида требуется не только охрана его самого, но и поддержание его ниши, стабилизация сообщества.

По словам автора, книга задумана как введение в существующие в настоящее время теории и представления о струк-

туре сообщества и призвана облегчить дальнейшее знакомство с обширной специальной литературой по этому вопросу.

Геология. История науки

А. С. Марфуни. ИСТОРИЯ ЗОЛОТА / Отв. ред. Ю. Г. Сафонов. М.: Наука, 1987. 245 с. Ц. 1 р. 60 к.

Исследования последних десятилетий дали новые богатые сведения о древнейшем металле. В результате металлогенического анализа были классифицированы все выявленные золотоносные провинции Земли, понята их распределение в тектонических структурах и в геологическое время. Все крупные месторождения оценены и систематизированы по размерам, времени открытия, географическому положению, по геологическим, историческим, хозяйственным и художественным особенностям.

Монография А. С. Марфунина соединяет в один сюжет разные этапы и стороны истории золота, подводя итог 6000-летней «золотой эпохе» человечества. Читатель познакомится с золотоносными районами, освоение которых произошло еще в древнем мире: с крупнейшей провинцией Аравийско-Нубийской пустыни, с золотом царств и империй Древнего Востока, древней Европы, Латинской Америки. Совершит долгий путь поисков сокровищ Александра Македонского, ацтеков, чибчей, познакомится с фантастическими по исполнению и золотому богатству дворцом Инки и храмом Солнца Корикане. В книге рассказывается о золотых лихорадках второй половины XIX в., о подъемах и спадах добычи золота.

В широком аспекте в книге представлена история золота в СССР. Известно, что в Древней Руси умели делать тончайшие золотые украшения, но не из своего металла — его долго не добывали, а ввозили. Автор рассказывает, как два с половиной столетия — с конца XV в.

до открытия рудного золота на Урале — шли его поиски, как были обнаружены и впервые в мире начали разрабатываться россыпи. Первой крупной находкой золота при Советской власти стали богатейшие россыпи Алдана, затем были разведаны россыпи Колымы, рудные месторождения золота в Забайкалье, Казахстане, на Дальнем Востоке и многие другие.

Книга освещает и такие вопросы, как эволюция роли золота в денежно-валютных системах, эстетическое качество и общественное значение золота, его гиперконцентрация и гипермиграция в XX в., золотые биржевые лихорадки недавних лет.

Большой объем разнообразной информации, ее компактное и стройное изложение, да и сам предмет обсуждения должны обеспечить книге читательский успех.

История науки

М. А. Бланко. МЕЧЕННЫЕ АТОМЫ В БИОХИМИИ (исторический очерк) / Отв. ред. и авт. предисл. А. Н. Шамин. М.: Наука, 1988. 118 с. Ц. 1 р. 80 к.

Методу меченых атомов принадлежит ключевая роль в развитии биохимии. Его применение позволило изучить последовательность превращения в организме белков, углеводов, жиров, выявить взаимосвязи всех типов обмена, построить детальные карты метаболических путей. Книга рассказывает об истории создания метода (1913—1930-е годы), его внедрения в практику биохимических исследований и в изучение промежуточного обмена веществ (конец 1930-х — начало 1950-х годов). Этот метод впервые заставил биохимиков активно сотрудничать с физиками и физикохимиками.

Авторами собран и проанализирован обширный историко-научный материал. Одним из источников информации стали беседы с химиками и биохимиками, начинавшими применять меченые атомы и развивавшими метод.

В. В. НАБОКОВ — ЭНТОМОЛОГ

А. В. Свиридов,
кандидат биологических наук
Москва

Последние годы открыли советскому читателю новое для него явление в литературе — всемирно признанного русско- и англоязычного писателя, выходца из России Владимира Владимировича Набокова (1899—1977). Мы можем теперь судить о его ярком даровании романиста, новеллиста, поэта и литературоведа. Но, может быть, не все знают еще об одном проявлении его творческой личности. Набоков профессионально занимался изучением бабочек. Ему принадлежит большое число специальных публикаций по проблемам энтомологии. Какое место она занимала в его жизни?

Истоком увлечения насекомыми в зрелом возрасте часто служит детское коллекционирование. Набоков в этом отношении не был исключением. В пору его детства и юности, проведенных в России, собирание насекомых и гербариев было очень распространено в интеллигентских семьях. Однако у Набокова мальчишеский интерес к бабочкам несколько выходил за рамки обычного, и обстоятельства этому способствовали. Он рос в высокоинтеллектуальной аристократической семье. Среди книг родительской библиотеки нашлось место и многотомным «Мемуарам о чешуекрылых» Н. М. Романова, и прекрасно иллюстрированным трудам Ш. Обертюра, и другой энтомологической классике. Известно, что уже в девять лет Набоков освоился с атласом Э. Гофмана, а в одиннадцать читал только что вышедшую сводку А. Зейца, русские и английские энтомологические журналы.

Одним из его наставников был известнейший русский и впоследствии советский лепидоптеролог (специалист по бабочкам) профессор Н. Я. Кузнецов (1873—1948), яркая и тем-



Владимир Владимирович Набоков — сотрудник Гарвардского музея сравнительной зоологии. 1947 г.

пераментная личность которого отпечаталась в памяти сотрудников Зоологического института АН СССР и Ленинградского университета, где он работал не один десяток лет. С ним в юные годы делился Набоков своими наблюдениями, его почитал затем всю жизнь как «крупнейшего лепидоптеролога всех времен». Определенное влияние взглядов Кузнецова нельзя не заметить, знакомясь с энтомоло-

гическими работами зрелого Набокова. Оно выразилось прежде всего в решительной оппозиции школе немецкого энтомолога О. Штаудингера, знатока бабочек, сплотившего вокруг себя профессионалов, многочисленных коллекционеров-любителей и ставшего главой фирмы по торговле бабочками.

Авторитет Штаудингера был непререкаем. К сожалению, коммерция требовала лишь

описания и обозначения бесконечных вариантов без выявления надежных признаков. Это была так называемая «болезнь дачи названий», против которой весьма резко выступал Кузнецов, использовавший новаторский для того времени подход — исследование гениталий, наружных половых органов бабочек, дававших в большинстве случаев надежные признаки для разграничения видов. В дальнейшем и Набоков стал развивать это же направление. Надо заметить, что сейчас без изучения и учета этих признаков не обходится ни одна серьезная работа по систематике чешуекрылых.

Есть и еще один человек, которого, хотя и в другом плане, уместно упомянуть в связи с проявлением у Набокова научных интересов. Этот человек — его прадед со стороны матери, Н. И. Козлов (1814—1889), врач, президент Петербургской medico-хирургической академии, крупный патолог, как его характеризовал сам Набоков, посвящавший ему энтомологические труды. Набоков считал, что свои интересы и способности естествоиспытателя унаследовал от него.

Первая естественнонаучная публикация Набокова основана на материалах, собранных на родине. Это очерк фауны бабочек Крыма. Статья опубликована в солидном английском журнале «Entomologist»¹. В недавно изданной книге по бабочкам Крыма почти каждая заметка, рассказывающая о том или ином виде, содержит ссылку на Набокова². В последующих энтомологических статьях Набокова встречаются только отдельные данные по бабочкам нашей страны (после революции, как известно, он в Советский Союз не возвращался).

1919—1922 гг. Набоков провел в Кембридже, обучаясь в знаменитом Тринити-колледже. На первых порах в нем пре-

обладали естественнонаучные интересы, и он решил заняться ихтиологией. Однако выпускные экзамены уже держал по гуманитарным дисциплинам.

Лишь после десятилетних скитаний по Европе, в 1929 г., писатель смог снова совершить продолжительную энтомологическую экскурсию; на этот раз в Восточные Пиренеи и Ариège (Южная Франция). Русские ученые-натуралисты оставили нам немало великолепных описаний экскурсий. Но очерк Набокова — настоящий маленький шедевр. Писатель не забыл даже о приснившейся ему летающей рыбе, которая оказалась бабочкой-подражательницей³.

Наиболее плодотворным для творчества Набокова-энтомолога был период с 1941 по 1948 г., когда он состоял штатным исследователем знаменитого Гарвардского музея сравнительной зоологии (Кембридж, штат Массачусетс, США). В эти годы и немного позже он напечатал целый ряд работ о булавосухих, или дневных бабочках, — об азиатских толстоголовках, североамериканских сатиридах, голубянках из Северной Америки, Европы и Южной Америки. В работах обсуждается морфология отдельных видов из различных семейств и зоогеографических областей, описаны новые виды и подвиды. Самое основательное из исследований посвящено североамериканским представителям рода *лицеидес* из семейства голубянок, насчитывающего в этих краях всего два вида⁴. Надо заметить, что

даже простое различие этих видов, не говоря о подвидах, — одна из труднейших задач для систематика. Виды из этой группы, широко распространенные и у нас в стране, столь же сложны для идентификации. Не всегда помогает и препарирование гениталий.

Разбираясь в географической изменчивости рода *лицеидес*, Набоков изучил внешние признаки 2 тыс. экземпляров. Кроме того, он исследовал препараты гениталий 600 экземпляров, провел промеры различных деталей этих органов. Географическую изменчивость двух видов он свел к 15 подвидам, из которых четыре оказались новыми. Конечно, описание новых видов — довольно рутинная сторона работы энтомолога-систематика. Не говоря уже о подвидах, которым многие систематики вообще не считают нужным уделять специальное внимание. Не все из описанных Набоковым таксонов признаны другими учеными. Хотя большинство, пожалуй, признано. Гораздо важнее, другое. Занимаясь сложными группами дневных бабочек, он вплотную подошел к обсуждению ряда общих вопросов.

Его внимание привлекла в первую очередь проблема критерия вида и внутривидовых подразделений. Интересовала его также методика изучения и описания строения рисунка на крыльях бабочек. В 40-е годы проблема критериев вида стала предметом особенно оживленного обсуждения среди американских зоологов. Это было время рождения новой, так называемой биологической концепции вида, призванной положить конец возведению мелких, субъективно выбранных различий в ранг видовых. Согласно этой концепции, границы видов определяются нескрещиваемостью особей в природе. А ценность морфологических критериев вида зависит от того, насколько они могут отражать эту границу. Проблема для мор-

¹ Nabokov V. V. Notes on the Lepidoptera of the Pyrénées Orientales and the Ariège // Entomologist. 1931. Vol. 64. № 822. P. 255—257; № 823. P. 268—271.

² См., напр.: Nabokov V. V. On some Asiatic Species of Carterocephalus // J. New York Entomol. Soc. 1941. Vol. 49. № 3. P. 221—223; Some New or Little Known Nearctic Neonympha (Lepidoptera: Satyridae) // Psyche. J. Entomol. (Cambridge, Mass.). 1943. Vol. 49. P. 61—80; The Female of Neonympha maniola Nabokov (Lepid.—Satyridae) // Ibid. Vol. 50. P. 33; The Nearctic Members of the Genus Lycaeides Hübner (Lycaenidae, Lepidoptera) //

Bull. Mus. Comparative Zoöl. Harvard College (Cambridge, Mass.). 1949. Vol. 101. № 4. P. 479—541.

¹ Nabokov V. V. A Few Notes on Crimean Lepidoptera // Entomologist. 1920. Vol. 53. P. 29—33.

² Некрутенок Ю. П. Булавосухие чешуекрылые Крыма. Определитель. Киев, 1985.

фологов не одного поколения! Неудивительно, что об этом думал и Набоков, пытаясь упорядочить систему понятий. Для таких понятий, как вид, подвид и внутривидовая раса, он различал возможность проведения абсолютных и относительных границ. Последние он предлагал проводить тогда, когда судить приходится по косвенным данным, по близким формам. Очень любопытно, что он рассматривал и случай, когда на одних территориях наблюдается свободное скрещивание различных форм, а на других они не скрещиваются⁵. Впоследствии подобные случаи привлекли внимание многих зоологов. Было введено специальное понятие — «полувид», широко используемое в наше время.

Еще одна черта Набокова-энтомолога. Ему была присуща необычайная скрупулезность по части всякого рода измерений. Он широко вводил в описания соотношения различных промеров в строении гениталий. Столь же скрупулезен и предложенный им метод характеристики пятен и других элементов рисунка на крыльях бабочек. В качестве координатной сетки он предложил использовать номера рядов чешуек, расходящихся концентрическими кругами от основания крыла⁶. Методика эта, вероятно, после Набокова не применялась, хотя работы по строению и изменчивости чешуек на крыльях бабочек много и по сей день. Полузабыты и возражения Набокова Б. Н. Шванвичу — автору широко известной теории рисунка на крыльях бабочек. По мнению Набокова, исходный тип (прототип) рисунка у голубянок был совсем не такой, какой следовало предполагать по этой теории⁷. Надо заметить, что далеко не все современные энто-

мологи полностью разделяют представления Шванвича.

Очень интересовала Набокова и мимикрия, изучение которой он связывал с законами эстетики⁸. К сожалению, его взгляды на этот счет не анализировались в научной литературе.

И, наконец, нельзя не сказать, что точные зарисовки поведения насекомых и просто упоминания о них рассеяны по всей художественной прозе и поэзии Набокова. Вот хотя бы одна такая крошечная сценка из романа «Дар»:

«Начинается лет ночных бабочек, привлеченных лампой: они описывают бешеные круги вокруг нее, ударяясь со звоном в рефлектор, падают, ползают в кругу света по разложенному полотну, седенькие, с горящими угольками глаз, трепеща, снимаясь и падая снова,— и неторопливо-ловкая, большая, яркая рука с миндалевидными ногтями совку за совкой заграбает в морилку»⁹.

Или вот эти строфы о детстве, о весне, о только что вышедших из куколок бабочках-пяденицах:

В канавы скрылся снег со склонов,
и петербургская весна волнения и анемонов
и первых бабочек полна.
Но мне не надо проголодных,
увядших за зиму ванесс,
лимонниц никуда не годных,
летающих сквозь прозрачный лес.
Зато уж высмотрю четыре прелестных газовых крыла
нежнейшей пяденицы в мире
среди пятен белого стаола¹⁰.

В 1948 г. Набоков заявил, что ему стало трудно совмещать естественнонаучные ис-

следования с литературными лекциями и работой над «Лолитой», которая, как он говорил, «от рождения оказалась трудным ребенком». С этого времени писатель больше как бы и не занимался наукой. И все же...

От энтомологов остаются не только научные статьи, но и коллекции, которым в хороших музеях суждена длительная и активная жизнь. Часто они становятся объектом изучения не одного поколения систематиков. Набоков в этом отношении сначала был неудачлив, а позже ему повезло. Его ранние сборы, видимо, утрачены. Зато сборы, сделанные в различных районах Северной Америки, сохранились и содержатся в крупнейших музеях Соединенных Штатов. В них несколько тысяч экземпляров, в том числе большие редкости и ряд типов (так называют особенно ценные для мировой науки эталонные экземпляры, по которым описаны новые виды и подвиды). Сборы Набокова продолжались до 1960 г.

Полностью отказаться от любимого с детства занятия писатель не мог. А когда его однажды спросили, что он считает наиболее значительным из сделанного в жизни, он, как рассказывают, вспомнил описание по его сборам пяденицы-зупитеции, носящей его имя — *Euripthesia nabokovi*¹¹. Ее описал известный американский лепидоптеролог Дж. Мак-Даннаф. Это маленькая бабочка с нежными крыльями. Она относится к семейству, которым он сам никогда не занимался. Однако смог заронить и здесь нечто свое, сугубо набоковское.

¹¹ Nabokov V. Strong Opinions. N. Y. etc., 1981.

⁵ Nabokov V. V. Notes on Neotropical Plebejinæ (Lepidoptera, Lycaenidae) // Psyche. J. Entomol. (Cambridge, Mass.). 1945. Vol. 52. P. 1—61.

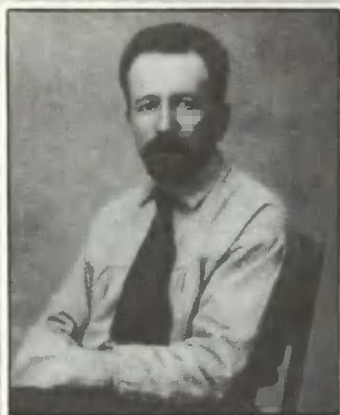
⁶ Nabokov V. V. Notes on the Morphology of the Genus Lycaoides (Lycaenidae, Lepidoptera) // Ibid. 1944. Vol. 51. № 3—4. P. 104—138.

⁷ Nabokov V. Speak, Memory. An Autobiography Revisited. Harmondsworth (Middlesex) etc., 1982.

⁸ Там же.

⁹ Набоков В. Дар // Урал. 1988. № 4. С. 102.

¹⁰ Там же. № 3. С. 84.

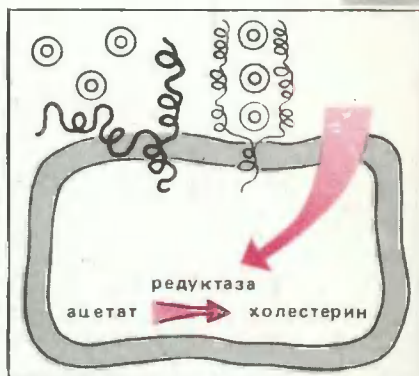


В последние годы началось восстановление многих несправедливо забытых глав в истории советской науки. Одна из них — связана с трагической судьбой В. А. Зильберминца — близкого друга и ученика В. И. Вернадского, наследника его геохимических идей.

Волков В. П. «РОДИНА СУМЕЕТ ЕЩЕ ОТБЛАГОДАРИТЬ ВАС...»

Познание молекулярно-клеточного механизма атеросклероза позволило найти эффективное фармакологическое средство против этого широко распространенного заболевания.

Репин В. С. АТЕРОСКЛЕРОЗ МОЖНО ЛЕЧИТЬ

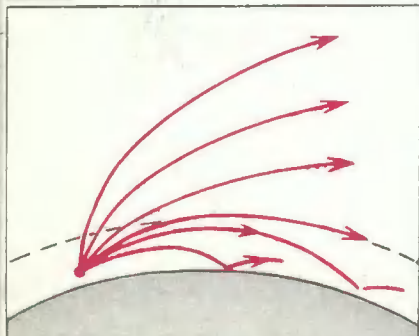
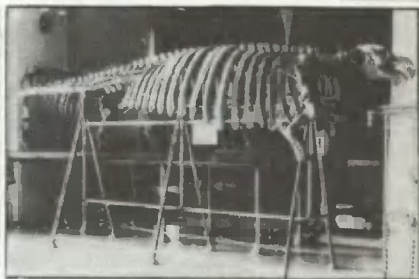


Физико-технический институт им. А. Ф. Иоффе АН СССР — один из первых физических институтов, созданных в годы советской власти. Общепризнанно, что в предвоенные годы он не имел себе равных в деле подготовки физиков для отечественной науки. И сейчас, спустя 70 лет со времени его основания, в институте сосредоточены очень сильные научные кадры, занимающиеся разработкой самых разнообразных проблем современной физики.

КОЛЫБЕЛЬ СОВЕТСКОЙ ФИЗИКИ. (Интервью с **Ж. И. Алферовым.**)

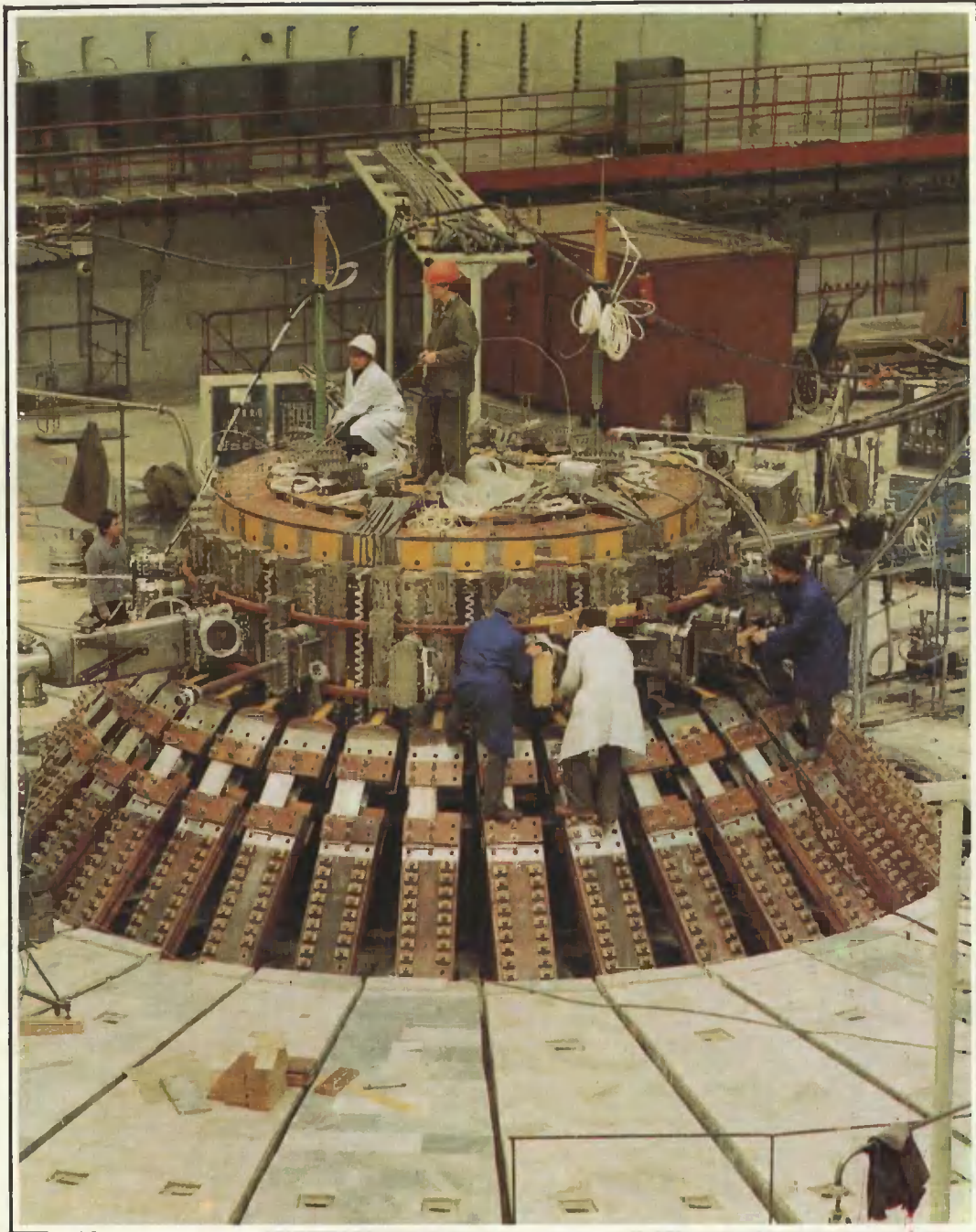
Богатейшие коллекции Зоологического музея АН СССР — окно в мир разнообразных животных, а его коллекционные фонды — источник, из которого черпают знания зоологи.

Потапов Р. Л. МУЗЕИ ЦАРСТВА ЖИВОТНЫХ



В истории отечественной физики заметное место занимает В. А. Фок (1898—1974), который в критическое для нашего государства время — в годы войны с фашизмом — решил исторически важную оборонную задачу, выполнив большой цикл работ по дифракции и распространению радиоволн.

Вайнштейн Л. А. ПРОБЛЕМЫ ДИФРАКЦИИ В РАБОТАХ В. А. ФОКА.



Природа, 1988, № 10, 1—128.

Цена 80 к.
Индекс 70707