

ISSN 0032—874X

ПРИРОДА

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ ПОПУЛЯРНЫЙ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ АКАДЕМИИ НАУК СССР



ДЕКАБРЬ **12** 1988



декабрь
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. ЧЕРЕПАШУК
Академик Н. К. КОЧЕТКОВ	Доктор физико-математических наук В. А. ЧУЯНОВ
Доктор геолого-минералогических наук И. Н. КРЫЛОВ	

НА ПЕРВОЙ И ЧЕТВЕРТОЙ СТРАНИЦАХ ОБЛОЖКИ.
Центральная часть Северо-Осетинского заповедника —
Тепли-Архонский горный массив. Ранняя весна в широко-
лиственном лесу. См. в номере: Комаров Ю. Е.,
Попов К. П. Заповедник в Северной Осетии.

Фото Ю. Е. Комарова и К. П. Попова.

НА ВТОРОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ. Селение и пашни
на склонах карстовых гор. См. в номере: Федор-
чук В. П. В карстовых горах Южного Китая.

Фото В. П. Федорчука.



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

В номере:

4 Вольфсон С. А. ИСТОРИЯ ОДНОГО ВНЕДРЕНИЯ

Основной инструмент реализации крупных научных разработок в нашей стране — государственные научно-технические программы. Почему же так часто записанные в них планы остаются на бумаге? Неудача одной из таких программ (ускоренного развития производства композиционных полимерных материалов) анализируется ее участниками.

12 Рябчиков И. Д. ФЛЮИДЫ В МАНТИИ ЗЕМЛИ

Изучение глубинных горных пород и эксперименты при сверхвысоких давлениях показали, что в мантии Земли циркулируют высокотемпературные растворы, отличающиеся чрезвычайной химической активностью и способные переносить многие породообразующие, рудные и редкие элементы.

18 Клиггер М. И., Кудрявцев В. Г., Рызанов М. И. СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ФИЗИКИ СТЕКЛА

Многие загадки в поведении стекол можно объяснить тем, что в них достаточно много областей, в которых структура связей между атомами может сравнительно легко меняться.

26 Иванов Вяч. Вс. О ВЫБОРЕ ВЕРЫ В ВОСТОЧНОЙ ЕВРОПЕ

Летописный рассказ о выборе веры на Руси в X в. дополнился в последние годы новыми сведениями. Теперь, при помощи историко-семиотической реконструкции, можно более основательно анализировать это событие в контексте общечеловеческой культуры.

39 Красновский А. А., Никандров В. В. МОГЛИ ЛИ ПОЛУПРОВОДНИКИ УЧАСТВОВАТЬ В ЭВОЛЮЦИИ?

42 Комаров Ю. Е., Попов К. П. ЗАПОВЕДНИК В СЕВЕРНОЙ ОСЕТИИ

Чтобы ратовать за сохранность той или иной местности, нужно знать, чего мы можем лишиться, если своей деятельностью изменим ее облик.

54 Федорчук В. П. В КАРСТОВЫХ ГОРАХ ЮЖНОГО КИТАЯ

Неповторимы ландшафты Южного Китая — горы с множеством пещер, глубокие впадины, каменные столбы, могучие реки и исчезающие на глазах потоки воды. Эта карстовая страна — результат работы обильных муссонных дождей, веками растворявших карбонатные породы.

62 Величковский Б. М. КАК УСТРОЕН ЕСТЕСТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ

В связи с интенсивным развитием новых информационных технологий и когнитивной психологии интеллект истолковывается как сложная иерархическая структура познавательных и мотивационных процессов.

73 Филонович С. Р. ЭРНСТ МАХ — ЧЕЛОВЕК И УЧЕНЫЙ

Экспериментальная физика и физиология органов чувств, история и методология науки — таков диапазон исследований выдающегося австрийского ученого, оказавшего большое влияние на развитие физики XX в.

83 НАШ КОЛЛЕГА В. В. ПАРИН

Всемирно известный советский физиолог В. В. Парин был не только начинателем новых направлений в науке, но и автором научной сатиры «Новейший Плутарх», написанной им в тюрьме в соавторстве с историком Л. Л. Раковым и поэтом Д. Л. Андреевым.

Меерсон Ф. З. ГЛАВА В ИСТОРИИ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ФИЗИОЛОГИИ (83)

Парин В. В. Р.-Т. ДЖОНС — ОСНОВАТЕЛЬ СЕКТЫ АКЦЕЛЕРАНТОВ (91)

КРАСНАЯ КНИГА

97 Остапенко В. А., Перерва В. И., Шурьгина Т. И., Рыжов С. К. ПЕРВАЯ УДАЧА

В Московском зоопарке появилось первое потомство тихоокеанского орлана. Пока это первая в мире удача.

100 Эмбрион ископаемого ящера (41) • Запуски космических аппаратов в СССР: июль — август 1988 г. (100) • Экспедиция на «Мире»: июль — август 1988 г. (100) • «Фобосы» на пути к Марсу (101) • Полет советско-афганского экипажа (102) • Микроволновые датчики — метеорологам (102) • Открыты еще два миллисекундных пульсара (103) • Космические «снежки» — источник Мирового океана? (103) • Как «устроена» гроза (104) • Сверхпроводники из «стеклянных» керамик (104) • Высокотемпературные сверхпроводники на основе таллия (104) • Зачем белок РНКазе Р? (105) • Эволюция активного центра протеаз (105) • Синхротронное излучение — для изучения ферментативного катализа в кристаллах (106) • Причины возникновения болезни Альцгеймера уточняются (106) • Животные синтезируют морфин (106) • Выделено новое опиоидное соединение (107) • Алюминий поражает сердце (107) • Кофеин: мутаген или антимутаген? (107) • «Древесные» головастики (107) • Климат океана в неогене (108) • Неандерталец и зубочистка

(109) • Древние млекопитающие Америки (109) • Ископаемые остатки гигантской морской птицы (109) • Пятнистая сова под угрозой исчезновения (110) • Кондор родился в неволе (110) • Марки с изображением дикой природы (110) • 118-й рейс «ДЖОЙДЕС Резолюшн» (110) • Золото с океанского дна (111) • Массо- и энергообмен в океане и атмосфере (112) • Количество метана в атмосфере растет (112) • Вулканы и климат (113) • Древние горнорудные выработки Сванетии (113)

114 30 ДНЕЙ В МИРЕ НАУЧНОГО КНИГОИЗДАНИЯ США. Беседа с В. П. Карцевым

119 ТЕМАТИЧЕСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ ЖУРНАЛА «ПРИРОДА» 1988 ГОДА

127 АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ ЖУРНАЛА «ПРИРОДА» 1988 ГОДА

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

Литературный редактор
Г. И. ПАНКОВА

Художник
П. П. ЕФРЕМОВ

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

Заведующая редакцией
О. В. ВОЛОШИНА

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

В номере использованы

фотографии
А. БЛАЖИСА,
П. И. ВЕЙНБЕРГА,
Ю. Е. КОМАРОВА,
В. А. КУПРИЯНОВА,
Р. Э. МАТКАЗИНА,
В. П. ФЕДОРЧУКА

В художественном оформлении
номера принимали участие

Н. Х. БУТЫРИНА,
А. М. КОЛОМАЦКИЙ,
Е. К. ТЕНЧУРИНА,
Е. В. ЩУКИНА

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 10.10.88
Подписано в печать 10.11.88
Т—16014

Формат 70×100¹/₁₆

Офсетная печать

Усл. печ. л. 10,32

Усл. кр.-отт. 1445,6 тыс.

Уч.-изд. л. 15,4

Бум. л. 4

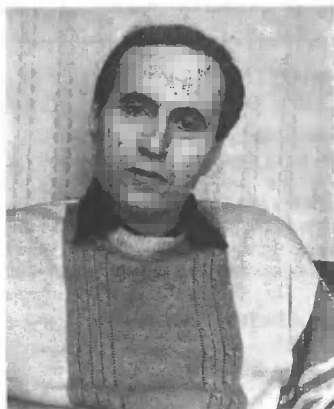
Тираж 54 000 экз.

Зак. 2650

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

ИСТОРИЯ ОДНОГО ВНЕДРЕНИЯ

С. А. Вольфсон



Станислав Александрович Вольфсон, доктор химических наук, заведующий лабораторией Института химической физики им. Н. Н. Семенова АН СССР. Область научных интересов — создание новых технологий получения и переработки полимерных материалов. Автор книги: Основы создания технологического процесса получения полимеров. М., 1987.

НЕ СЕКРЕТ, что в условиях научно-технической революции с особой остротой выявились недостатки сложившейся у нас системы управления научно-техническим прогрессом. Вместе с тем не вполне ясны пути их преодоления. Да, большая свобода предприятий, облегчение контактов с зарубежными фирмами, создание совместных предприятий призваны облегчить, улучшить положение. Но достаточно ли этого для преодоления отставания?

Пока отсутствует критический анализ того как планировался в последние годы научно-технический прогресс. Почему средства, вложенные в развитие науки и наукоемких производств, не дали надлежащей отдачи.

Не разобравшись в причинах неуспеха ряда целевых комплексных научно-технических программ, принятых Госпланом СССР, Государственным комитетом по науке и технике и Президиумом АН СССР на 1980—1985 гг., мы не сможем гарантировать эффективность только что намеченных приоритетных направлений. Ситуация усугубляется еще и тем, что разрабатывавшие и принимавшие решения в так называемые застойные годы практически остались у руля управления и сейчас. Эти люди находятся в некотором замешательстве, более того, многие из них уверены, что планирование научно-технического прогресса осуществлялось правильно.

Попробуем проанализировать одну из директивных программ, касавшихся ускоренного развития в стране производства и потребления композиционных (наполненных) полимерных материалов, и попытаемся на этом примере разбраться в причинах неэффективности подобных программ.

ВЫБОР ЦЕЛИ

Первый вопрос, требующий ответа, — корректность постановки задачи. Была ли экономически оправдана концентрация внимания на данной проблеме, или это следствие конъюнктурных побуждений каких-то лиц, отстаивавших свои групповые интересы.

Оценка приоритетов в развитии государственной экономики — ответственнейшая задача, ибо риск неправильно обоснованного решения весьма велик, а последствия чреваты огромными потерями. Преобладает метод проб и ошибок, который особенно опасен при монопольной организации хозяйства.

Но где же научно обоснованные методы прогнозирования, о которых столько говорилось в последние годы? Следует признать, что в большинстве случаев их попросту нет. Одна из сложнейших проблем современности — оценка экономической перспективности научных разра-

боток, к сожалению, не поддается точному математическому расчету.

Ситуация несколько упрощается, если мы оказываемся в положении догоняющих: когда проблема где-то уже решена и мы можем анализировать последствия. В этом случае многократно осмеянный метод «сравнения с США» (или Японией, или какой-либо другой индустриально развитой державой) становится основным инструментом убеждения руководства и освобождает от необходимости искать другие аргументы.

Надо подчеркнуть, что специалисты, занимающиеся синтетическими полимерами, находятся в особо «выгодных» условиях. Наше отставание в этой области от экономически развитых стран уже давно достигло вопиющих размеров.

Прежде чем перейти к дальнейшему, необходимо объяснить эту ситуацию. Ведь по производству синтетических полимеров на душу населения мы уступаем не только всем развитым капиталистическим странам, но и всем странам — членам СЭВ и многим развивающимся странам, продолжая неумолимо откатываться назад.

ПРЕДЫСТОРИЯ ОТСТАВАНИЯ

Отставание по пластмассам компенсируется у нас гигантским выпуском металла. Это направление всегда было приоритетным, и здесь наша промышленность ухитрилась перегнать США, ФРГ и Японию вместе взятых. Однако уже 10—12 лет назад стало ясно, что это пиррова победа¹. От наших планирующих органов ускользнули последствия чрезмерного развития металлургии — громадные затраты энергии, потери от коррозии, съедающие весь прирост производства, низкая эффективность и высокая трудоемкость машин, механизмов и конструкций.

Почему же пластмассам, композиционным материалам не был своевременно дан зеленый свет? Потому что в централизованно управляемой экономике нужно было пойти на очень ответственное решение — перебросить средства из металлургии в химию, в химическое машиностроение, а для этого преодолеть естественное сопротивление руководителей металлургии и машиностроения, занимавших ключевые посты в планирующих органах и правительстве.

Можно сколько угодно иронизировать над тем, что у нас химики много лет руко-

водили культурой, но факт остается фактом — некому оказалось возглавить химизацию народного хозяйства, да и официальное признание эта идея получила поздно.

Слишком долго пластмассы рассматривались только как заменители, суррогаты. Еще в середине 60-х годов доминировало представление, что развивать надо только незаменимые полимеры, поскольку существует дефицит капиталовложений. Исключение было сделано только для синтетического каучука, который после неудачных попыток получить натуральный каучук из кок-сагыза попал в разряд незаменимых материалов.

Но куда же смотрели специалисты, следившие за темпами мирового развития производства синтетических полимеров? Ведь информация об этом регулярно печатается за рубежом.

А специалисты систематически писали об этом «наверх». Однако «там» даже ссылки на мировые тенденции долгое время в расчет не принимались. Доминировало представление, что львиную долю полимеров на Западе расходуют на упаковку, изделия ширпотреба, т. е. на что-то неважное и несерьезное.

Знаменательно также, что в течение примерно 25 лет все расчеты по эффективности замены металлов пластмассами не вызвали доверия в планирующих органах, поскольку сама эта эффективность (подсчитанная по различным правилам и методикам) никогда не была определяющим фактором в нашей экономике.

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И СОЦИАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ

К концу 70-х годов перекос в развитии промышленности стал очевиден. Характерно одно из заседаний коллегии Госплана СССР, где обсуждался вопрос о ситуации в стране с трубами — стальными трубами, используемыми для водоснабжения, канализации, орошения, транспортировки нефти и газа и многих других нужд. Несмотря на огромные мощности по производству этих труб, ощущался постоянно растущий их дефицит. Причина заключалась в том, что скорость выхода их из строя в результате коррозии превысила возможности металлургических и трубопрокатных заводов по их изготовлению и замене.

В то же время, в мировой практике пластмассовые трубы со сроком работы 50 лет уже давно преобладают в магистральных низкого давления. В коммунальном хозяйстве их доля достигает 90 %. Они практически вытеснили не только стальные, но

¹ Подробнее об этом см.: Вольфсон С. А., Ениколопов Н. С. Размышления о пользе и вреде химии // Природа. 1988. № 7. С. 4—13.



Темпы роста общего производства пластмасс и наполнителей (композитов) в США.

и асбоцементные, керамические трубы. (В последнем случае решающим оказалось преимущество пластмасс в технологичности, производительности труда.)

Другой пример. При огромном производстве нефти в стране наша химическая промышленность страдает из-за постоянного дефицита сырья — мономеров, растворителей. Из-за неразвитости нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности невозможно сделать скачок в производстве полимеров. Бесценное сырье — летучие фракции, попутный газ — десятилетиями сжигались и сжигаются в факелах нефтеперегонных заводов. А ведь полимеры необходимо еще переработать в изделия, нужна мощная перерабатывающая промышленность, стабилизаторы, без которых полимеры быстро выходят из строя, красители и пигменты, специальные добавки, наполнители и т. п. Другими словами, нужны те средства, которые оказались вложены в металлургию.

Пластмассы принципиально отличаются от металлов. Их поведение в конкретных условиях эксплуатации в большинстве случаев нельзя рассчитать по табличным данным. Каждый раз для применения пластмасс в изделиях, работающих при больших нагрузках, необходимы специальные эксперименты на испытательных стендах (т. е. нужно проводить новую исследовательскую работу). Армия конструкторов, работающая в народном хозяйстве, не обучена конструированию из пластмасс. Таких специалистов почти не готовят в вузах. Получалось, что рывком перестроить промышленность невозможно. Необходимость огромных капиталовложений в сырьевую базу, производство полимеров, перерабатывающую промышленность вызывала уныние. Начались поиски альтернативных путей. Внимание плановых органов привлекли композиты.

Уже в самую первую пластмассу — фенолформальдегидную смолу — начали вводить минеральные и органические наполнители, чтобы улучшить ее потребительские свойства и снизить стоимость. С тех пор производство наполненных (композитов) и

ненаполненных материалов развивалось параллельно.

Однако с началом нефтяного кризиса на Западе внимание к наполненным полимерам значительно возросло. Это прежде всего отразилось на темпах роста производства наполнителей по отношению к «чистым» полимерам. Увеличилось число фирм, производящих наполнители. Их ассортимент, количество посвященных им патентов, журналов, публикаций на эту тему чрезвычайно возросло. Налицо был явный бум.

Во многих зарубежных публикациях подчеркивалось, что речь идет не только об экономии нефтяного сырья. Бурное развитие науки, технологии, расширение области применения стимулировало открытие новых направлений исследований. В частности, армированные короткими волокнами пластики — более дорогие, чем «чистые» полимеры, оказались и более эффективными, так как позволяли заменять металлы при изготовлении многих деталей машин, устройств, приборов и т. п.

«Композитный бум» на Западе непосредственно не сказался на нашей экономике. Цены на нефтяное сырье и энергию на внутреннем рынке не изменились. Мы считали такую стабильность нашим достижением. На самом деле мы проиграли еще один этап в научно-техническом прогрессе.

ПЕРВОЕ СТОЛКНОВЕНИЕ ИНТЕРЕСОВ

И все же изменения произошли — слишком сильно было давление зарубежной информации. В ряде институтов АН СССР начались исследования по композитам.

Министр химической промышленности Л. А. Костандов попытался волевым порядком (изданием соответствующего приказа) увеличить производство наполненных полимеров на предприятиях своего министерства.

Однако уже первые обсуждения этой проблемы с работниками Минхимпрома и сотрудниками головных НИИ, являющихся монополистами в области технологии пласт-

масс, показали, что сопротивление новым идеям будет значительным.

В основном аргументы оппонентов сводились к тому, что, учитывая наше общее отставание, необходимо сначала выправить положение, наращивая производство «чистых» полимеров; а уж затем думать о развитии производства композитов.

Спору нет — общее положение нужно было исправлять (это, к сожалению, так и не было сделано), но ведь откладывать в долгий ящик новое направление — это значит отстать и в нем. Сколько часто наши специалисты, занимающиеся проблемами технологии, видят только ближайшую цель. Это одно из неприятных следствий отставания. Ведь пока мы стремимся к этой цели, конкуренты не сидят сложа руки, а движутся вперед.

Раздавались сетования на отсутствие промышленности по производству наполнителей, химических добавок, специального оборудования. Сама идея «всеобщего наполнения» многим казалась бессмысленной. Ведь будет расти плотность материалов и, соответственно, масса изделий. Увеличится вязкость, а это затруднит переработку материалов.

Нужно подчеркнуть, что неизменность цен на органическое сырье никак не способствовала изменению настроения в Минхимпроме. Что нашим производственникам до динамики цен на мировом рынке? За рубежом цены на органическое сырье растут быстрее, чем на минералы? Пусть у них голова болит.

НАУЧНЫЙ ЗАДЕЛ

Наверное, эти споры могли продолжаться долго. Отсутствие экономической заинтересованности, конечно, играло отрицательную роль. Нужна была какая-то затравка, новая научная концепция, которая бы перевернула чашу весов. Такая концепция появилась в виде идеи так называемого полимеризационного наполнения. В традиционной технологии готовые полимеры плавят и механически смешивают с наполнителем. Чтобы улучшить взаимодействие наполнителя и матрицы, в смесь вводят специальные химические добавки. Для получения смесей используют дорогое и сложное оборудование: экструдеры, смесители тяжелого типа. Велики и затраты энергии на перемешивание высоковязкой массы.

В Институте химической физики АН СССР разработали способ полимеризации ряда мономеров (этилена, пропилена, винилхлорида и др.) непосредственно на

частицах наполнителя, на которые предварительно наносили катализатор полимеризации. Процесс протекает при малых затратах энергии (вязкость реакционной среды низка) в жидкой и даже газовой фазе. Специальное смесительное оборудование при этом не требуется — достаточно обычного реактора полимеризации².

Конечно, как и во всякой новой идее, возникало множество научных и технических вопросов. Например, до какой степени нужно очистить и высушить наполнитель, чтобы мог нормально протекать каталитический процесс полимеризации; как обеспечить его равномерное распределение в объеме реактора и т. п.

Изучение свойств полученных таким способом композитов показало, что они менее абразивны, чем получаемые механическим смешением, так как каждая частица покрыта сплошной «шубой» полимера. Оказалось, что этим способом можно получать весьма сложные многослойные структуры, например частицы наполнителя, окруженные несколькими слоями различных полимеров, и т. п.

Возможности нового способа были эффективно продемонстрированы на примере капризно хрупкого наполнителя — перлита, представляющего собой твердую стеклообразную пену вулканического происхождения. Этот материал обладает прекрасной теплоизолирующей способностью, но при механическом смешивании с полимером, используемым в качестве связующего, рассыпается. Применяя метод полимеризации в кипящем слое, удалось нанести на поверхность перлита тонкий слой полимера, сохранив в значительной степени его структуру.

Работы получили высокую оценку именно в качестве нового принципа создания наполненных полимеров. Они были развиты в ряде академических и отраслевых НИИ, и в особенности в Московском государственном университете им. М. В. Ломоносова и Институте катализа СО АН СССР, а также в других местах. Это позволило расширить научные представления о процессе. В частности, были развиты методы закрепления на поверхности наполнителей инициаторов радикальной полимеризации, что значительно расширило спектр используемых мономеров.

Конечно, известную роль сыграла активность руководителя работ Н. С. Ениколопова в пропаганде новой научной идеи.

² Дьячковский Ф. С., Новокшенова Л. А. // Усп. химии. 1984. № 2. С. 200.

Естественно, не предполагалось, что метод полимеризационного наполнения вытеснит полностью более простые и «грубые» методы механического смешивания. Однако открывающиеся большие возможности были очевидны. Подчеркнем еще одну особенность нового метода. Традиционная технология находилась в руках специалистов по переработке полимеров; роль химиков-синтетиков в ней сводилась только к созданию новых химических модификаторов (силанов и других соединений, определяющих взаимодействие на границе наполнителя и полимера). Новый метод открывал большие возможности именно для синтетиков, поскольку захватывал весь процесс синтеза полимера.

Скептики считали, что именно по этой причине реализовать новые процессы в промышленности будет чрезвычайно трудно.

Тех, кто привык больше доверять опыту и деловой хватке зарубежных фирм и любое сообщение об отечественном изобретении встречает вопросом: а есть ли это в Америке (таких немало в кабинетах, где определяется судьба науки), можно было успокоить. Знаменитая американская фирма «Дюпон» запатентовала подобный способ почти одновременно с нами³.

СХЕМА РАЗРАБОТКИ ДИРЕКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ

Теперь у сторонников ускоренного развития полимерных композитов появилась мощная поддержка в лице академической науки. Несколько руководителей разного ранга ознакомились с результатами работ и одобрили их. Аргумент экономии валюты за счет сокращения закупок дорогого экструзионного оборудования (у нас оно практически не производилось и из года в год закупалось за рубежом) безотказно подействовал на руководство Госплана. Для ускоренного продвижения новой научной идеи требовались директивные меры.

Казалось бы, нормальный путь развития научно-технической идеи должен включать следующие обязательные этапы:

1. Формулирование идеи и поисковые работы, ее подтверждающие.
2. Фундаментальные исследования.
3. Технологические исследования и опытная проверка, проводимые параллельно.

4. Создание опытно-промышленного производства, широкая апробация новых материалов в народном хозяйстве, необходимые сопряженные работы по сырью, оборудованию, переработке, применению.

5. Промышленная реализация в полном объеме.

В области химической технологии (особенно полимерной) у нас в стране этот путь обычно растягивается на долгие годы, в то время как за рубежом фирмы ухитряются уложиться в 2—4 года. Наше отставание мы в основном связываем с разорванностью перечисленных этапов, отсутствием единой программы, охватывающей проблему от начала и до конца. Для нас привычно, когда только на поиски места для размещения опытно-промышленного (не говоря уже о серийном) производства уходит несколько лет.

Первые два этапа за редким исключением отданы на откуп академическим институтам. Причем второй этап, как правило, растягивается на несколько лет и заканчивается защитами диссертаций. Третий этап для академических институтов нехарактерен. Его лучше умеют решать в отраслевых НИИ, где есть соответствующие специалисты и разделение труда, не свойственное академической науке. Четвертый этап для академии абсолютно нетипичен; это прерогатива отраслевой науки.

Приведенная выше схема зародилась тогда, когда ее создатели были уверены, что отраслевая наука будет всецело питаться идеями, почерпнутыми у академической, и доводить их до ума. Но в действительности уже давно большинство отраслевых НИИ, обладающих монополиями на технологию, предпочитают самостоятельно формировать научные задачи или использовать в качестве основы зарубежные процессы и материалы. Во всяком случае в химии полимеров число процессов, зародившихся в Академии и через отраслевую науку доведенных до промышленности, ничтожно мало.

Однако из четырех головных отраслевых НИИ, которые привлекались к разработке технологии полимеризационного наполнения, три ответили категорическим отказом, выдвинув массу доводов против.

Пришлось пойти на исключительные меры — взять третий и четвертый этап на себя, или, точнее, попытаться самим организовать проработку этих этапов на соответствующей базе.

Но где взять базу? У ИХФ АН СССР в Черноголовке есть технологический отдел, задуманный в свое время Н. Н. Семеновым как раз в качестве альтернативной технологической базы для проработки процессов, не

³ Ениколопов Н. С. и др. Авторское свидетельство № 763379. 1976; № 787394. 1976; Lipscomb R. D. US Patent. № 3950303. 1976.

воспринятых отраслевыми НИИ. Однако возможности этой базы уже были исчерпаны. Создавать новую на пустом месте? Опыт показывает, что для этого нужно 10—15 лет.

Оставалось одно — переделать в опытную базу уже существующий небольшой химический завод, где есть кадры, оборудование, энергия, площадки для развития. По ряду соображений был выбран Кусковский химический завод, основанный 100 лет назад и оказавшийся сейчас в окружении городских кварталов. В любом случае его нужно было перепрофилировать. Давние связи завода с Академией, совместный опыт по созданию производств кремнийорганических полимеров (руководитель работы К. А. Андрианов), полиформальдегида и ударопрочного полистирола (Н. С. Ениколопов), поливинилтрисилановой мембраны (Н. С. Наметкин) позволяли надеяться и на будущее успешное сотрудничество.

Против этой, логичной с точки зрения академической науки, идеи решительно выступили руководители отраслевой науки. Их главный аргумент (повторяемый и впоследствии) состоял в том, что работа над эфемерной идеей отвлекает силы и средства от решения насущных задач, которые руководители отраслевой науки видели в воспроизводстве апробированных за рубежом технологий и материалов, отсутствующих у нас в стране. Определяющим для выбора именно этих направлений они считали следующие факторы:

- уверенность в ценности для народного хозяйства этих процессов и материалов, основанную на анализе зарубежного опыта;

- возможность сэкономить силы на поисковых работах, маркетинге, оптимизации свойств и т. п., поскольку все эти вопросы уже проработаны и опубликованы;

- возможность получить и проанализировать образцы материалов;

- возможность путем варьирования параметров, использования видоизмененного сырья и аппаратов получить патентоспособные решения на создаваемую технологию и тем самым выйти на мировой рынок.

Отвергать подобные доводы и стратегию невозможно, хотя бы потому, что она используется во всем мире. Но ведь нельзя же делать ставку только на такую стратегию! Она обрекает на закономерное отставание, на второсортность и, вопреки мнению ее сторонников, отнюдь не сокращает разрыв между нами и ведущими индустриальными державами.

Позиция, защищаемая АН СССР, в данном случае получила поддержку в Госплане и ГКНТ, однако для окончательного решения вопроса о создании опытной базы все же

пришлось выработать компромиссный вариант. Он заключался в постепенной переориентации Кусковского завода на новую тематику и создании на нем технологического центра, который бы развивал не только принципиально новые процессы, но и традиционные, а также разрабатывал новые наполнители и модификаторы.

Таким образом, вместо первоначальной идеи (осуществить опытную проверку двух-трех конкретных задач, проработанных в ИХФ АН СССР) появилась, по сути, другая — создать новый отраслевой институт с широким спектром разрабатываемых проблем. Руководство ресурсами, финансами, окончательное утверждение планов работ и оценка их эффективности остались в руках Минхимпрома. Академия наук должна была осуществлять общее научное руководство, обучение персонала, анализ результатов. Юридически приоритет академического подхода закрепить не удалось. Считалось, что интересы Академии должен отстаивать научный руководитель проблемы. Тем самым в основание создаваемой межведомственной опытной базы была заложена мина замедленного действия.

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ВЗАИМОСВЯЗИ ПРИ ПЛАНИРОВАНИИ

От отсутствия опытных баз страдает не только Академия, но и отраслевая наука. Имея мощности на производство 1 млн т полиэтилена в год, наша химическая промышленность не располагает ни одной пилотной⁴ установкой. Выручают химики ГДР, где производство во много раз меньше, но такие установки есть.

В 70—80-е годы при многочисленных закупках целых заводов за рубежом пилотные установки неумолимо вычеркивались нашими финансистами из закупочных ведомостей. Никого не заботило, как будет дальше развиваться технология. Главное — сиюминутная выгода.

Что ж, опытные установки в принципе убыточны и чем дольше работают, тем больше прямые потери владельца; расходы на их содержание в 10—100 раз выше, чем на лабораторные исследования. Но как же их финансируют за рубежом? За счет отчислений от будущих прибылей. Новые процессы и материалы настолько высокоприбыльны, что фирмы не скупятся вкладывать средства в опыт-

⁴ Пилотной называется опытная установка, на которой можно получить необходимые данные для проектирования крупного промышленного производства.

ные работы, даже если эти затраты окупятся лишь через несколько лет.

У нас нет такого финансового механизма. Убыточность опытных баз приходится покрывать из подручных средств. Отсюда нежелание эти базы иметь. Отсюда желание, если уж они есть, как можно скорее начать производить на них товарную продукцию.

Для завоевания рынка фирмы в капиталистических странах часто идут на то, чтобы вначале продавать новую продукцию по сниженной цене. Потом эти потери компенсируют увеличением объема продажи и снижением затрат на производство. Мы проводить такую политику не можем. Наши финансисты всегда предпочитают синицу в руках.

О том, чтобы поощрить будущих потребителей композитов, не могло быть и речи. А вот в ГДР на это пошли и стали платить специальные премии за экономию импортных материалов путем использования отечественных.

Госплан не только не принял идею о поощрении производителей и потребителей новых материалов, но и попытался нанести «контрудар». Тем, кто начинал использовать композиты вместо «чистых» полимеров, немедленно срезались фонды на полимерное сырье! Но какой же смысл тогда внедрять эти композиты? Ведь потребители надеялись за счет экономии сырья увеличить производство.

Нелепость всех этих финансовых мер с особой наглядностью проявилась на Владимирском химическом заводе, производящем оболочку электрокабелей. Внедрение наполненного мелом поливинилхлорида позволило сэкономить полимер, снизить себестоимость, улучшить потребительские свойства и... на несколько лет оставило завод без премии. Дело в том, что валовая стоимость произведенной продукции упала. Завод перестал выполнять план.

Когда несколько позднее в Научно-производственном объединении «Норпласт», созданном на базе Кусковского химического завода, была разработана технология, позволяющая часть синтетического каучука при производстве резиновых изделий заменить тонко измельченными отходами, плановики снова поспешили объявить, что изымут экономленный каучук. Нужно ли добавлять, что каждый раз после такой «благодарности» производственники под любым предлогом спешили отказаться от новых технологий.

Когда уже было принято решение о перепрофилировании Кусковского завода, оказалось, что все силы завода отвлечены на решение другой задачи — строительство хозяйственным способом опытно-промыш-

ленного производства полибутилентерефталата. Испытывая острый недостаток в механической службе для создания пилотных установок, завод обратился за помощью к своему соседу — механическому заводу. Соседи были готовы помочь (за соответствующую плату), но руководство Министерства химического и нефтяного машиностроения, которому подчинялся этот завод, категорически воспротивилось.

СОГЛАСОВАНИЕ

Как известно, разработанный проект постановления должен быть согласован со всеми заинтересованными ведомствами. Этот тяжелейший процесс занимает обычно до трех и более лет. Бесконечные комиссии выхаживают начальную направленность проекта, поскольку каждое ведомство стремится обезопасить свои позиции. Особенно сложно преодолеть консерватизм Министерства финансов, Министерства юстиции, Государственного комитета по труду и заработной плате. Попытки выйти за жесткие рамки структур, тарифных ставок, систем премирования, финансирования, отчисления в бюджет пресекаются, как говорится, в корне. Легче всего согласуются никого ни к чему не обязывающие записи о координации, проведении лабораторных разработок.

Наши попытки заинтересовать строителей и привлечь их на площадку Кусковского завода не удалось вовсе. Записанные меры по реконструкции и новому строительству остались на бумаге, а предложения по социальным мероприятиям никто не захотел даже обсуждать. В результате за шесть лет существования Научно-производственного объединения «Норпласт» только 6 % мощности базового Кусковского химического завода удалось перепрофилировать на новую тематику. Таков печальный итог.

Различные предложения о строительстве предприятий по производству новой продукции, которые должны были быть разработаны, также остались благими пожеланиями. Их не удалось согласовать со строителями и проектировщиками.

И, наконец, научные руководители программы не получили в свои руки ни фондов, ни финансов. У них осталось только «право» ходатайствовать, просить, жаловаться.

ИТОГИ

На что же могла рассчитывать такая программа? При всем оптимизме ее созда-

телей можно было надеяться лишь на привлечение внимания научной и инженерной общест-венности, на всплеск публикаций, заявок на изобретения. Все это было. Были и научно-технические конференции, и защищенные диссертации. Появились научно-технические заделы, накопился опыт. Разработано несколько новых технологий. Позднее были проданы три лицензии. Усилился интерес потребителей к новым классам материалов.

И все же технологию полимеризационного наполнения в значительном масштабе реализовать не удалось, несмотря на ряд прекрасных результатов, заинтересованность и даже энтузиазм потребителей. Мы столкнулись с полной незаинтересованностью машиностроителей, сомнениями различных ведомств. Кто должен финансировать эти работы? Как заинтересовать всех участников?

А что же директивные решения? Они не учитывают реальных экономических интересов всех (я подчеркиваю — всех!) участвующих в создании новых технологий сторон. В цепочке задействованных организаций и ведомств все время возникают сбои, и дело начинает пробуксовывать.

Нужна другая — экономическая основа для разработки подобных научно-технических программ. Они должны базироваться

на реальной экономической заинтересованности и, соответственно, экономической ответственности всех участников: разработчиков, производителей, потребителей.

Драматичной оказалась и судьба опытной базы. После многократных и не всегда корректных выступлений прессы новой министр химической промышленности Ю. А. Беспалов счел за лучшее НПО «Норпласт» расформировать. При этом пострадали интересы двух сторон: народного хозяйства — не получившего адекватной отдачи на вложенные в науку средства, и Академии наук СССР — вложившей в создание НПО «Норпласт» значительные средства, в том числе в твердой валюте, и не получившей ничего взамен. Впрочем, эта тема заслуживает отдельной статьи.

Между тем груз нерешенных проблем давит все сильнее. Полимерные композиты нужно развивать. В этой задаче, как и в большинстве других современных проблем, скрещиваются интересы многих ведомств.

И снова пишутся и согласуются проекты, ищется место для сооружения опытных баз, обсуждаются вопросы эффективности и ценообразования.

Сумеем ли мы извлечь что-то полезное из ошибок прошлого?

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 сообщать в редакцию журнала по адресу: 117049, ГСП-1, Москва, Мароновский пер., 26.

ФЛЮИДЫ В МАНТИИ ЗЕМЛИ

И.Д. Рябчиков



Игорь Дмитриевич Рябчиков, член-корреспондент АН СССР, заведующий лабораторией физико-химической петрологии Института геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии АН СССР. Область научных интересов — геохимия и физико-химическая петрология магматизма. Последнее время специализируется на изучении геохимической эволюции мантии Земли.

ХОРОШО известно, что роль водных растворов в геологических процессах очень велика, что их высокая механическая подвижность и химическая активность приводят к избирательному выщелачиванию, переносу и отложению многих веществ, в том числе и рудных. Большинство месторождений полезных ископаемых образовалось именно таким путем.

Однако это касается сравнительно тонкого слоя земной коры (5—10 км, может быть, несколько больше). А что происходит с водными растворами на глубинах в десятки и сотни километров? Продолжается ли их действие в мантии?

Ответ на этот вопрос отнюдь не очевиден, так как при существующих там громадных давлениях и температурах характер растворов должен разительно меняться. Но прежде чем рассматривать все это в деталях, следует договориться о терминах.

Еще из школьного курса мы знаем, что при относительно небольших давлениях вода (и, соответственно, водные растворы) могут существовать в двух агрегатных состояниях: жидком и газообразном. С повышением давления физические и химические свойства этих фаз постепенно сближаются, и выше так называемой критической точки различия между ними исчезают. Поэтому применительно к водным растворам при высоких температурах и давлениях стали пользоваться нейтральным термином «флюиды», отвечающим как жидкому и газообразному состояниям вещества, так и надкритическим фазам с промежуточными свойствами. В настоящее время термин «флюид» стал международным.

Основу интересующих нас флюидов наряду с H_2O составляют CO_2 , CH_4 , H_2S и другие соединения с низкими температурами кипения, именуемые также летучими компонентами. При тех громадных давлениях (выше 10—15 кбар), которые характерны даже для самых верхних горизонтов мантии, протекает ряд реакций, приводящих к переходу летучих компонентов из флюидной фазы в кристаллическую или магматический расплав. Чтобы убедиться в присутствии флюидов в мантии Земли и оценить масштабы процессов, протекающих с их участием, прежде всего необходимо определить содержание летучих компонентов в мантии.

ЛЕТУЧИЕ КОМПОНЕНТЫ МАНТИИ

Совершенно очевидно, что мантийные глубины недоступны прямому изучению, поэтому геологи вынуждены довольствоваться косвенными сведениями. Одним из самых надежных источников информации о мантии принято

считать ксенолиты (обломки), присутствующие в кимберлитах, базальтах и других мантийных породах. Однако для изучения летучих компонентов мантии ксенолиты — не лучший объект, так как летучие распределены в них крайне неравномерно. Кроме того, в ксенолитах нередко встречаются серпентин и другие водные силикаты, образовавшиеся вблизи поверхности в результате вторичных процессов, сильно искаживших исходную картину распределения летучих компонентов.

По этой причине мы решили воспользоваться совсем иным источником информации о мантии — свежими базальтовыми стеклами, которые образуются при «закалке» мантийных магм, изливающихся на современное океаническое дно. Химические анализы показали, что содержание воды в базальтовых стеклах составляет $0,2 \pm 0,1$ %. Теперь следовало выяснить, какая доля мантийного вещества приходится на базальтовые магмы — только в этом случае мы можем узнать, сколько воды содержится в самой мантии. Анализ экспериментальных данных по плавлению образцов базальтового состава показывает, что в расплавах базальтов концентрация воды и других летучих соединений, почти целиком переходящих в магму (не задерживающихся в твердых минеральных фазах), должна быть примерно в 10 раз выше, чем в их мантийном источнике. Отсюда следует, что содержание воды в мантийном резервуаре, в пределах которого генерируются первичные магмы океанических базальтов, можно оценить как $0,02 \pm 0,01$ %. В примитивной же мантии, существовавшей на самых ранних этапах эволюции Земли, еще до начала ее плавления и утечки из нее флюидов, это значение должно было быть примерно в 5 раз выше, т. е. около 0,1 %.

Другой летучий компонент мантии CO_2 гораздо хуже растворяется в силикатных расплавах и может более интенсивно теряться магмой, поднимающейся к поверхности Земли. Поэтому анализы базальтовых стекол не позволяют надежно оценить содержание в мантии этого компонента. Более точную информацию мы получим, измерив концентрации CO_2 в микровключениях расплавов, законсервированных в так называемых минералах-вкраплениях базальтовых пород. Эти концентрации отличаются довольно широким разбросом: от 0,02 до 0,14 %, что соответствует 0,002—0,014 % CO_2 в мантийном резервуаре.

Впрочем, возможен и иной подход к оценке средних содержаний летучих компонентов в мантии. Он основан на изучении



Обломок мантийной породы с друзой минералов, устойчивых только при высоких давлениях (магнетитовый гранат, высокоглиноземистый клинопироксен). Подобные хорошо ограниченные кристаллы могли расти в объеме, заполненном флюидом. Микровключения высокоплотного углекислотного флюида обнаружены и в самих минералах, слагающих друзу.

динамики глобальной дегазации Земли путем исследования изотопного состава инертных газов. Эти исследования показали, что на ранних этапах истории нашей планеты дегазация шла значительно интенсивнее, чем в настоящее время. Величина современного потока летучих компонентов из мантии составляет всего около 13 % от среднего значения, характеризующего интенсивность процессов дегазации мантии за все время существования Земли. Сопоставив запасы воды в гидросфере и земной коре с возрастом Земли, найдем среднее значение потока воды из мантии. Оно равно $4,5 \cdot 10^{14}$ г/год. Затем определим его современную величину (составляющую, как отмечалось, 13 % от средней) и, учитывая общую массу извергающегося базальтового вещества, получим содержание воды в первичных базальтовых магмах, равное 0,09 %. Согласно экспериментальным данным, на такие магмы приходится около 15 % мантийного вещества, следовательно, в современной мантии содержится примерно 0,014 % воды. Этот результат неплохо согласуется с ее содержаниями в базальтовых стеклах, о которых уже шла речь.

Путем аналогичных расчетов можно определить концентрации других летучих компонентов в мантии: CO_2 — 0,002 %, N_2 — около 0,0001 %.

На фоне этих в общем-то низких средних содержаний в отдельных зонах мантии летучие компоненты интенсивно накапливаются, что обусловлено избирательным захватом летучих кристаллизующимися минеральными фазами (карбонатами, амфибо-

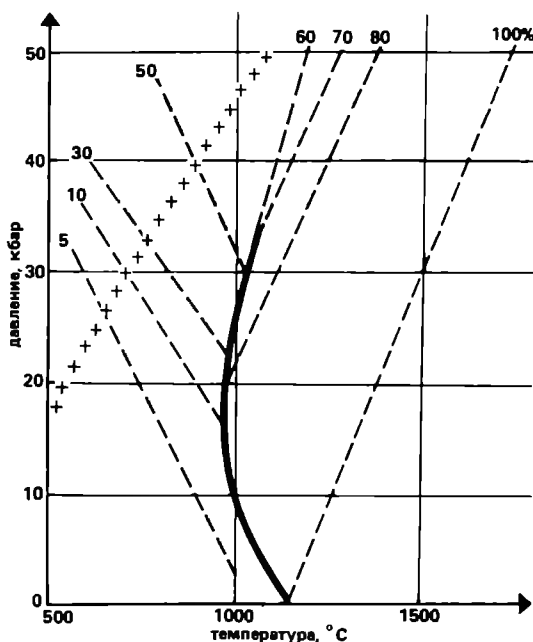
лами, слюдами, апатитом, графитом, алмазом и др.), а также их уходом в магматический расплав. Это перераспределение летучих контролируется глубиной магматического очага, величиной геотермического градиента и окислительно-восстановительными условиями.

Соотношение летучих компонентов в самом флюиде также непостоянно и определяется прежде всего степенью их окисления. Так, в окислительной обстановке в составе флюидов должны резко преобладать H_2O и CO_2 , а в восстановительной обстановке их место займут CH_4 и H_2 . Мерой окисленности является, как известно, парциальное давление кислорода или его летучесть. Однако непосредственно определить летучесть кислорода в глубинах мантии (и, соответственно, оценить степень окисленности флюида) не представляется возможным. Поэтому приходится прибегать к такому показателю летучести кислорода, как соотношение трехвалентного и двухвалентного железа в составе мантийных минералов или изливающих магм. В частности, измерив эти соотношения в мантийных шпинелях, мы пришли к выводу, что в подавляющем большинстве случаев их величина не опускается до значений, при которых могут быть устойчивы металлическое железо или же флюиды с преобладанием CH_4 . Этот вывод подтвердился при изучении окисленности природных магм и анализе минеральных равновесий с участием сульфидных фаз, присутствующих в виде микровключений в кристаллах алмазов.

Таким образом, среди летучих соединений мантии — по крайней мере ее верхней части, о которой мы знаем несколько больше, — должны преобладать H_2O и CO_2 . А их соотношение определяется, в свою очередь, устойчивостью в данной мантийной зоне карбонатов или водных силикатов. Там, где устойчивы карбонаты, они способствуют «уводу» из флюида CO_2 , и наоборот — при формировании водных силикатов флюид дегидратируется.

ФЛЮИДНЫЙ МАССОПЕРЕНОС

Наряду с летучими компонентами мантийные флюиды несут к поверхности Земли и нелетучие соединения, такие как SiO_2 , MgO , FeO , CaO , Na_2O и другие породообразующие окислы. Сильно сжатые флюиды растворяют их так же, как в комнатных условиях вода растворяет, например, поваренную соль. Учитывая это, мы провели серию экспериментов, которые позволили



Диаграмма, отражающая состав флюида и расплава в содержащем воду мантийном перидотите. Сплошная линия — граница начала плавления перидотита в присутствии флюида (при более высоких температурах появляется магматический расплав). Пунктирные линии отвечают определенным содержаниям силикатных компонентов во флюиде (левые линии — начала плавления) и в расплаве (правее этой линии). Выше давления 35 кбар различия между расплавом и флюидом исчезают. Крестиком показано распределение температур в стабильных континентальных областях.

бы оценить содержание породообразующих окислов в водных и водноуглекислых флюидах, взаимодействующих с мантийными минералами при высоких температурах и давлениях свыше 10 кбар.

Кратко расскажу о самих экспериментах, так как при столь высоких давлениях пришлось работать не в обычных автоклавах, а в твердофазных аппаратах. В них усилие, создаваемое гидравлическим прессом, передается на относительно пластичную кристаллическую среду (например, на поликристаллический $NaCl$), внутри которой находится нагреватель из графита. В нагреватель помещается герметичная ампула из благородных металлов, содержащая воду и исследуемое кристаллическое вещество. После выдержки в течение нескольких часов или суток при заданных давлениях и температурах производилась закалка, т. е. резкое охлаждение исследуемых веществ. Затем продукты опытов извлекались из ампулы и изучались под микроскопом.

Оказалось, что в них довольно четко различаются, с одной стороны, кристаллы правильной формы, бывшие во время опыта в равновесии с флюидом, и с другой — так называемые закалочные фазы, представленные скелетными кристаллами и аморфным гелеобразным веществом. Меняя от опыта к опыту соотношения воды и силикатов, мы нашли такие условия, при которых равновесные кристаллы в продуктах опытов исчезают. В этом случае состав исследуемой смеси (вода + силикаты) отвечает полной растворимости изучаемого минерала. Этим и определяется состав флюида, который находится в равновесии с исследуемым минералом.

Другой экспериментальный подход к изучению состава мантийных флюидов, применявшийся нами, состоит в том, что внутрь герметичной ампулы с исследуемыми минералами и летучими компонентами помещается перфорированная ампула меньшего размера с каким-нибудь гранулированным инертным наполнителем (например, мелкими зернами алмаза). В ходе опыта все пространство между этими зернами постепенно заполняется флюидом, циркулирующим внутри герметичной ампулы. В конце эксперимента температура, а затем и давление снижаются до обычных «комнатных» значений этих величин, после чего перфорированная ампула извлекается, высушивается (при этом определяется количество попавшей в нее воды), и в инертном наполнителе, содержащем твердый остаток флюида, анализируются все интересующие нас компоненты. Полученная таким путем информация о соотношении количества воды и твердого остатка позволяет оценить состав флюида.

В целом экспериментальные исследования показали, что растворимость многих минералов, вопреки прежним представлениям, достигает весьма высоких значений. Так, содержание кремнезема в водной фазе, равновесной с такой типичной мантийной породой, как гарцбургит, растет с повышением температуры и давления и при 1100 °C и 30 кбар достигает своего максимума — 35 %. (Для сравнения можно напомнить, что растворимость поваренной соли близка к 25 %.)

Растворимость другого распространенного типа мантийных пород — слюистых перидотитов — оказалась еще выше: при 1100 °C и 30 кбар она достигает 50 %. Как и у гарцбургита, она увеличивается с ростом температуры и давления. Иными словами, здесь налицо тенденция к постепен-

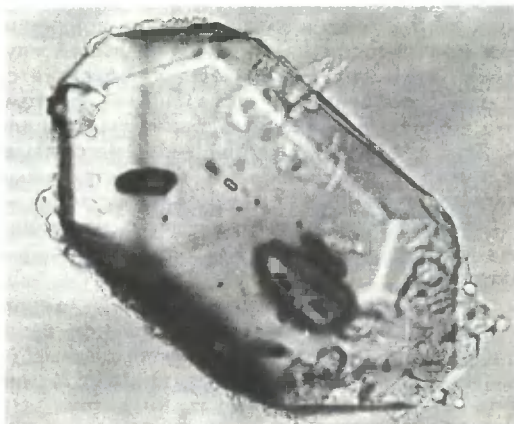
ному переходу флюида в водно-силикатный магматический расплав.

Иная тенденция проявляется при растворении в воде щелочных пироксенов — жадеита и омфацита. Растворимости этих минеральных фаз также очень высоки, но, увеличиваясь с ростом температуры, они падают с ростом давления. Последнее обстоятельство, очевидно, связано с высокой плотностью кристаллического жадеита и омфацита, приводящей к заметному увеличению их устойчивости с ростом давления. Отсюда следует, что в водно-силикатных системах максимальная концентрация натрия во флюиде должна наблюдаться при давлениях, отвечающих переходу этого минерала из полевошпатовой в пироксеновую фазу.

Важно отметить, что при изучении растворимости алюминия в водных системах с щелочными пироксенами был обнаружен еще более резкий максимум, чем у натрия. Отсюда следует, что с ростом давления возрастает избыток щелочи по сравнению с алюминием, т. е. в растворе увеличивается доля легко гидролизующихся щелочных силикатов, ответственных за щелочную реакцию раствора (рН растворов, извлекаемых из ампул по завершении опыта, достигает 10).

Приведенный здесь небольшой обзор экспериментальных данных показывает, что растворимости различных силикатов и окислов во флюиде меняются весьма значительно. Этот вывод принципиально важен, поскольку из него следует, что резкие вариации

Кристалл магнезильного оливина — форстерита, синтезированный в присутствии водного флюида при температуре 1100 °C и давлении 30 тыс атм [увел. в 100 раз]. Образование таких хорошо ограниченных кристаллов связано с высокой растворимостью силикатов в воде при высоких давлениях и температурах, приводящих к перекристаллизации минерала в присутствии флюида.



растворимостей различных нелетучих компонентов, входящих в состав флюидов, могут обеспечивать глубокую химическую дифференциацию вещества при продвижении флюидов из мантии к поверхности Земли.

Кроме того, в ходе экспериментов выяснилось, что суммарные растворимости силикатных компонентов во флюиде, взаимодействующем с мантийными перидотитами на глубине порядка 100 км, могут достигать 50 %, т. е. алюмосиликаты при существующих там температурах и давлениях начинают вести себя как легкорастворимые соли. Это подтверждает существование и высокую эффективность процессов флюидного массопереноса в мантии, а также доказывает возможность постепенного перехода высококонцентрированных водных растворов в богатые водой силикатные расплавы в условиях мантийных глубин.

Вместе с тем эксперименты показали, что на определенных глубинах может происходить интенсивное накопление некоторых компонентов, приносимых восходящими мантийными флюидами. Это вытекает, в частности, из наличия максимумов на кривых зависимости концентрации алюмосиликата натрия во флюиде от давления. Данные максимумы соответствуют давлениям, обеспечивающим переход соответствующих компонентов из малоплотных минеральных фаз в более плотные кристаллические структуры. Очевидно, те участки мантии, параметры которых отвечают подобным максимумам, должны быть наиболее благоприятны для выделения соответствующих компонентов из флюидов, поступающих из мантийных глубин.

Оценки давлений, при которых Na_2O , K_2O и другие щелочные компоненты переходят из менее плотных фаз в более плотные, показывают, что в самой верхней части мантии присутствуют измененные породы с повышенным содержанием натрия, а калий концентрируется в нижних частях континентальной литосферы, т. е. на большей глубине. Этот наш вывод хорошо согласуется с тем геологически доказанным фактом, что калиевые щелочные базальты пришли к нам с больших глубин, чем натриевые, а также с повышенными концентрациями калия в глубинных алмазоносных породах — кимберлитах и недавно открытых на западе Австралии алмазоносных породах — лампроитах.

Усиление с ростом глубины щелочного характера флюидов, и прежде всего увеличение концентрации растворенных во флюидах простых силикатов щелочей, имеет ряд важных геологических следствий. На-

пример, титан, который принято было относить к числу наиболее инертных компонентов, неожиданно в процессах метасоматизма в мантии проявил себя как подвижный компонент. Ниобий, тантал, вольфрам, цирконий и другие элементы, близкие по химическим свойствам к титану, также становятся подвижными. Подвижность всех этих компонентов, установленная экспериментально, подтверждается присутствием в мантийных ксенолитах высокотитанистого флогопита — минерала, обогащенного титаном, ниобием и другими элементами-примесями, имеющими источником мантию.

Щелочной характер мантийных флюидов на глубине и снижение в них избытка щелочей относительно алюминия при подъеме флюидов к поверхности — все это способствует протеканию реакций, приводящих к разложению богатых алюминием минеральных фаз. В частности, в глубинных зонах литосферы должны быть распространены реакции замещения высокоглиноземистого минерала граната флогопитом. На этом основании можно предположить, что в интенсивно измененных участках мантии, сквозь которые мигрируют флюиды, количество граната будет необычно низким. И действительно, среди мантийных ксенолитов встречаются породы — глиммериты, в которых граната, как правило, нет. Наше предположение подтверждается и почти полным отсутствием граната в лампроитах, в то время как в кимберлитах, образующихся из менее измененного вещества, гранат является обычным минералом.

Вообще говоря, похоже, что состав алмазоносных лампроитов отражает крайнюю степень изменения состава глубинных пород под влиянием восходящих флюидов. В этом плане присутствие в лампроитах экзотических щелочных минералов (вадеита, прайдерита и др.) хорошо согласуется с результатами экспериментального изучения минеральных равновесий, в которых участвуют высокощелочные мантийные флюиды. Резкая обогащенность лампроитов редкоземельными элементами — еще одно доказательство важной роли флюидного массопереноса в формировании геохимических особенностей мантийного источника этих пород.

В целом же, вовлечение участков мантии, обогащенных редкими металлами, в процессы плавления приводит к возникновению особых типов магм, внедрение которых в земную кору может способствовать образованию редкометалльных месторождений.

ФЛЮИДНЫЙ ТРАНСПОРТ РУДНЫХ МЕТАЛЛОВ И МИКРОКОМПОНЕНТОВ

Флюиды могут играть существенную роль в перераспределении не только породообразующих окислов и редкоземельных элементов, о которых уже шла речь, но и рудных металлов. При этом щелочной характер мантийных флюидов должен обеспечивать высокую растворимость в них сульфидов металлов в форме гидросульфидных комплексов. Это предположение подтвердилось в ходе экспериментальных исследований, например в проведенных нами измерениях растворимости сульфидов меди и никеля в водном флюиде, сосуществующем с мантийными минералами.

Не исключено, что взаимодействием магматических расплавов с участками мантии, обогащенными сульфидами в результате предшествующих процессов флюидного массопереноса, и определяется способность подобных магм (уже после внедрения их в верхние горизонты земной коры) формировать сульфидные руды.

Впрочем, значение флюидов не исчерпывается концентрированием в определенных участках мантии редкометалльных и рудных компонентов. Накопление в основании континентальной части земной коры калиевых соединений и карбонатов щелочноземельных элементов, осуществляемое флюидами, приводит к значительному снижению температуры плавления мантийных пород. В результате даже при небольшом повышении температуры, связанном с подъемом горячих мантийных струй вследствие тепловой конвекции, формируются легкоплавкие, малоплотные и маловязкие магмы, подобные кимберлитовым или лампроитовым. Их быстрый подъем к поверхности сопровождается перемещением ряда минеральных фаз, которые могли образоваться только на больших глубинах. К их числу относятся алмаз и высокомагнезиальный гранат.

Восходящие потоки флюидов выносят из мантии большое количество изотопов различных элементов, именуемых в геохимии индикаторными микрокомпонентами. Доля выносимых микрокомпонентов столь велика, что можно говорить о необратимой геохимической дифференциации Земли в глобальном масштабе. В частности, чрезвычайно высокая избирательность процессов флюидного массопереноса приводит к разделению пар элементов, связанных процессами радиоактивного распада: U и Pb, Rb и Sr, Sm и Nd и т. д. В результате изотопный состав свинца, стронция, неодима

в разных участках мантии с течением времени становится различным. Например, охваченная конвекцией часть мантии характеризуется пониженной — по сравнению с Землей в целом — долей радиогенного изотопа ^{87}Sr , что связано с выносом из нее более подвижного элемента рубидия, в том числе и радиоактивного изотопа ^{87}Rb , являющегося материнским для ^{87}Sr .

Изучение продуктов мантийного магматизма, представленных как современными вулканическими породами (например, базальтами срединно-океанических хребтов), так и магматическими образованиями прошлых эпох, позволяет заключить, что дифференциация изотопных отношений отчетливо проявляется в породах, образовавшихся по меньшей мере 3 млрд лет назад. Учитывая солидное время, необходимое для радиоактивного распада, можно предположить, что разделение индикаторных микрокомпонентов с участием флюидов началось вскоре после образования Земли. Но флюиды могут существовать примерно до 1000°C : выше этого температурного предела силикаты начинают плавиться и флюид оказывается растворенным в магме. Следовательно, данные по геохимии радиогенных изотопов можно рассматривать как свидетельство относительно низких температур, существовавших в обширных зонах мантии на заре земной истории.

Обогащенные индикаторными микрокомпонентами флюиды покидали мантию и попадали в пределы жестких литосферных плит, реагируя с их минералами. Все это приводило к тому, что вдоль зон повышенной проницаемости в мантии увеличивалась концентрация компонентов, почти целиком переходящих из твердых минералов в магму. Следствием подобных процессов является и крайняя пестрота геохимических характеристик литосферной части мантии, и особенности мантийного магматизма в континентальных областях.

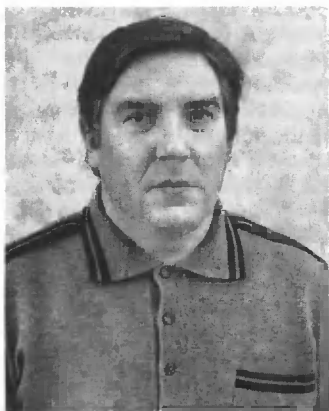
На этом, очевидно, можно закончить небольшой рассказ о том, как изучают протекающие в глубинах Земли процессы химической дифференциации вещества с участием флюидов. Воспроизведение этих процессов в лабораторных условиях показало, что водные и водно-углекислотные растворы, контактирующие с типичными мантийными минералами, характеризуются высокой щелочностью и, соответственно, высокой химической активностью. Благодаря этому они способны переносить многие породообразующие, рудные и редкие элементы.

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ФИЗИКИ СТЕКЛА

М. И. Клиnger
В. Г. Кудрявцев
М. И. Рязанов



Михаил Израилевич Клиnger, доктор физико-математических наук, ведущий научный сотрудник Физико-технического института им. А. Ф. Иоффе АН СССР. Занимается теорией твердого тела, физикой стеклообразных веществ. Автор нескольких монографий, в частности: *Glassy disordered systems*. N. Y.; L. etc. 1988.



Валерий Георгиевич Кудрявцев, кандидат физико-математических наук, доцент Московского инженерно-физического института. Основные научные работы — по теории взаимодействия излучения с веществом, физике кристаллических и стеклообразных полупроводников, нелинейной оптике.



Михаил Иванович Рязанов, доктор физико-математических наук, профессор Московского инженерно-физического института. Область научных интересов — электромагнитные явления в твердых телах, физика поверхности и взаимодействие излучения с веществом. Автор ряда монографий, в том числе: *Электродинамика конденсированного вещества*. М., 1984.

СТЕКЛО известно человечеству с древнейших времен. Сегодня мы встречаем его повсюду: в обычных окнах и цветных витражах, огромных телескопах и волоконной оптике, женских украшениях и лазах. Стекло всегда привлекало и ремесленника, и художника. И теперь оно по-прежнему является как современным техническим материалом, так и вдохновляющим материалом для прикладного искусства.

Химические и физико-химические исследования свойств различных стекол ведут-

ся давно¹. Однако систематические исследования по физике стекла начались лишь в этом столетии. К настоящему времени собрано огромное количество экспериментальных данных о свойствах стекол, на их основе выработаны новые концепции и идеи, позволяющие понять важные особенности поведения таких материалов. Тем не менее физика стекла находится на довольно раннем этапе

¹ Подробнее см., напр.: Шульц М. М. О природе стекла // *Природа*. 1986. № 9. С. 41—52.

развития, поскольку многие ее фундаментальные проблемы еще довольно далеки от решения.

Первая из таких проблем — само определение стекла. Обычное, по сути, физико-химическое определение отождествляет стекло с веществом, которое образуется из жидкости вблизи так называемой температуры стеклования T_g , если ее охлаждение происходит со скоростью, не меньшей некоторой характерной для данного вещества величины v_g . Однако, хотя с помощью современных вычислительных методов на ЭВМ при очень больших скоростях v можно моделировать процесс стеклования даже для простейших одноатомных жидкостей, в действительности далеко не всякую жидкость удается превратить в стекло. Вместе с тем известны технологии получения стеклообразных пленок без их предварительного плавления. Кроме того, приведенное определение вряд ли является удовлетворительным с физической точки зрения, поскольку оно непосредственно не опирается на фундаментальные свойства стекла, которые выделяют его из всей совокупности аморфных твердых тел.

В чем корень трудностей, с которыми сталкивается физическая наука о стекле? Почему сегодня в ней столько нерешенных вопросов? Во-первых, стекла, как и другие аморфные вещества, представляют собой термодинамически неравновесные системы, и в пространственном расположении их атомов нет строгой периодичности. Иными словами, в структуре стекол, в отличие от кристаллов, нет дальнего порядка. Во-вторых, стекла — метастабильные структуры. Однако время, за которое стекло кристаллизуется, т. е. превращается в термодинамически равновесную упорядоченную систему, очень велико, оно может превышать тысячелетия. Стекло — долгоживущее метастабильное аморфное вещество. Именно сочетание таких свойств, как неравновесность, метастабильность и неупорядоченность структуры порождает основные трудности при решении фундаментальных проблем физики стекол и стеклообразных веществ.

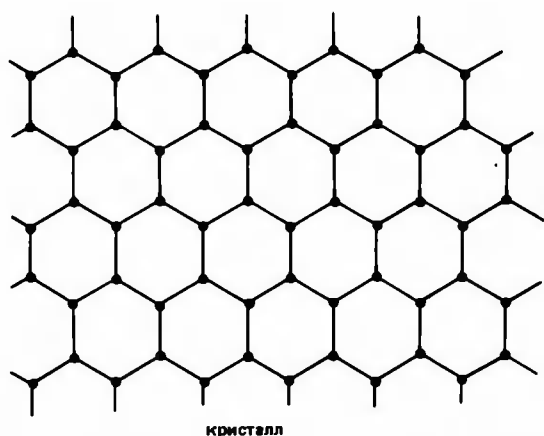
ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ СТЕКОЛ

Что же мешает атомам жидкости, из которой образуется стекло, выстроиться при быстром охлаждении ниже температуры кристаллизации T_c в виде решетки термодинамически равновесного кристалла? Многие полагают, что ответить на этот вопрос по-

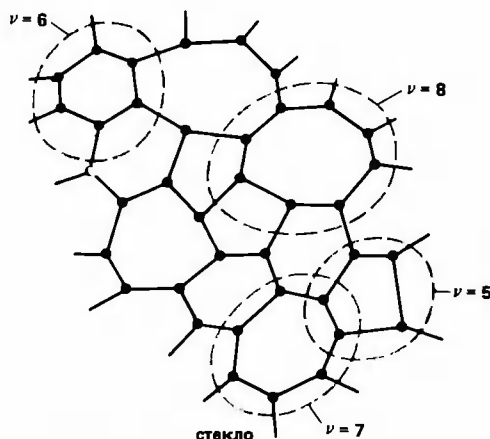
может изучение атомной структуры стекла, поскольку ее особенности должны зависеть от механизма подавления кристаллизации². Исследование природы этой связи и соотношения между микроструктурами стекла и соответствующего кристалла составляет одну из фундаментальных задач физики стекла. Ее трудность в том, что стекла очень разнообразны и по характеру химических связей в них, и по химическому составу. Так, основные стеклообразующие элементы принадлежат к четвертой (Si, Ge, Sn, Pb), пятой (P, As, Sb) и шестой (O, S, Se, Te) группам таблицы Менделеева. Обычно выделяют три основных класса стекол, различающиеся по типу химических связей и коррелирующей с ним ширине так называемой основной оптической щели $E_{опт}$, т. е. провала в спектре поглощения света. К первому классу относятся диэлектрические стекла, главным образом оксидные, силикатные (например, обычное оконное стекло). Они характеризуются значительной долей ионных связей и очень широкой оптической щелью (5—10 эВ). Именно поэтому в отсутствие примесей такие стекла прозрачны для видимого света. Второй класс составляют стеклообразные полупроводники с преимущественно ковалентными связями, прежде всего халькогенидные стекла (Se , As_2Se_3 , As_2S_3), которые имеют более узкие оптические щели (1—3 эВ). Эти стекла прозрачны лишь в некоторой части оптического спектра, они могут быть желтыми или красными. Наконец, третий класс — металлические стекла, в основном сплавы M_xQ_{1-x} переходного металла M (Pd, Ni и др.) и неметалла Q (в частности, Ge, Si) с преобладающей долей металла. В таких стеклах оптическая щель отсутствует, и они непрозрачны. У разных классов стекол температуры стеклования T_g и минимальные скорости охлаждения v_g сильно отличаются друг от друга. Скажем, для оксидных стекол $v_g \approx 0,1$ град/сек, тогда как для металлических эта величина может достигать значения 10^5 град/сек. Несомненно, такой разброс параметров говорит о существенных различиях в механизмах подавления кристаллизации.

Каковы же современные физические представления о структуре стекла? Прежде всего, следуя идеям А. Ф. Иоффе, А. Р. Регеля и Н. Ф. Мотта, принято считать, что стекла, как и другие аморфные вещества, характеризуются ближним порядком: атом каждого типа имеет постоянное число ближайших соседей, а его более далекое окружение хотя

² Phillips J. C. // Physics Today. 1982. № 2. P. 27—36.



Регулярная сетка атомов в кристалле [слева] и непрерывная случайная сетка тех же атомов в соответствующем стекле. В кристалле число атомов ν в замкнутом многоугольнике сетки всегда равно 6, тогда как в стекле это число может быть различным. Кроме того, в отличие от стекла, углы между связями в кристаллической решетке четко определены. Однако число ближайших соседей — три — постоянно для всех атомов как в стекле, так и в кристалле.



и случайно, но описывается некоторым вероятностным распределением. Исходя из результатов рентгеновских, электронографических и других исследований, структуру стекла часто моделируют с помощью непрерывной случайной сетки межатомных связей. На малых расстояниях структура в этой модели однородна и изотропна, но сильно неупорядоченна в том смысле, что велика доля замкнутых многоугольников сетки, в которых число атомов ν отличается от числа ν_0 , характерного для кристалла этого же вещества.

С другой стороны, разработаны модели, согласно которым структура стекла определяется топологически сложной многосвязной системой кластеров — групп атомов, связанных друг с другом сильнее, чем с остальными. В такой микроскопически неоднородной структуре неупорядоченность внутри каждого кластера меньше, чем в случайной сетке связей.

По-видимому, существующих экспериментальных данных еще недостаточно для однозначного выбора между предложенными моделями. По этой причине важной задачей остается выявление физических свойств, характерных для всех видов стекол, и развитие теоретических представлений для их интерпретации. Подобные фундаментальные свойства действительно существуют.

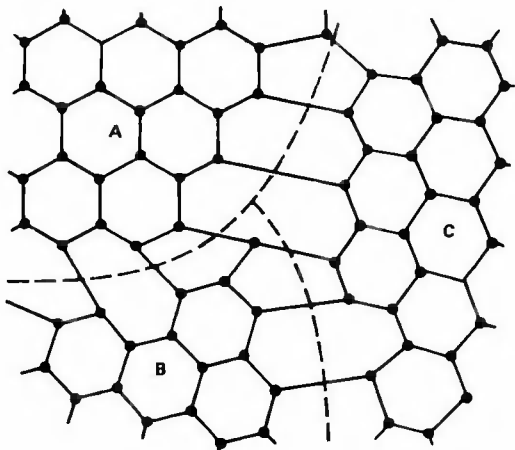
Прежде всего, для стекол характерно высокое значение энтропии S_0 при абсолютном нуле температуры $T=0$. Напомним, что энтропия является мерой неупорядочен-

ности состояния системы. Кристалл в состоянии термодинамического равновесия при $T=0$ должен быть упорядоченным, и поэтому для него $S_0=0$. Поскольку аморфные системы неравновесны, неудивительно, что даже при абсолютном нуле они остаются неупорядоченными, т. е. $S_0 \neq 0$. Однако величина энтропии в расчете на один атом максимальна именно в стеклах. Это значит, что любая структура стекла — одна из многих возможных атомных конфигураций с почти одинаковыми энергиями, случайно замороженная при стекловании. Однако, чтобы создать другую конфигурацию из тех же атомов, нужно перестроить множество межатомных связей в больших областях стекла, для чего требуется немалая энергия. Поэтому каждая из конфигураций отделена от остальных высокими потенциальными барьерами, и они не переходят одна в другую за время жизни стекла.

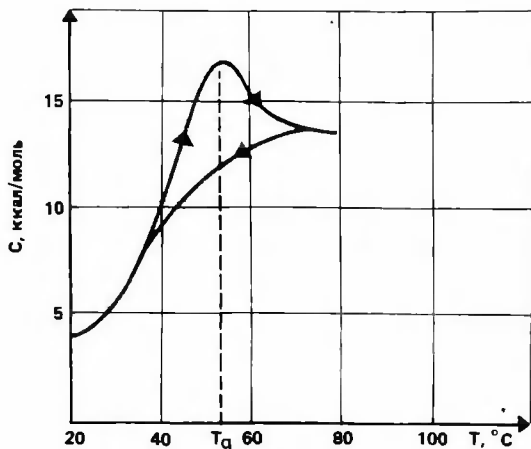
Вторым фундаментальным свойством стеклообразующих материалов можно считать то, что при температурах, близких к T_g , процессы релаксации созданных внешними силами отклонений A от равновесного состояния A_0 (например, механических напряжений или возмущений электрического поля) протекают очень медленно. Эти процессы подчиняются закону Кольрауша

$$A(t) = A_0 \exp[-(t/\tau)^\beta],$$

где τ — характерное время релаксации, а $\beta \approx 0,5-0,7$ взамен обычного значения $\beta=1$.



Структура стекла по кластерной модели. Она представляет из себя совокупность областей [A, B, C...], внутри которых неупорядоченность меньше, чем в случайной сетке связей. На границах кластеров атомные связи слабее, и там возможно некоторое разрыхление атомной структуры.



Зависимость теплоемкости селенового стекла от температуры. Вблизи точки T_g наблюдается гистерезис. Если бы здесь имел место фазовый переход, пик при $T=T_g$ был бы заметен как при нагревании, так и при охлаждении образца.

Скорость релаксации, как и вообще все макроскопические кинетические характеристики Q (например, коэффициент диффузии или текучесть), в интервале от T_g до T_l зависит от температуры T по закону Фогеля:

$$Q(T) = Q_0 \exp \left[-\frac{E}{k(T - T_0)} \right],$$

где Q_0 — постоянная величина, константы E_0 и T_0 ($T_0 < T_g$) одинаковы у данного стекла для всех кинетических характеристик, k — постоянная Больцмана. Необычность этого закона в том, что из него следует существование особой точки T_0 — такой, что $Q(T) = 0$ при $T \leq T_0$. Что же представляет собой особая точка T_0 и чем объясняется такой вид закона Фогеля? Разработано несколько физических моделей, обосновывающих столь необычное поведение стеклообразующей жидкости. Одна из них связывает его с наличием значительной избыточной энтропии жидкости по сравнению с кристаллом, другая — с изменением ее объема³. Наконец, третья модель, которая кажется нам довольно близкой к реальной ситуации, состоит в следующем⁴. Релаксация в переохлажденном расплаве означает перестройку атомной конфигурации, приводящую к понижению энергии. Такая перестройка пройдет в дан-

ной области, если к ней в процессе диффузии приблизилась группа атомов подходящего вида — «дефект», который нужным образом деформирует атомную структуру вокруг себя. При $T \rightarrow T_0$ концентрация подобных «дефектов» стремится к нулю, так что при более низкой температуре связанные с ними макроскопические движения отсутствуют. Температура T_0 могла бы соответствовать стеклованию при бесконечно малой скорости охлаждения, если бы при этом удалось избежать кристаллизации. Если такая интерпретация закона Фогеля правильна, можно считать, что при $T < T_0$ стекло является особой неравновесной, метастабильной фазой, существенно отличающейся от переохлажденной жидкости. Иначе говоря, в основе стеклования лежит настоящий фазовый переход. Это же допущение принято и в других моделях. Следовательно, все они дают одинаковый ответ на фундаментальный вопрос, является ли стеклование переходом между различными фазами. Однако из одних экспериментальных данных такой ответ получить трудно. К примеру, измеряя зависимость теплоемкости от температуры вблизи T_g при нагревании стекла, можно наблюдать максимум, внешне похожий на широкий пик теплоемкости при фазовом переходе 2-го рода. В то же время при охлаждении жидкости обнаружить этот максимум уже не удается, так что поведение теплоемкости имеет гистерезисный характер. Этот факт, а также зависимость T_g от скорости охлажде-

³ Cohen M. H., Grest G. S. // Phys. Rev. B. 1979. Vol. 20. P. 1077—1098.

⁴ Anderson P. W. // Ill-condensed Matter. London; Amsterdam, 1979. P. 162—261.

ния свидетельствуют о том, что стеклование во всяком случае не сводится к обычному термодинамическому переходу 1-го или 2-го рода. Поэтому некоторые исследователи придерживаются точки зрения, согласно которой стеклование вообще не связано с настоящим фазовым переходом, а представляет собой лишь так называемый вязкоупругий переход: с понижением температуры вязкость жидкости сильно возрастает и в окрестности T_g движение вещества в больших объемах становится столь медленным, что его нельзя заметить за обычное время наблюдения. С этой точки зрения стекло есть «замороженная» жидкость, срédни смолам, но аномальный закон Фогеля для вязкости объяснить не удастся. Возможно, однако, что отчасти справедливы оба подхода: стеклование основано на настоящем фазовом переходе, осложненном вязкоупругим.

АНОМАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА СТЕКОЛ ПРИ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ

В последние 15 лет были открыты аномальные тепловые, акустические, диэлектрические и механические свойства стекол как при очень низких, так и при умеренно низких (30—50 K) температурах. Эти свойства аномальны в том смысле, что в кристаллах не встречаются. Они характерны для всех типов стекол, и потому их можно считать третьим фундаментальным признаком этого класса веществ. В чем же они заключаются?

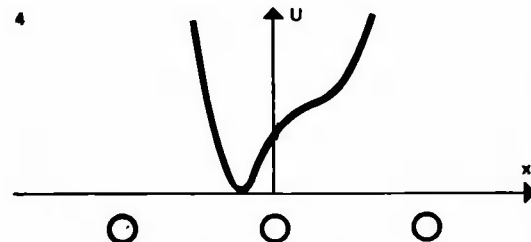
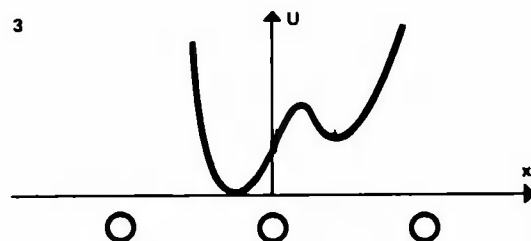
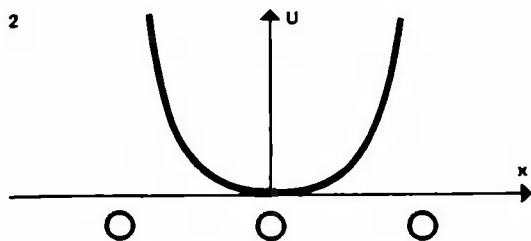
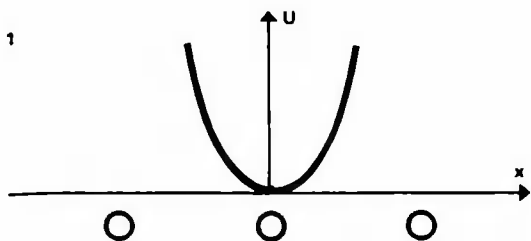
Согласно обычным представлениям физики кристаллов низкоэнергетические элементарные возбуждения в веществе сводятся к малым колебаниям решетки (фононам). Это обуславливает вполне определенную зависимость характеристик веществ от температуры вблизи абсолютного нуля. Так, теплоемкость C растет пропорционально кубу температуры (закон Дебая), по такому же закону меняется теплопроводность χ . Однако в стеклах ситуация другая. Теплоемкость линейно зависит от температуры при $T < 1$ K, а отношение C/T^3 , которое должно быть постоянным, имеет максимум в интервале от 5 до 30 K. Теплопроводность при $T < 1$ K пропорциональна квадрату температуры, а между 5 и 30 K — вообще не меняется. Аномальное поведение C и χ указывает, что в стеклах главную роль играют не фононы, а какие-то иные низкоэнергетические возбуждения, практически не встречающиеся в кристаллах.

Для объяснения наблюдающихся аномалий была предложена следующая гипотеза⁵.

В стеклах существует достаточно много атомов, которые имеют не одно, как в кристаллах, а два пространственно близких положения равновесия, в которых энергия частицы почти одинакова. Иными словами, потенциальная энергия многих атомов описывается двухъямным потенциалом — график функции $U(x)$ имеет два близких минимума. В этом случае частица может находиться на двух близких, самых низких уровнях энергии, расстояние между которыми различно для разных атомов вследствие неупорядоченности структуры стекла. Переход между этими уровнями происходит благодаря туннельному эффекту. В таких туннельных двухуровневых системах могут возникать возбуждения с достаточно малой энергией, связанные с переходом атомов с одного уровня на другой. Поскольку вблизи абсолютного нуля существуют в основном возбуждения с энергией даже меньше, чем минимальная энергия фонона, в этих условиях именно двухуровневые системы должны определять свойства стекол. При низких температурах переход атома из одной ямы в другую возможен лишь благодаря туннельному эффекту. Время τ , за которое происходит туннельный переход частицы из одной ямы в другую, является случайной величиной из-за случайности окружения данного атома; оно меняется в очень широких пределах — от 10^{-9} сек до нескольких минут или даже часов. Исследователь получает информацию только о тех двухуровневых системах, для которых τ меньше времени наблюдения t . Отсюда следует важное теоретическое положение о зависимости теплоемкости от времени эксперимента. Это обстоятельство весьма неожиданно с точки зрения обычных представлений, согласно которым теплоемкость, как и другие характеристики вещества, от времени наблюдения не зависит.

Опираясь на описанную гипотезу, удалось понять некоторые эффекты, наблюдаемые в стеклах при очень низких температурах. На основании экспериментальных данных были оценены доля атомов, соответствующих туннельным двухуровневым системам (10^{-4} — 10^{-5}), и величина характерной энергии их взаимодействия с фононами (1 эВ). Вместе с тем остались нерешенными серьезные проблемы. В частности, трудно ответить, почему доля атомов в двухуровневых системах столь значительна, почему параметр их взаимодействия с фононами так велик и почему вклад таких

⁵ Klinger M. I. // Phys. Rep. 1983. Vol. 94. P. 183—312.



Возможные виды потенциала атома в стекле. Гармонический потенциал 1 характерен для большинства атомов в любых веществах, в том числе и в стеклах. Он обеспечивает классическую зависимость теплоемкости и других термодинамических характеристик от температуры. Анггармонические потенциалы [однояминный 2, двухъяминный 3 и «особый» безбарьерный 4] присущи только атомам стекла, да и то немногим. Они объясняют разнообразные низкоэнергетические возбуждения в стеклах и аномалии свойства стекол при низких температурах.

систем не позволяет объяснить свойства стекол при температурах от 5 до 30 К. Наконец, нет ответа на главный вопрос — какова микроскопическая природа двухуровневых систем. Все это означает, что ситуация в стеклах сложнее, чем предполагается по данной гипотезе.

КРИТИЧЕСКИЕ ПОТЕНЦИАЛЫ И НИЗКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ВОЗБУЖДЕНИЯ

Недавно была разработана новая теория, связывающая особые типы низкоэнергетических возбуждений в стекле с его атомной структурой. Согласно ей пространственные флуктуации случайных атомных конфигураций в любой аморфной системе приводят к конечной концентрации C_s отдельных атомов или их групп, находящихся в необычных, сравнительно легко перестраиваемых локальных конфигурациях, которые можно назвать «мягкими». В рамках этой теории, стекла — аморфные вещества с наибольшими значениями C_s (около 0,1), тогда как в других аморфных системах величина C_s значительно меньше.

Потенциал атома в «мягкой» конфигурации существенно анггармоничен, он может быть описан выражением

$$U(x) = \frac{1}{2} K a_0^2 \left[\eta \left(\frac{x}{a_0} \right)^2 + \xi \left(\frac{x}{a_0} \right)^3 + \left(\frac{x}{a_0} \right)^4 \right],$$

где квазиупругая константа $K \approx 30$ В/А, $a_0 (\approx 0,1$ нм) — атомный радиус, $|\eta| < 1$, $|\xi| < 1$. Для подавляющего большинства атомов $\eta \approx 1$, а $|\xi| < 1$, так что потенциал зависит от координаты x квадратично, и их движение происходит по гармоническому закону. Для атомов же в «мягких» конфигурациях существенны анггармонические члены, пропорциональные x^3 и x^4 . Случайные параметры η и ξ описывают флуктуации локальных атомных конфигураций — в зависимости от их значений потенциалы могут качественно различаться. Такие анггармонические потенциалы называют критическими.

Как оценить концентрацию C_s атомов в «мягких» конфигурациях? В частности, для этого можно воспользоваться кластерной моделью стекла и предположить, что критическими потенциалами обладают атомы, обеспечивающие связи между границами кластеров. (Такие связи действительно должны быть заметно слабее, чем связи внутри самих кластеров.) Полученная при этом оценка $C_s \approx 0,1$ не противоречит эмпирическим данным. Отметим, что в стеклообразных

полупроводниках среднее число ближайших соседей Z мало ($\leq 2,5$) и, следовательно, структура оказывается довольно рыхлой. В обычной же аморфной ковалентной системе (скажем, аморфном кремнии) $Z \approx 4$ и $C_s < 0,1$. Как показывает анализ, существование критических потенциалов как фундаментального свойства стекла связано в конечном счете с его избыточным объемом по сравнению с кристаллами. Уплотнение вещества — например, при воздействии высокого давления или нейтронного облучения — должно приводить к подавлению ангармонических эффектов.

Что же представляют собой низкоэнергетические возбуждения в стеклах? Они соответствуют переходу атома с ангармоническим потенциалом на низшие возбужденные уровни, энергия которых намного меньше энергии фононов. Оказывается, эти возбуждения делятся на два различных вида: первый — возбуждения в двухъямных потенциалах, о которых шла речь выше и которые определяют свойства стекол при температурах менее 1 К; второй — колебания атомов в «мягких» конфигурациях (их энергия на шкале температур соответствует области 1–100 К). В свою очередь, колебания второго вида можно приблизительно разделить на гармонические и ангармонические. Энергия первых сравнительно велика, поэтому они проявляются лишь тогда, когда значительную роль играют и другие типы гармонических колебаний (фононы). А ангармонические колебания, которые реализуются главным образом при особом безбарьерном и отчасти при одноямном критических потенциалах, имеют энергию в интервале от 1 до 100 К. Именно такие колебательные возбуждения и определяют аномальные свойства стекол при температурах от 5 до 50 К. Поскольку значительная концентрация «мягких» атомных конфигураций и необычные свойства критических потенциалов типичны для всех стекол, то элементарные возбуждения, которые обуславливают аномалии их свойств, столь же универсальны.

ЛОКАЛИЗОВАННЫЕ ЭЛЕКТРОННЫЕ СОСТОЯНИЯ

Характерная черта энергетического спектра электронов в аморфных полупроводниках — наличие щели по подвижности, т. е. промежутка E_g между полосами нелокализованных состояний, в котором все состояния локализованы⁶.

Около 10 лет назад для халькогенидных и стеклообразных полупроводников были получены два ряда экспериментальных данных, которые с традиционной точки зрения казались несовместимыми между собой. Чтобы разрешить это противоречие, была предложена гипотеза, по которой энергетические уровни в щели по подвижности заселяются парами электронов, с общим спином $\sigma=0$ и притяжением между электронами в парах, соответствующим так называемой отрицательной корреляционной энергии U . Более того, пришлось предположить, что на уровнях у середины щели находится очень много таких пар, а значение U велико (порядка 1 эВ). Парные электронные уровни были поставлены в соответствие либо собственным слабым ковалентным связям стекла (модель Андерсона), либо оборванным связям и другим дефектам непрерывной сетки (модель Мотта — Стрифта — Дэвиса). И в той, и другой модели возникли проблемы как при сравнении с экспериментальными данными, так и при проверке их внутренней согласованности. Эти проблемы в значительной степени преодолеваются, если обе модели электронных состояний с отрицательной корреляционной энергией U рассматривать как предельные случаи более общего явления, о котором сейчас пойдет речь.

Оказалось, что в «мягких» атомных конфигурациях стекла осуществляется автолокализация электронных пар с $\sigma=0$ и очень большой по величине (около 1 эВ) отрицательной корреляционной энергией. Такие электронные пары являются активными центрами различных процессов; они не обязательно связаны с оборванными связями и прочими дефектами непрерывной сетки связей⁷. В общем случае автолокализация состоит в том, что частица, взаимодействуя со средой, деформирует ее, а такая деформация, в свою очередь, локализует положение частицы; эти два эффекта взаимно согласованы. Важная особенность стекол заключается в том, что упругая энергия перестройки «мягкой» атомной конфигурации по крайней мере на порядок меньше, чем энергия, необходимая для деформации структуры в кристаллах. Поэтому взаимодействие электрона со средой вызывает сильную перестройку «мягкой» конфигурации в малой области вокруг него.

⁶ Мотт Н., Дэвис Э. Электронные процессы в некристаллических веществах. М., 1982. С. 526.

⁷ Клиггер М. И. // Усп. физ. наук. 1985. Т. 146. С. 105–142.

При подобной перестройке энергия электро-на может понизиться на величину, сравни-мую с характерной энергией взаимодей-ствия электрона с атомом Q , а проигрыш в упругой энергии может быть меньше, хотя и того же порядка. В результате при такой автолокализации пары электронов с общим спином $\sigma=0$ выигрыш в энергии значитель-но превышает энергию кулоновского оттал-кивания электронов. Энергия такой электрон-ной пары E_2 оказывается даже ниже, чем энергия двух отдельных локализованных электронов $2E_1$, а возникающая разность E_2-2E_1 как раз и есть отрицательная корреляционная энергия пары U , причем ее величина близка к $E_g/2 (\approx 1 \text{ эВ})$. Этот подход позволяет дать согласованную интерпрета-цию экспериментальных фактов. Разумеет-ся, в явлениях, определяемых автолокали-зацией подобных пар (рекомбинация, люми-несценция, образование дефектов и т. п.), должны проявляться эффекты, зависящие от величины σ .

И слабые собственные ковалентные связи стекла, и отрицательно заряженные оборванные связи могут рассматриваться как частные случаи описанных автолокали-зованных пар. Однако основная часть таких электронных пар скорее возникает на ней-тральных «мягких» конфигурациях и имеет двойной заряд $-2e$ для электронной пары или $+2e$ для дырочной.

Наличие автолокализованных пар поз-воляет объяснить ряд загадочных свойств стекол: отсутствие парамагнетизма (спины спарены), прозрачность стекол для света с частотой $\omega < E_g/h$ (энергия оптического возбуждения пар с $\sigma=0$ близка к E_g и ширина оптической щели $E_{\text{опт}} \approx E_g$), а также слабую чувствительность электропроводно-сти стекол к вводимым примесям (плот-ность автолокализованных пар вблизи сере-дины щели довольно велика). В последнем случае говорят о фиксации химического потенциала (уровня Ферми) в середине ще-ли.

Возбуждения автолокализованных элект-ронных и дырочных пар могут быть как

низкоэнергетическими, с энергией на много меньше $E_g/4$, так и высокоэнергетическими. Первые вносят вклад в аномалии низко-температурных свойств, а последние соот-ветствуют метастабильным центрам разно-образных процессов, происходящих в стекло-образных полупроводниках. Так, очень часто вокруг подобных возбуждений сильно пере-страивается атомная конфигурация. В резуль-тате таких перестроек возникают долгожи-вущие дефекты, обязанные своим появле-ние возбуждениям электронной подсистемы вещества. Если электронная подсистема возбуждается светом, этот эффект прини-мает вид известных из экспериментов фото-структурных превращений в стекле. Многие другие необычные явления также могут найти по меньшей мере качественное объ-яснение в рамках изложенных представ-лений.

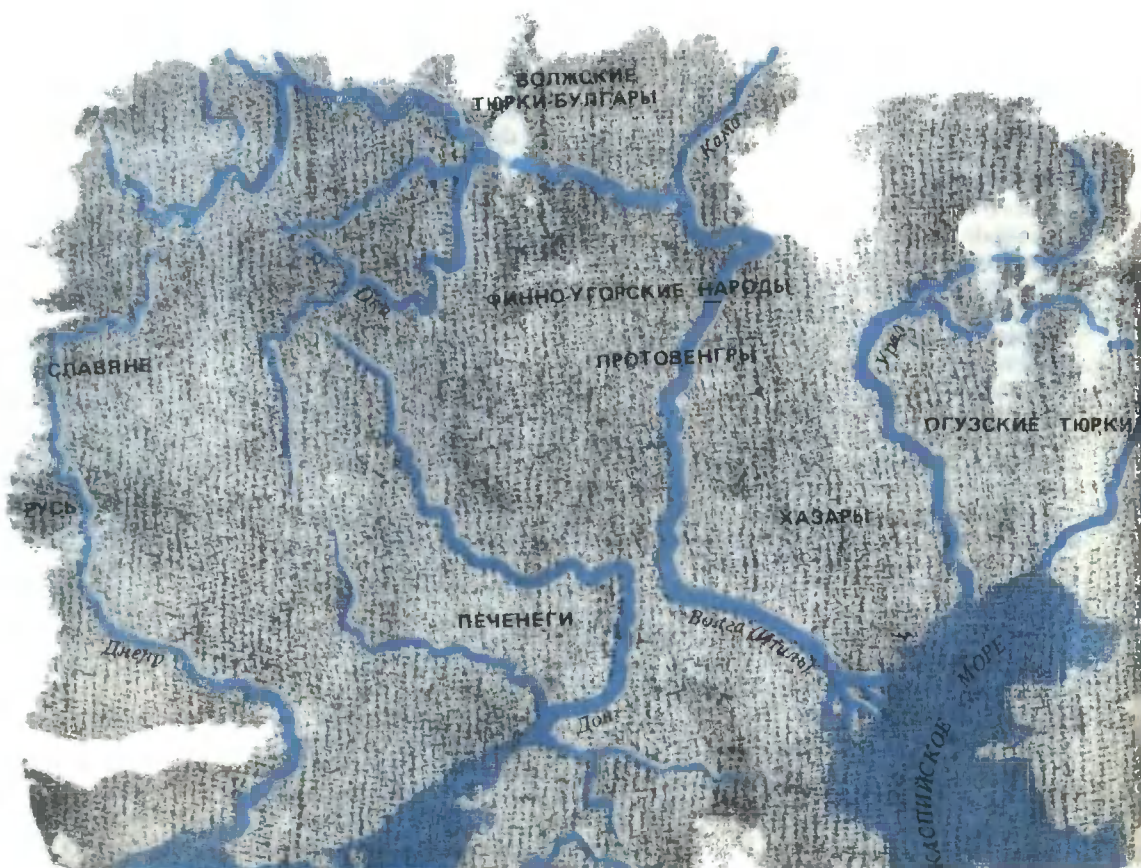
Подводя итоги, можно назвать основ-ные признаки стекол. Это, во-первых, почти полное отсутствие подвижных «дефектов», с которыми связаны макроскопические дви-жения и релаксация; во-вторых, важная роль нефоновых ангармонических низкоэнерге-тических возбуждений; в-третьих, заметная автолокализация электронных и дырочных пар с сильным притяжением между части-цами вместо обычного кулоновского оттал-кивания. Эти черты, практически отсутствую-щие в других аморфных веществах и кри-сталлах, во многом и обуславливают разно-образные свойства стекла.

В заключение хочется отметить, что недавно открытые высокотемпературные сверхпроводящие материалы⁸, по крайней мере керамические, обнаруживают некото-рые из низкотемпературных свойств, харак-терных для стекол. Это обстоятельство как бы перекидывает мостик между стекла-ми и высокотемпературными сверхпровод-никами. Возможно, в связи с этим область применения физической теории стекла в ближайшее время резко расширится.

⁸ См.: Гинзбург В. Л. Высокотемпературная сверх-проводимость // Природа. 1987. № 7. С. 16—30.

О выборе **ВЕРЫ** в Восточной Европе

Вяч. Вс. Иванов





Вячеслав Всеволодович Иванов, доктор филологических наук, профессор, заведующий сектором структурной типологии Института славяноведения и балканистики АН СССР. Член Британской академии, почетный член Американского лингвистического общества, вице-президент Международной семиотической ассоциации. Специалист по сравнительно-исторической грамматике славянских и индоевропейских языков, семиотике и нейролингвистике. Автор многих книг, в том числе: *Очерки по истории семиотики в СССР*. М., 1976; *Чет и нечет. Асимметрия мозга и знаковых систем*. М., 1978; *Индоевропейский язык и индоевропейцы*³ (совместно с Т. Г. Гамкрелидзе). Тбилиси, 1984. Лауреат Ленинской премии (1988).



Этническая карта Восточной Европы к концу I тысячелетия н. э. К югу от условной линии, соединяющей Азовское море с Аральским, обитали многочисленные восточно-иранские племена.

В СВЯЗИ с празднованием 1000-летия введения христианства на Руси во всем мире на протяжении 1988 г. проходили научные конференции и публиковались статьи и книги, оценивающие историческое значение этого события. В этой статье речь будет идти об основных чертах культуры и знаковых (семиотических) систем — прежде всего, языков, письменностей, религий, — которые уже бытовали у восточных славян (предков современных русских, украинцев, белоруссов) ко времени Крещения Руси, в их взаимодействии с новыми системами, полученными после Крещения.

Письменных памятников этого времени дошло немного (хотя в самые последние годы и в этой области сделаны открытия достаточно сенсационные, в частности в английских архивах, о чем пойдет речь во второй половине статьи). Тем не менее современные науки — не только гуманитарные, но и естественные — выработали сходные в принципе методы реконструкции прошлого, непосредственно не засвидетельствованного: напомним исследование динамики развития Вселенной в астрофизике, живой природы в теории эволюции, языков в сравнительно-историческом языкознании. Пioneрами этой методологии были наш великий психолог Л. С. Выготский, отстаивавший тезис о том, что история, как и психология, геология и физика, изучает прошлое, реконструированное «по его следам»¹, и английский этнолог А. М. Хокарт, в те же годы подошедший к аналогичной формулировке задач гуманитарного знания². Попутно отмечу, что оба ученых пользовались той аналогией между методами науки и сыщика-детектива, которую позднее использует применительно к истории Р. Дж. Коллингвуд и по-новому осмысляет на понятии игры с природой и абдукции логики Я. Хинтика и семиотик У. Эко, построивший, кстати, на ней сюжет своего знаменитого исторического романа «Имя розы»³. Поскольку из гуманитарных наук наиболее совершенным аппаратом реконструкции обладает сравнительно-историческое языкознание, на выводах этой дисциплины в большой мере основывается и настоящая статья.

Хотелось бы подчеркнуть, что единство современного знания обнаруживается не только в аналогии методов восстановления прошлого по косвенным свидетельствам, но и в сходстве принципов, определяющих вектор последующего развития: антропного принципа в физике, согласно которому значения космологических параметров уникальным образом благоприятны для развития жизни и разума⁴; принципа Дана — Вернадского, по которому в ходе геологического времени непрерывно изменяется в сторону

¹ Выготский Л. С. Собр. соч. Т. 1. М., 1982. С. 343—344.

² См.: Иванов Вяч. Вс. Артур Хокарт и сравнительный метод в этнографии // Природа. 1985. № 12. С. 83—96.

³ Хинтика Я., Хинтика М. Шерлок Холмс против современной логики: к теории поиска информации с помощью вопросов // Язык и моделирование социального взаимодействия. М., 1987. С. 265—281; Eco U. *Semiotik und Philosophie der Sprache*. München, 1985. S. 66—73; Эко У. *Имя розы* // Иностранная литература. 1988. № 8. С. 3—88.

⁴ Сахаров А. Д. // ЖЭТФ. 1984. Т. 87. Вып. 2(8). С. 378. О двух (слабой и сильной) формулировках принципа см.: Hawking S. W. *A Brief History of Time. From the Big Bang to Black Holes*. Toronto, etc., 1988. P. 124—126; 137, 145, 151, 164.

усложнения центральная нервная система (мозг)⁵; наконец, предложенного в последнее время семиотического принципа, согласно которому в конечном счете (при наличии тупиковых ветвей и длительных остановок, а также циклов, известных и в других сферах эволюции) в истории культуры отбираются те именно знаковые системы и тексты, которыми развитие человечества направляется в сторону ноосферы (в понимании П. Тейяра де Шардена и В. И. Вернадского)⁶.

Именно в этом последнем обобщении (предполагающем наличие «смысла истории» в терминах Н. А. Бердяева вопреки популярным в начале и середине XX в. идеям абсурдности и катастрофичности исторического процесса) может заключаться и решение конкретного вопроса об историческом значении Крещения Руси. Им было предопределено то направление развития последующих культур восточных славян, которое оказалось существенным и для человечества в целом. Поэтому особенно интересно выяснить, как в этой части Европы победило христианство: это элемент единого общечеловеческого процесса постепенного утверждения ноосферы — сферы разума и духа.

1

К тому времени, когда обитавшие в Восточной Европе древнерусские племена, консолидировавшиеся вокруг Киевской Руси, встали перед вопросом о принятии новой веры, они прошли длительный и сложный путь развития, который, как уже сказано, удается восстановить в основном по косвенным данным. Принятие населением Древней Руси христианства оказалось возможным, благодаря достигнутому еще до этого высокому уровню культуры, в особенности уровню религиозного сознания, которому соответствовал и характер языка, прежде всего словаря с достаточно развитой терминологией. Именно изучение языка, а в первую очередь религиозных тер-

минов, которые до того как были использованы в качестве христианских долго существовали как языческие, позволяет сделать вывод о развитости многих понятий у носителей ранних славянских диалектов, в том числе и восточнославянских говоров.

Сравнительно-историческое языкознание показывает, что реконструированный славянский праязык (диалекты которого, хотя уже и разошлись между собой, все же вплоть до X—XII вв. очень мало друг от друга отличались) сохранил многие существенные черты религиозной терминологии, бытовавшей ранее и даже в эпоху единства балтийских и славянских диалектов. Это единство выделилось из более обширной (западной или «древнеевропейской») группы диалектов общиндоевропейского праязыка, сложившейся около IV—III тысячелетий до н. э.

К словам, существовавшим еще тогда, восходят и имена двух главных богов, которыми клянутся русские в договорах с греками 945 и 971 гг. (их тексты дошли до нас в составе древнейшей русской летописи, реконструированной по позднейшим летописным ее отражениям); иначе говоря, эти тексты тоже не даны нам непосредственно, а восстанавливаются). Древнерусский бог **Перунь** соответствует балтийскому богу грозы со сходным именем (литовск. Perkunas, латышск. Perkuons) и аналогичными мифологическими атрибутами; он упоминается в текстах договоров как бог княжеской дружины. Древневосточнославянский бог всей Руси — «скотий бог» **Волось** (**Велесь**) находит соответствие в балтийских мифологических названиях, связанных с загробным миром; того же происхождения и такие древнегерманские мифологические термины, как «Валь-галла», «Валькирия» и т. п., где первый элемент (val-) тоже относится к миру мертвых⁷. Чем объяснить, что «скотий бог» Велес-Волос связан с представлениями о загробном мире? Разгадку этой связи древних мифологических понятий дают индоевропейские обряды, в которых отражено поверье о том, что на том свете на пастбище (таком, как древнегреческие Ел-исейские поля) пасутся домашние животные. На одном из наиболее древних индоевропейских языков — клинописном хеттском — составлен не позднее середины II тысячелетия до н. э. царский гимн, где о сжигаемом во время погребаль-

⁵ Вернадский В. И. Химическое строение биосферы Земли и ее окружения. М., 1965. С. 271—272. См. там же о втором биогеохимическом принципе, определяющем эволюцию видов живого вещества в определенном направлении.

⁶ См.: Об итогах и проблемах семиотических исследований // Труды по знаковым системам. Т. XX. Актуальные проблемы семиотики культуры. Тарту, 1987. С. 5.

⁷ Подробнее о славянских названиях богов и их истории см.: Иванов Вяч. Вс., Топоров В. Н. Исследования в области славянских древностей. М., 1974.

ного обряда мертвом царе поется: «Солнца бо! Ему в награду // Приготовь ты этот луг! // Луг никто да не отнимет! // Луг никто да не отсудит! // Пусть на том лугу пасутся // У него быки и овцы, // Кони с мулами пасутся!»⁸

Сравнение подобных текстов в хеттской традиции с аналогичными древнеиндийскими (ведийскими) и древнеиранскими убеждает в том, что представление о том свете как о пастбище, на котором пасутся души мертвых и (сжигаемых в больших количествах во время архаичных обрядов кремации) домашних животных, было общим для носителей всех древних индоевропейских диалектов, в том числе балтийских и славянских (соответствующие обычаи в Полесье сохранялись вплоть до XX в.). Замечательно не только то, что это поверье отразилось в имени бога Велеса-Волоса; еще более удивительно, что когда часть связанных с ним представлений у древних восточных славян была перенесена на святого Власия (чье имя созвучно имени Волоса и может в звуковом отношении пониматься как церковнославянское, т. е. южнославянское, соответствие этому восточнославянскому имени), на иконах стали вместе с Власием регулярно изображать коней, коров, других домашних животных. Можно, следовательно, полагать, что весьма древняя символика скотоводческого образа загробного мира в преобразованном виде продолжала жить и после принятия христианства.

Этот пример не единственный. Давно уже было замечено, что некоторые христианские святые перенимают отдельные атрибуты тех языческих древнерусских божеств, с которыми их частично отождествило народное сознание, например в святом Илье и в святом Георгии обнаруживаются черты древнего громовника-змееборца Перуна, чье участие в змееборческом сюжете восходит к общеевропейскому мифу, реконструированному в ряде исследований последних лет. Такой синкретизм (соединение в одном мифологическом образе архаичных древневосточнославянских богов и позднейших христианских святых) часто называется «двоеверием», но этот термин

едва ли точен. Скорее речь идет о явлении, напоминающем то, как в мексиканском католицизме продолжался культ многих древних индейских божеств, отождествленных с соответствующими святыми, или же то, как буддийские религиозные представления на Цейлоне объединились с системой туземных магических анимистических ритуалов. Удивительная живучесть некоторых древневосточнославянских языческих образов и обрядов объясняется именно их включением в новую религиозную систему. Пережитки культа Мокоши — покровительницы прядения, которое было специфически женским занятием, связаны и с поклонением Параскеве-Пятнице, ставшей у восточных славян в известной мере заменой Мокоши. В то же время живучесть запретов (например, прядь в определенные дни недели), связанных с этим мифологическим образом, отчасти может объясняться и большей сохранностью языческих представлений в женской среде.

Какую бы семиотическую систему восточнославянской культуры — мифологию, обряды, изобразительное искусство, язык — мы ни рассматривали, в каждой из них обнаруживается использование более древних элементов, переосмысленных после упрочения христианства. Особенно ясно это видно в языке, где некоторые очень древние индоевропейские ритуальные термины, сохранившиеся в качестве языческих славянских, позднее используются для передачи соответствующих греческих византийских слов в текстах христианского содержания (скажем, глаголы типа русск. диалект. *молить* — «приносить жертву, обращаясь с молитвой», родственного хеттск. *mal-dai* — «молиться, совершая жертвоприношение»; др.-русс. *пасти*, имеющего общее происхождение с хеттск. *paḥs* — «охранять, беречь» и т. п.).

Не следует вместе с тем преувеличивать плавность перехода от язычества к христианской религии. По летописным рассказам известно, что идолы высшего языческого божества — Перуна были низвергнуты и в Киеве, и в Новгороде. При позднейшем распространении новой веры в массе населения постепенно могли сформироваться синкретические представления, включавшие и символику язычества (в той мере, в какой она оказывалась совместимой с христианской), но введение новой религии представлялось как решительное изменение. Само язычество менялось, особенно перед принятием христианства.

⁸ Перевод мой. Хеттск. *wel-* («луг») в этой песне из того же индоевропейского корня, что и названия *Вел-еса*, *Валь-гамы* и *Ел-сейских* полей. Размер песни, как и сходных восточнославянских хоренческих восьмисложников, также восходит к индоевропейскому.

Перун и Велес-Волос входили в пантеон Киевской Руси, окончательно оформившийся при Владимире, т. е. совсем незадолго до принятия христианства (по существу, утверждение этого пантеона и было первой попыткой религиозной реформы, прямо предшествовавшей выбору веры). Он включал к этому времени 7 основных богов и богиню, между которыми, судя по их перечислениям в текстах, удается установить определенные иерархические отношения⁹. Боги различаются и по функциям, и по происхождению: большинство из них (за исключением вышеназванных Перуна и Велеса) не являются общеславянскими, некоторые — как Хорс, возможно Сварог и Семаргл — скорее всего, иранского происхождения¹⁰. Поэтому для понимания пантеона Владимира как ведущей религиозной семиотической системы перед Крещением нужно рассмотреть вопрос об ирано-славянском взаимодействии.

Это тем более важно потому, что носители иранских языков равно вступили в контакт с великими мировыми религиями. Проблема иранского влияния на славянскую — и в частности, восточнославянскую — религию и на соответствующие слои языка заслуживает пристального изучения. Можно считать несомненным, что славяно-иранские контакты особенно отчетливо оказались именно в этой сфере словаря, как было отмечено в свое время недавно умершим замечательным славистом Р. О. Якобсоном и вслед за ним детально исследовано В. Н. Топоровым и другими учеными¹¹. Хотя наиболее надежные сведения о славяно-иранских связях основываются на собственно языковедческих умозаклечениях, из них оказывается возможным извлечь и выводы об иранском влиянии в мифологии и других областях духовной культуры. В настоящее время представляется несомненным, что языческая религия славян и связан-

ная с ней картина мира, реконструируемая для предхристианского времени, сложилась под явным иранским влиянием. Об этом свидетельствует иранский характер нескольких ключевых слов, характеризовавших основные понятия славянской религии.

Древнее индоевропейское название бога ясного неба (лат. *deus*, греческое имя Зевс, и т. п.) в праславянском языке было заменено словом иранского происхождения: слав. *богъ*, др.-русс. *богъ* (означало не только «бога», но и «долю, богатство»: др.-русс. *у-богъ* — «убогий, нищий, обездоленный»), иранск. *bagā* — «бог, доля». Изменились и другие обозначения, связанные с этим древним индоевропейским корнем: как и в иранском, слова этого корня в славянском относятся преимущественно к обозначениям враждебных мифологических существ или чудовищ (*Див* и т. п.). Любопытно, что тем не менее в славянском остался след древнего употребления этого корня в значении «относящийся к богу»: др.-русс. *дивии* — «дикий» по отношению к неодомащенным или неприрученным животным, как показывает сравнение с другими языками, первоначально означало «животного, принадлежащего богу», в отличие от одомашненного животного¹². Так в языке уже отмечалось то различие, которое теперь в гуманитарных науках именуется разницей между природой и культурой.

С изменением значений группы слов, означавших «бога» и «бога ясного неба, солнечного дня», связывают и ряд других языковых явлений, общих для славянского и иранского. В особенности разительны совпадения целых фрагментов текста: старославянское и древнерусское *бога ради* в точности совпадает с древнеперсидским *bagahya radiy* — «бога (род. падеж) ради». Это свидетельствует о переводе (иногда точно передающем структуру подлинника и заимствующем из него часть слов, в том числе и грамматических, что особенно показывает интенсивность языкового взаимодействия) целых кусков текстов религиозно-мифологического содержания с древнеиранских языков на раннеобщеславянский.

Характерно, что именно такая фразеология, сформировавшаяся под непосредственным иранским влиянием, позднее была использована в приспособлении языческого славянского религиозного словаря к потребностям перевода греческих текстов христианского содержания. Иначе гово-

⁹ Иванов Вяч. Вс., Топоров В. Н. Славянские языковые моделирующие системы. М., 1965.

¹⁰ Сосетинским *xwars*, *xors* — «хороший» (также эпитет святого) может быть связано не только русск. *хороший*, но и имя древнерусского бога Хорса. См.: Абаев В. И. Осетинский язык и фольклор. М.: Л., 1949; Lewy E. *Kleine Schriften*. В., 1961. S. 233. О Свароге см.: Якобсон Р. О. // Историко-филологический журнал АН АрмССР. 1982. № 4. С. 99. К этимологии имени Семаргл: ср. осет. *saw-maelgae*, «скаворец» («черная» + «птица»).

¹¹ Jakobson R. *Selected Writings*. Vol. VII. B., etc, 1985. P. 4—5.

¹² Гамкрелидзе Т. В., Иванова. Вяч. Вс. Индоевропейский язык и индоевропейцы. Т. 2. Тбилиси, 1984. С. 488.

ря, рассматривая факторы, подготовившие возможность адекватных переводов этих текстов, а тем самым — усвоение христианства славянами, наряду с древним индоевропейским наследием следует учитывать и последующее длительное взаимодействие славянского и иранского диалектов. Благодаря своему исконному родству они могли быть в известной степени взаимно понятными, и оттого их контакт мог привести к особенно далеко идущим результатам.

По мнению одного из крупнейших иранистов Э. Бенвениста¹³, некоторые из важных религиозных терминов, объединяющих славянскую и балтийскую терминологию с иранской, могли быть унаследованы от более древнего индоевропейского диалектного смещения: русск. *святой*, литовск. *svēntas*, авестийск. (древнеиранское, отраженное в языке священной книги «Авесты») *srenta* — «наделенный сверхъестественной силой, маной». В других же случаях можно предполагать, что под иранским влиянием слово индоевропейского происхождения изменило свое значение — к этому типу может быть отнесено русск. *вера*, авестийск. *fra-var* — «принадлежать к какой-либо вере» (от *var* — «выбирать»). Эта этимология представляет интерес и для разбора обсуждаемого ниже известного летописного рассказа о выборе Владимиром одной из нескольких вер. Кроме того, в некоторых случаях более вероятным кажется прямое заимствование из иранского: славянское слово, к которому восходит русск. *мир*, скорее всего заимствовано из иранс. *mitra* — «договор, мир, согласие» (также и Митра, как имя бога, к функциям которого принадлежало покровительство договорам); в славянском и иранском совпадают, как показал В. Н. Топоров, и целые словосочетания с этим термином типа русск. *всем миром*. Можно ли думать, что эти языковые заимствования отражают воздействие на славян митранзма — древнеиранской системы верований, распространяющейся позднее из Месопотамии и Малой Азии на другие области Римской империи, территориально более близкие к местам расселения славян?

Чтобы оценить, как далеко заходило влияние иранского огнепоклонничества, стоит заметить, что в конечном счете иранского происхождения и то название огня, от ко-

торого образовано русск. *ватр-ушка*. Несомненным, хотя и косвенным (через промежуточные звенья, для нас не всегда ясные), остается воздействие на славянскую религию иранских дуалистических мифологических представлений. И древнеславянское (в том числе восточнославянское) язычество, и древнеиранские религии (в различных их вариантах) отличались последовательной классификацией различных явлений как в мифологическом смысле «плохих» (злых) или «хороших» (благих). Истоки такой классификации в обеих традициях могли быть общеиндоевропейскими, но на дальнейшее развитие и упрочение подобных представлений (долго сохранявшихся в древневосточнославянской религии) могли оказать влияние сходные иранские поверья. Однако впоследствии эти дуалистические верования у восточных славян могли частично поддерживаться и иными религиозными системами, сложившимися под влиянием иранских (например, богомильской), воздействие которых могло усилиться уже в связи с установлением более прочных связей с древней Болгарией после крещения Руси. Иначе говоря, через богомильство иранские (в особенности манихейские) верования продолжали и много позднее косвенно воздействовать на восточнославянскую (уже христианскую) религию. У историков русской церкви существовало даже предположение, что богомильство было едва ли не господствующей «мрачной религиозной доктриной» в пору после Крещения, но против этой гипотезы выдвинуты серьезные доводы¹⁴.

При несомненности иранских языковых и религиозных влияний следует установить как, через какие народы, с восточными (и другими) славянами контактировавшими, эти влияния могли к ним проникнуть. С какими конкретными иранскими племенами и народами взаимодействовали древние славяне на разных этапах своей истории от праславянского и позднее? Судя по известиям древних авторов и по местным названиям, с теми группами славян, которые обитали в Северном Причерноморье, должны были контактировать скифо-сарматские племена (отсюда некоторые славянские племенные названия и личные имена явно иранского происхождения). Непосредственный потомок языка одного из этих восточноиранских племен — осетинский — сохраняется до сих пор на Кавказе: во мно-

¹³ Benveniste E. Les relations lexicales slavo-iraniennes // To Honor Roman Jakobson. Vol. 1. The Hague; Paris. 1967. P. 197—202. Общий обзор разных точек зрения на славяно-иранские отношения см.: Бирнбаум Х. Праславянский язык. Достижения и проблемы в его реконструкции. М., 1987. С. 160, 229—230, библиография.

¹⁴ Флоровский Г. Пути русского богословия. 2-е изд. Париж, 1981: С. 5, 522—523.

гих отношениях он близок к скифо-сарматским языкам (о которых мы можем судить по более чем скромным данным собственных имен, сохранившихся в старых причерноморских надписях и у древних авторов). Иранскими по первоначальному названию (хотя и не по позднему этническому составу) считаются также контактировавшие с восточными славянами и упоминаемые в древнерусских летописях авары (др.-русс. **обры**).

Наконец, для более позднего времени при объяснении некоторых славяно-иранских связей (в том числе и языковых) следует иметь в виду и наличие торговых путей, соединявших Древнюю Русь с Хорезмом и другими ираноязычными областями Средней Азии. Сочетание «Русь и Хорезм» встречается, например, в надписи на надгробии викинга, путешествовавшего в эти дальние страны. Известный иранист, занимавшийся расшифровкой восточноиранских текстов на хорезмийском языке, В. А. Лившиц полагает, что восточные слова в языке «Слова о полку Игореве» могли быть заимствованы из хорезмийского.

Одним из проводников иранского языкового и культурного (в том числе религиозного) влияния на славян могли быть и ираноязычные племена, обитавшие в конце I тысячелетия н. э. на территории Хазарии, соседствовавшей с восточными славянами, например аланы (предки осетин). Предполагается, что регулярное хазарское войско численностью 12 тыс. человек состояло из восточных иранцев (по большей части хорезмийцев) мусульманского вероисповедания. Они назывались **арсийа**, что сопоставляется с этнонимом (племенным именем) алан-осетин, следы которого находят и в других хазарских именах¹⁵. Хазарское государство, как и другие современные ему и отчасти с ним соперничавшие большие государства в Восточной Европе (в частности, Печенежское), представляли собой, как правило, многоэтнические и многоязычные конгломераты, внутри которых и религиозные отношения отличались достаточной сложностью. Большая же часть собственных имен и слов, достоверно связываемых с хазарами, признается тюркскими.

Хазарский каганат располагался в пору своего процветания по низовьям Волги и До-



Документ из Киева начала X в. на древнееврейском языке. В левом нижнем углу под последней строкой еврейского текста хазарская надпись, выполненная руническим письмом.

на, на Северном Кавказе и в Крыму (и позднее, после падения каганата, оставшемся прибежищем хазар, как до того — готов, вытесненных с занятых ими прежде территорий). В его состав, кроме ираноязычных и тюркоязычных племен, входили также (во всяком случае, в IX в. н. э.) прото-венгерские племена, прошедшие Северным Причерноморьем на пути в Центральную Европу, а также, возможно, некоторые из финноязычных племен. Иногда считают, что принятию хазарией иудаизма могло способствовать проживание на ее территории (в частности, на Северном Кавказе) и значительных групп еврейского населения. Религиозная ситуация в Хазарии (как, по-видимому, и в других «степных империях» Восточной Европы) во второй половине I тысячелетия н. э. отличалась значительной пестротой. Достаточно широко был распространен ислам, рано начинается и христианская проповедь, с письменными следами которой столкнулся святой Кирилл (Константин), совершивший путешествие в Хазарию. Но с IX в. основной официальной религией Хазарского каганата стал иудаизм.

¹⁵ Минорский В. Ф. История Ширвана и Дербенда X—XI веков. М., 1963. С. 193—194, 145. О более ранней полемике о соотношении Хазарии и Хорезма см.: Артамонов М. И. История хазар. Л., 1962. С. 283 и сл.

Согласно ряду источников, отчасти известных уже давно, частично же открытых совсем недавно, иудаизм (как, впрочем, и мусульманство) был достаточно распространенной религией в Киевской Руси X в. Поэтому при изучении обстоятельств Крещения и летописного рассказа о выборе веры Владимиром следует особенно внимательно относиться к параллели этому восточнославянскому рассказу в источниках, относящихся к хазарам.

3

Принятие иудаизма хазарами описывается несколькими текстами. Существует версия (некоторыми исследователями признаваемая за легенду), согласно которой принятию иудаизма предшествовал диспут о преимуществах трех главных религий — христианской (религия «царя Эдома», по обозначению, принятому в средневековой еврейской литературе для Римской империи и других христианских народов), мусульманской (вера «исмаильян») и иудаистической (вера «израильян»). Поскольку этот рассказ весьма схож с аналогичным повествованием в древнерусской летописи, на нем стоит остановиться подробнее. Один из ранних вариантов рассказа содержится в ответе хазарского царя Иосифа на письмо еврейского сановника Хасдая Ибн-Шафрута, жившего при дворе испанских халифов в X в.¹⁵

В этом рассказе сообщается, что о царе хазар Булане, собравшемся перейти в иудаизм, «слух... распространился по всей земле, и услышали о нем царь Эдома и царь исмаильян и прислали к нему своих посланцев с великим имуществом и многочисленными дарами, вместе со своими мудрецами, чтобы склонить его (перейти) в их веру. Но царь был мудр и приказал привести (также) мудреца из израильян, хорошо разузнал, расследовал и расспросил (его), а (затем) свел их вместе, чтобы они выяснили (истину) о своих верах... он позвал их всех вместе и сказал им в присутствии всех своих князей и рабов и своего народа: «Я хочу, чтобы вы сделали для меня выбор: которая из вер самая правильная?» Они начали говорить, но не могли утвердить свои слова на (прочном)

основании, пока царь не спросил (наконец) священника: «Если взять веру Израиля и веру исмаильян, то которая из них лучше?» Священник отвечал и сказал: «Вера Израиля — лучшая (вера)». Тогда он еще спросил Кадия и сказал ему: «Если взять веру Израиля и веру Эдома, то которая (из них) лучше?» Аль-Кадий отвечал и сказал (ему): «Вера Израиля — лучшая (вера)». Тогда царь ответил: «Вы уже собственными устами признали, что вера Израиля самая лучшая и самая правильная (из вер), и я уже выбрал (себе) веру Израиля...»¹⁷

Несколько отличающиеся друг от друга варианты рассказа о диспуте представителей трех религий, в результате которого правитель Хазарии приходит к принятию иудаизма, изложены во фрагменте аль-Баكري¹⁸ (считающемся иногда пересказом потерянного сочинения Массуди) и в так называемом кембриджском документе. Эта знаменитая рукопись была обнаружена в Старом Каире в генизе, складе ветхих документов при старинной синагоге, которая уже в текстах XI—XII вв. называлась синагогой «палестинских евреев». Документ из этого собрания были приобретены Кембриджским университетом и Оксфордской библиотекой. К числу первых сенсационных находок в этом собрании и принадлежал открытый в начале нашего века документ, повествующий о принятии хазарами иудаизма, но относящийся, как показал П. К. Коковцев, к значительно более позднему времени (скорее всего, к XII в., если даже не позднее)¹⁹.

Кембриджский документ вместе с другими упомянутыми подтверждает широкое распространение легенды (или подлинного рассказа?) о диспуте представителей трех религий, находящем близкое соответствие в древнерусской летописи — в рассказе о выборе веры. Разумеется, в обоих случаях возможно предположение если не одинаковой или сходной исторической ситуации, то во

¹⁷ Перевод П. К. Коковцева (в скобках переводчиком добавлены необходимые по смыслу слова, в подлиннике отсутствующие): Коковцев П. К. Еврейско-хазарская переписка. Л., 1932. С. 78—80. Древне-еврейский оригинал см. там же. С. 22. Следует заметить, что в многочисленных зарубежных публикациях последних лет, стимулированных открытием описываемого ниже нового текста, истолкование документов, исследованных П. К. Коковцевым, следует за его выводами, остающимися выдающимся достижением отечественной гебрастики.

¹⁸ Куник А., Розен В. Известия ал-Бекри и других авторов о Руси и славянах. СПб., 1878. С. 44.

¹⁹ Коковцев П. К. Ук. соч. С. XXVII—XXXVI, 113—123. О новом документе см.: Golb O., Pritsak O. Khazarian Hebrew documents of the tenth century. Ithaca; London, 1982. P. 10—15, 41—43.

¹⁵ Golden P. B. Khazar Studies. An historico-philological inquiry into the origins of the Khazars. Budapest, 1980. P. 169—171; Pritsak O. The Khazar Kingdom's conversion to Judaism // Studies in Medieval Eurasian History. L., 1981. P. 272.

Святой Власий (с л е в а). На него были перенесены характерные черты бога Волоса. Новгородская икона начала XIV в.



всяком случае единого литературного прототипа.

Другой документ из того же собрания текстов весьма важен для подтверждения того, что иудаизм был до крещения одной из религий, реально исповедовавшихся в Киеве. Документ был в начале X в. послан из еврейской общины или еврейской ученой академии в Киеве (возможно, в еврейскую общину или ученую академию в Каире, хотя точный адресат еще не установлен). Дальнейшее изучение этого документа может представить интерес для всестороннего выяснения этнических и социально-экономических отношений в Киеве больше чем за полвека до принятия христианства. Не пред-

восхищая будущих исторических выводов, относительно упомянутых в нем (еврейских и, по-видимому, восточнославянских) личных имен и имени самого Киева, отметим одно существенное обстоятельство языкового и графического характера. Письмо из киевской синагоги в каирскую написано на древнееврейском языке. Но внизу на этом документе написано руническим письмом *hoqirūt*, что можно интерпретировать как тюркское (хазарское) «я это прочитал» (в смысле: «проверено хазарской цензурой»).

Из наличия в документе двух письменностей и двух языков следует, во-первых, что киевская еврейская община (или ученая академия) до принятия христианства подчиня-



Святой Георгий, победитель змея. Этот христианский святой наследовал атрибуты языческого бога Перуна. Новгородская икона конца XIV в.

лась хазарскому должностному лицу, по крайней мере осуществлявшему контроль за перепиской с еврейскими общинами на территориях других стран (означало ли это в определенном смысле экстерриториальность академии, сказать еще рано). Во-вторых, ясно, что подобные должностные лица владели двумя функционально различавшимися языками: древнееврейским и тюркским. С характерным для средневековой Евразии явлением функционального разграничения двух языков — диглоссией — было связано (как и в других средневековых обществах) наличие двух видов письма, из которых в нашем случае одно — древнееврейское — было священным и ученым, а дру-

гое — руническое хазарское — использовалось в делопроизводстве. Наиболее подробные сведения о письменности в Хазарии, не являющейся еврейской и характеризующейся относительно небольшим числом букв, содержатся в той, остающейся до сих пор загадочной, части описания путешествия Кирилла (Константина) в Хазарию, где это письмо названо «руским» (что чаще всего интерпретируют как искажение названия «сирийского» письма). Можно ли, однако, предположить, что имелось в виду то деловое хазарское письмо, с помощью которого хазарский чиновник расписался на документе, написанном другим — древнееврейским — письмом в Киеве в начале X в.? Вок-

руг самой ранней письменности, использовавшейся на Руси до принятия христианства, уже сочинено столько фантастических гипотез, что не хотелось бы их множить до новых убедительных открытий. Поэтому ограничимся только постановкой вопроса.

4.

Упомянутое письмо показывает степень сложности этнической, языковой и религиозной ситуации в Киеве перед Крещением. Рядом с восточнославянским населением, говорившим на древнерусском языке, были этносы, в религиозном, культурном и языковом отношении связанные с определенными частями населения Хазарии и, вероятно, с другими соседями русских. В текстах позднее упоминаются хазары в Киеве. Имелись ли в виду только члены еврейской общины, о которых мы узнаем из вновь открытого письма и о которых говорят многочисленные более поздние источники?²⁰ По мнению ряда ученых, в Киеве, а возможно и в других местах, где вскоре утвердилось христианство, еще до его принятия были известны древнееврейские сочинения, переводы которых обнаружены среди ранних памятников древнерусской литературы.²¹ Можно, следовательно, думать, что даже если совпадение приведенного рассказа о религиозном диспуте между представителями трех вер у хазар с приводимым ниже аналогичным летописным древнерусским повествованием является результатом распространения этого сюжета, в определенном смысле выбор между верами, в частности христианской и иудаистической, не был просто вымыслом летописца.

В летописном рассказе говорится: «В год 6494. Пришли болгары магометанской веры, говоря: «Ты, князь, мудр и смыслен, а закона не знаешь. Уверуй в закон наш и поклонись Магомету». И спросил Владимир: «Какова же вера ваша?» Они же ответили: «Веруем богу, и учит нас Магомет так: совершать обрезание, не есть свинины, не пить вина, зато по смерти, говорит, можно творить блуд с женами. Дает Магомет каждому из семидесяти красивых жен, и изберет одну из них красивейшую, и возложит на нее красоту всех. Та и будет ему женой. Здесь же, говорит, следует невозбранно предаваться

всякому блуду. Если кто беден на этом свете, то и на том». И другую всякую ложь говорили, о которой и писать стыдно. Владимир же слушал их, так как и сам любил жен и всякий блуд; потому и слушал их всласть. Но вот что было ему нелюбо: обрезание, воздержание от свиного мяса и от питья; и сказал он: «Руси есть веселие пить, не может без того быть». Потом пришли иноземцы из Рима и сказали: «Пришли мы, посланные папой». И обратились к Владимиру: «Так говорит тебе папа: земля твоя такая же, как и наша, а вера наша непохожа на твою, так как наша вера — свет; кланяемся мы богу, сотворившему небо и землю, звезды и месяц, и все, что дышит, а ваши боги — просто дерево». Владимир же спросил их: «В чем заповедь ваша?» И ответили они: «Пост по силе; если кто пьет или ест, то все это во славу Божию, — как сказал учитель наш Павел». Сказал же Владимир немцам: «Идите откуда пришли, ибо и отцы наши не приняли этого». Услышав об этом, пришли хазарские евреи и сказали: «Слышали мы, что приходили болгары и христиане, уча тебя каждый своей вере. Христиане же веруют в того, кого мы распяли, а мы веруем в единого бога Авраама, Исаака, и Иакова». И спросил Владимир: «Что у вас за закон?» Они же ответили: «Обрезываться, не есть свинины и заячины, хранить субботу». Он же спросил: «А где земля ваша?» Они же сказали: «В Иерусалиме». Снова спросил он: «Точно ли она там?» И ответили: «Разгневался бог на отцов наших и рассеял нас по различным странам за грехи наши, и землю нашу отдал христианам». Сказал на это Владимир: «Как же вы иных учите, а сами отвергнуты богом и рассеяны; если бы бог любил вас и закон ваш, то не были бы рассеяны по чужим землям. Или и нам того же хотите?»²²

Приведенный рассказ о трех отвергаемых верах, в летописи предпосланный повествованию о принятии греческой (византийской) веры, совпадает с хазарским повествованием по числу перечисляемых вер, но при этом оценка их иная. Реальность каждой из вер для Киева доказывается конкретными историческими источниками. Об иудаизме уже говорилось. Что касается мусульманства, то более поздние источники настаивают на его значимости для Руси в эпоху Владимира и даже для самого Владимира. Хотя в достоверности этих значительно более поздних источников (на которые обращено внимание в последнем монументальном труде О. Прицака о происхождении Руси), и поз-

²⁰ Birnbaum H. On Jewish life and anti-Jewish sentiments in Medieval Russia // *Essays in Early Slavic Civilization*. Munich, 1981. P. 215—245.

²¹ Мещерский А. Н. История иудейской войны Иосифа Флавия в древнерусском переводе. М., 1958.

²² Перевод с древнерусского Д. С. Лихачева. Художественная проза Киевской Руси XI—XIII ввек. М., 1957. С. 43—44.

волительно сомневаться, тем не менее бесспорно, что ислам и борьба с ним были актуальны и для Византии, и для тех степных конгломератов народов и племен — хазарского, печенежского, огузского, — с которыми Русь сталкивалась на исходе I тысячелетия н. э.

Если воспользоваться терминологией К. Ясперса, то можно сказать, что по мере распространения в Западной Евразии ислама многие степные народы и целые степные империи, как хазарская, столкнулись с проблемой выбора одной из религий «осевого» времени — той мировоззренческой эпохи, когда с религией связывается и определенная философская и богословская концепция. В исследованиях последнего времени выявлены характерные черты полемических византийских сочинений, направленных против ислама. Среди них есть «Диалог между сарацином и христианином», по самой форме сходный со спорами представителей разных вер, о которых идет речь в летописи²³. Однако, в соответствии с характерным для Византии интересом к чужим культурам, сопоставимым с современным этнологическим подходом, византийские трактаты свидетельствуют о значительно более научном богословском проникновении в учение Корана. Русская летопись отражает облегченный вариант спора, как бы ориентированный не на специалистов-богословов, а на более широкую аудиторию.

Исследования последнего полувека вслед за известным историком русской церкви Е. Е. Голубинским подтвердили вероятность появления римской («латинской») миссии у восточных славян в достаточно ранний период²⁴. Поэтому и эта подробность летописного предания отражает историческую реальность. Но наиболее интересной и оригинальной чертой древнерусского рассказа является следующее за коротким описанием спора трех отвергнутых вер весьма подробное изложение речи грека-византийца, призванного Владимиром и рассказавшего ему о священной истории. Летопись продолжает, подытоживая состязание защитников каждой из четырех вер: «В год 6495. Созвал Владимир бояр своих и старцев градских и сказал: «Вот приходили ко мне болгары, говоря: прими закон наш. Затем приходили немцы и хвалили закон свой. За ними пришли евреи. После же всех пришли греки, браня все законы, а свой восхваляя и многое говорили,

рассказывая о начале мира, о бытии всего мира...»²⁵ По совету бояр и старцев Владимир посылает славных и умных мужей сравнить богослужение у мусульман, западной и восточной христианской церкви. Критерий для предпочтения последней оказывается чисто эстетическим: «И пришли мы в Греческую землю, и ввели нас туда, где служат они богу своему, и не знали — на небе или на земле мы: ибо нет на земле такого зрелища и красоты той, не знаем, как и рассказать об этом. Знаем мы только, что пребывает там бог с людьми, и служба их лучше, чем во всех других странах. Не можем мы забыть красоты той, ибо каждый человек, если вкусит сладкого, не возьмет потом горького; так и мы не можем уже здесь пребывать язычеством»²⁶.

В последнее время не раз обращалось внимание на этот эстетический аспект принятия византийского варианта христианства на Руси²⁷, культура которой вплоть до XIX в. и начала XX в. ориентировалась на спасающую мир красоту (если говорить словами Ф. М. Достоевского). С этим первоначальным импульсом, заложенным уже в раннем рассказе о принятии восточно-христианской (византийской) веры, связывают и исключительную роль зодчества, иконописи, церковной музыки для древнерусской культуры. В сфере письменного, книжного языка (во всяком случае, в Киеве) использовался главным образом церковнославянский язык (основанный на одном из южнославянских диалектов восточной группы), а не древнерусский, очень ограниченный в употреблении. На церковнославянском языке были написаны многочисленные тексты церковного содержания, составляющие наибольшую часть древнерусской письменной словесности. Кажется возможным предложить характеристику соотношения разных знаковых систем Древней Руси, исходя из того недавно примененного в семиотике и нейропсихологии разграничения двух механизмов культуры, при котором «левополушарный механизм нацелен на сознание и языковое общение, правополушарный — на уважение к интуитивному, инстинктивному, неслезанному...: это приводит к большей духовной сосредоточенности и замкнутости»²⁸. Не подлежит сомнению, что именно правополушар-

²⁵ Художественная проза Киевской Руси XI—XIII веков. С. 55.

²⁶ Там же. С. 56.

²⁷ См., напр.: Лихачев Д. С. Крещение Руси и государство Русь // Новый мир. 1988. № 6. С. 249—258.

²⁸ Маслов С. Ю. Асимметрия познавательных механизмов и ее следствия // Семиотика и информатика. Вып. 20. М., 1983. С. 26.

²³ Meyendorff J. The Byzantine Legacy in the Orthodox church. N. Y., 1982. P. 92.

²⁴ Taube de M. Rome et la Russie avant l'invasion des Tartars. P., 1947.

ный механизм преобладает в древнерусской культуре, пользующейся всем набором присутствующих ему знаковых систем (живопись, музыка, архитектура). В последнее время широко развернулось исследование духовных мировоззренческих основ иконописи (византийской и русской)²⁹. По-видимому, уже в Византии она становится одним из основных семиотических способов выражения того восприятия мира, которое и было притягательным в восточном христианстве. Эта сторона византийского наследия гораздо в большей мере, чем, скажем, византийское богословие, получила развитие в русской культуре. Вместе с тем, эстетический аспект восточного христианства не имел сколь-нибудь достойных соперников в тех других культурных традициях, которые могли существовать в это время на территории Восточной Европы. Поэтому именно здесь и происходит не усвоение элементов чужих культур, но постепенный переход от одного состояния культуры к ее же позднейшей стадии (о чем можно говорить по поводу описанных элементов языка, мифологии, обрядов), а весьма резкое скачкообразное развитие.

Своеобразие религиозной ситуации Руси времени Владимира заключалось еще и в том, что кроме четырех соперничавших религий в ту эпоху оставалось живучим и язычество. В объяснение актуальности для Киева X в. культа такого бога, как Перун, можно допустить, что на его почитании могло сказаться (типологически, а отчасти и генетически, если иметь в виду всю совокупность его атрибутов) сходное почитание бога-громовержца Тора теми древнескандинавскими воинами, которые входили в дружины киевского «кагана» (как на хазарский лад называли киевских князей той поры). Другие божества, входившие в пантеон Владимира, также могли быть связаны с различными этническими (например, иранскими) компонентами

многоязыкового и многоплеменного образования, каким тогда уже была Русь. Поэтому рассмотрение этнически пестрой картины древнерусского государства оказывается необходимым и для прояснения проблем, относящихся к истории религии.

В предложенном беглом рассмотрении затронуты лишь некоторые из вновь поставленных в последние годы вопросов, которые заставляют прийти к выводу, что с самого начала своего существования Русь представляла собой арену взаимодействия разных языков, этносов, культур, систем письма, религий, как это было в высшей степени характерно и для других социальных образований, формировавшихся во второй половине I тысячелетия н. э. в Восточной Европе. Предпочтение в ходе исторического развития одной из систем — восточного христианства — было связано с одновременным действием многих факторов, в том числе и политических (значение Византии как потенциально-го союзника).

Но если вернуться к предложенному в начале критерию выбора знакомых систем по отношению к их возможной помощи в формировании ноосферы, то в этом смысле принятие византийского христианства достаточно точно определяется в цитированном рассказе, где на первый план выдвинут эстетический момент. Именно он и позволяет говорить о начале совершенно нового этапа в истории культуры восточных славян, подготовившем достижения последующих столетий — не только древнерусскую иконопись, но и русскую музыку и русскую поэзию XIX и XX вв. В том же плане можно говорить и о дальних отзвуках эстетического по преимуществу направления в том течении русской философской мысли, которое основано В. С. Соловьевым и развито такими мыслителями начала века, как П. А. Флоренский и С. Н. Булгаков. Я намеренно привожу имена и направления, предельно удаленные от рассматриваемого времени: по ним виднее значимость начального импульса, продолжавшего действовать целое тысячелетие.

²⁹ Флоренский П. А. Собр. соч. I. Статьи по искусству. Париж, 1985; Sendler E. L'icône, image de l'invisible. P., 1981; Ouspensky L., Lossky V. The Meaning of Icons. N. Y., 1983.

Могли ли ПОЛУПРОВОДНИКИ участвовать В ЭВОЛЮЦИИ?

Академик А. А. Красновский
В. В. Никандров,
кандидат биологических наук
Институт биохимии им. А. Н. Баха АН СССР
Москва

МЫ ПОКА не знаем, как возникла жизнь и первичные организмы, способные к самовоспроизведению. Однако, вероятно, что в процессе химической эволюции и последующей биологической имели место различные варианты энергообеспечения и саморепликации. Велика вероятность того, что в этих процессах участвовали компоненты земной коры. Дж. Бернал высказал мысль о возможном участии глинистых минералов в предбиологическом синтезе и репликации макромолекул. Подобные взгляды были затем развиты А. Кейрнс-Смитом¹. В лаборатории фотобиохимии Института биохимии им. А. Н. Баха АН СССР при исследовании фотохимических свойств неорганических полупроводников получены результаты, позволяющие обосновать участие неорганических компонентов земной коры в преобразовании солнечной энергии в течении химической эволюции и на ранних стадиях биологической эволюции.

Показано, что обладающие свойствами полупроводников окислы титана (TiO_2), цинка (ZnO) и вольфрама (WO_3) под действием ближнего ультрафиолета (300—400 нм) способны к окислению воды, ведущему к образованию молекулярного кислорода и восстановлению акцепторов электрона — соединений окисного железа или бензохинона². Поглощение 100 квантов света частицами полупроводников приводило к образованию одной молекулы кислорода. Стехиометрические соотношения количеств восстановленного акцептора электрона, кис-

лорода и ионов водорода, образующихся в реакции, указывали на то, что кислород выделялся из молекул воды. Впоследствии это положение было доказано в опытах с использованием меченной по кислороду воды (H_2O^{18}).

Было установлено также, что окислы титана и цинка способны при освещении восстанавливать метилвиологен — соединение, имеющее окислительно-восстановительный потенциал, близкий потенциалу водородного электрода, а при наличии в водных суспензиях полупроводников органических доноров электронов (аминов, углеводов, спиртов и др.) — образовывать молекулярный водород³.

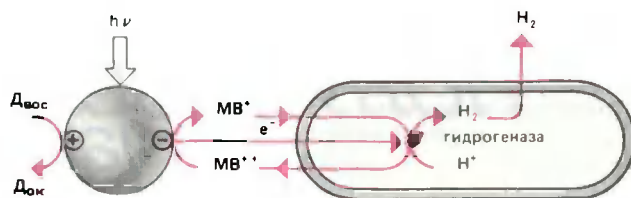
Способность окислов титана и цинка образовывать на свету кислород и водород объясняется тем, что эти полупроводники могут одновременно играть две роли: сенсibilизатора, поглощающего свет и переносящего электрон, и катализатора, на поверхности которого происходит стабилизация первичных активных фотопродуктов с последующим образованием устойчивых соединений. Фотокаталитические свойства неорганических полупроводников могут быть усилены введением катализаторов. Такими катализаторами могут служить как неорганические соединения — платина, окись рутения или марганца, так и биологические макромолекулы — ферменты. Так, введение бактериальной гидрогеназы, способной катализировать реакцию $2\text{H}^+ + 2e^- \rightarrow \text{H}_2$, в суспензию диоксида титана, содержащую органические доноры электронов, приводило к значительной активации выделения водо-

¹ Cairns-Smith A. G. Genetic Takeover and the Mineral Origins of Life. Cambridge. 1982.

² Красновский А. А., Брин Г. П. // Докл. АН СССР. 1962. Т. 147. С. 656—659; Krasnovsky A. A. // Origins of Life. 1974. Vol. 5. P. 397—404.

³ Никандров В. В., Брин Г. П., Красновский А. А. // Докл. АН СССР. 1981. Т. 256. С. 1249—1253.

Схема фотообразования водорода при сопряжении неорганического полупроводника с клетками кластридий. Слева — частица полупроводника, справа — клетка кластридий. MB^{++} — метилвиологен, $D_{вос}$ и $D_{окис}$ — восстановленный и окисленный доноры электрона соответственно.



рода. В условиях, способствующих адсорбции фермента на поверхности полупроводника, каждый десятый поглощенный квант света вызывал образование одной молекулы водорода⁴. Важно, что сенсibilизированное полупроводниками образование водорода и восстановление акцепторов электрона сопровождалось преобразованием энергии света в потенциальную химическую энергию.

Недавно показана возможность преобразования энергии света при сопряжении полупроводников с бактериальными клетками⁵. При освещении водных суспензий оксидов титана, цинка или сульфида кадмия, содержащих бактерии *Clostridium butyricum*, доноры электрона и метилвиологен, наблюдалось образование водорода. Реакция протекала в результате совместного действия полупроводников и бактерий: под действием света полупроводники окисляли доноры электронов и восстанавливали метилвиологен, который, благодаря способности проникать сквозь липидные мембраны, переносил электроны от частиц полупроводников к внутриклеточной гидрогеназе, катализирующей образование молекулярного водорода. В ряде случаев в суспензиях диоксида титана наблюдалось эффективное фотообразование водорода в отсутствие переносчика электронов, т. е. при прямом переносе электронов от полупроводника к ферменту, находящемуся внутри бактерий.

Результаты, полученные на модельных системах, позволяют высказать предположение, каким образом неорганические полупроводники могли участвовать в химической и биологической эволюции.

Образование кислорода и окисленных элементов земной коры обычно связывают с возникновением фотосинтеза или фотолизом молекул воды под действием ультрафиолетового излучения Солнца. Учитывая способность неорганических полупроводников к фотоокислению воды, можно предположить, что некоторое количество кисло-

рода могло образоваться при их участии еще до возникновения фотосинтеза.

Согласно гипотезе А. И. Опарина первичные клетки-пробионты и ранние организмы были гетеротрофами, использующими абиогенно образованное органическое вещество. Эта гипотеза допускает наличие в эволюции такого периода, когда истощение «запасов» органических соединений поставило живые существа на грань исчезновения и потребовало использования дополнительных, альтернативных источников энергии: солнечного излучения, восстановленных неорганических соединений и др. На этой «критической стадии развития жизни» (по Э. Брода), когда фотосинтезирующие организмы еще не появились, неорганические полупроводники, способные преобразовывать энергию света в химическую, могли поддерживать примитивный метаболизм пробионтов и первичных микроорганизмов. Как показывают опыты по сопряжению двуокиси титана с бактериями, неорганические полупроводники могли обеспечить первичные микроорганизмы активными восстановителями (электронами), генерируемыми при освещении на поверхности полупроводника, и способными непосредственно проникать внутрь бактериальной клетки или с помощью переносчика электронов.

Среди метанобразующих бактерий имеются виды, использующие в качестве единственного источника углерода углекислый газ, а в качестве единственного источника энергии молекулярный водород. Эти бактерии, как известно, относятся к архебактериям, и их «предки», растущие на водороде, существовали, по-видимому, на ранних стадиях биологической эволюции. Поставщиками водорода для таких организмов могли быть неорганические полупроводники, осуществляющие на свету выделение водорода из воды и других соединений.

Эволюционным вариантом перехода от гетеротрофного способа существования к автотрофному могло быть появление организмов, содержащих неорганические фотокатализаторы. И хотя ни у одного из ныне существующих типов организмов неоргани-

⁴ Никандров В. В., Шлык М. А., Зорин Н. А., Гоготов И. Н., Красновский А. А. // Докл. АН СССР. 1988. Т. 300. С. 990—994.

⁵ Krasnovsky A. A., Nikandrov V. V. // FEBS Letters. 1987. Vol. 219. P. 93—96.

ческие полупроводники не включены в систему обмена веществ, нельзя исключить возможность такого варианта эволюции (учитывая экспериментальные данные о способности некоторых коллоидных неорганических полупроводников связываться с липидными мембранами). Вероятно, появление организмов, осуществляющих фотосинтез с помощью неорганических фотокатализаторов явилось тупиковой ветвью эволюции. Неорганические полупроводники не выдержали конкуренции с порфиринами, включение которых в метаболизм первичных гетеротрофных организмов привело к современному фотосинтезу.

Таким образом, экспериментальные данные по моделированию первичных процессов эволюции позволяют представить различные варианты включения неорганических полупроводников — компонентов

земной коры в энергообеспечение химической и биологической эволюции. Действительно ли неорганические компоненты земной коры энергетически «поддерживали» эволюцию? Ответить на этот вопрос однозначно лишь на основании модельных экспериментов сейчас невозможно. Однако дополнительные доказательства можно, по-видимому, найти в природе. Интересно в этом отношении сообщение о том, что пески пустынь, содержащие диоксид титана, под действием солнечного света катализировать образование аммиака из атмосферного азота⁶. Вероятно, со временем появятся и другие свидетельства участия неорганических компонентов земной коры в преобразовании солнечной энергии на Земле.

⁶ Schrauzer G. N. // Chem. Eng. News. 1978. Vol. 56. P. 7.

НОВОСТИ НАУКИ

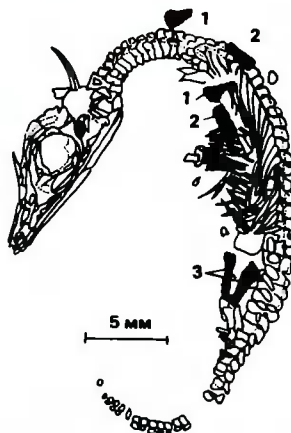
Палеонтология

Эмбрион ископаемого ящера

Целые скелеты ископаемых рептилий встречаются довольно редко, тем более интересна находка в Южных Альпах остатков полностью сформированного эмбриона длиной 51 мм и молодой особи среднетриасового нотозавра (*Neusticosaurus* sp.). Возраст находки оценивается в 230 млн лет.

П. М. Зандер (P. M. Sander; Музей Палеонтологического института при Цюрихском университете, Швейцария) сравнил найденные скелеты ископаемого эмбриона и молодой особи со скелетами взрослых рептилий, обнаруженных ранее и имевших длину от 23 до 37 см (всего было исследовано 97 ископаемых особей). Впервые удалось проследить морфогенез у ископаемых ящеров и онтогенетические изменения общего строения, отдельных костей и элементов скелета.

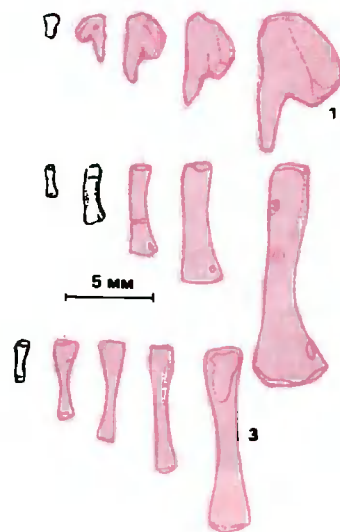
Длина ископаемого эмбриона составила всего лишь 22 % от размера взрослой



Скелет ископаемого нотозавра и изменение морфологии некоторых его костей в онтогенезе [1 — лопатка, 2 — плечевая кость, 3 — бедренная кость].

особи, тогда как у современных рептилий эта величина составляет 30 %. В целом же ход онтогенеза ископаемых и современных рептилий (изученный, естественно, на базе скелета) весьма схож.

Находка подтверждает гипотезу ряда палеонтологов о том, что уже среди триасовых пресмыкающихся были не толь-



ко яйцекладущие, но и живородящие формы. Это заметно расширяет наши познания о животном мире далекого прошлого и позволяет восстановить более полную картину его эволюции.

Science. 1988. Vol. 239. Part 1. P. 780—783 (США).



ЗАПОВЕДНИК В СЕВЕРНОЙ ОСЕТИИ

Ю. Е. Комаров
К. П. Попов,
кандидат биологических наук
Северо-Осетинский государственный
заповедник
Алагир



Северо-Осетинская АССР. Основная территория Северо-Осетинского заповедника находится на Иокском хребте, а небольшая часть — на Скалистом и Пастбищном хребтах.

МНОГИЕ из тех, кто особенно ценит глубину научных исследований, видимо, не сочтут за необходимость прочесть статью о заповеднике. И их можно понять: природоохранное дело кажется тривиальным — были бы ограждены владения и из них ничто не исчезнет. Мы не беремся здесь переубеждать и доказывать обратное, мы хотим лишь напомнить, что в наш беспощадный технократический век

природа катастрофически меняется, перестает быть природой. Чтобы жить в естественных, а не в противоестественных условиях, ее нужно сохранить. А чтобы понять и прочувствовать эту необходимость, надо знать чего мы можем лишиться. Эту цель — знакомство с одним из многих заповедников нашей страны, сохранивших пока свой природный облик, мы и ставим перед собой.



Куртанское ущелье со средневековыми башнями.

КОНТРАСТЫ ГОР

Глубокие ущелья с бурными реками, котловины со степной растительностью, покрытые вечными снегами гребни хребтов и множество ледников — такова горная часть Северной Осетии. Разнообразие флоры и фауны со многими эндемичными и реликтовыми видами в верховьях

рек Ардон и Цейдон, наличие древних языческих святилищ, содержащих палеозоологический материал, памятников средневековья стали причиной для организации здесь заповедника. В конце 40-х годов предполагалось создать заповедник в Цейской долине, но учрежден был лишь заказник «Цейский» и то только в 1958 г., а рождение заповедника задержалось на 20 лет. Наконец, в сентябре 1967 г. был



Небольшой водопад в ущелье Арнаджиком.

создан Северо-Осетинский заповедник. Его владения раскинулись в верховьях рек Ардон и Фиагдон, заповедная зона занимает 29 тыс. га, а охранный, выполняющая буферную роль, — около 42 тыс. га. Основная часть территории заповедника находится на Боковом хребте, небольшая площадь (3 тыс. га) — на Скалистом и Пастбищном.

Центр заповедной территории — это Тепли-Архонский и Адайхохский горные массивы, разделенные живописным Касарским ущельем, по дну которого течет бурная Ардон. Главные вершины — Теплихох (4425 м), Уилпата (4646 м) и др., а также гребни хребтов покрыты вечным снегом и льдом, снегом заполнены лавинные лотки и кары на склонах. В долинах рек видны следы древних ледников — валы из рыхлых каменных обломков, скоплений и отдельных исполинских валунов.

Из-под обширных фирновых полей вытекают горные реки и ручьи, от них же сползают около 70 ледников. Самый крупный из них — Цейский. Это ледовое поле площадью около 9,6 км² при длине 8,6 км имеет массу глубоких трещин, в двух местах оно образует 150- и 300-метровые ледопавы из глыб в виде колонн, пирамид, ступеней. Этот ледник, отступающий со скоростью 12,5 м в год, — один из мощных очагов современного оледенения Северной Осетии. Есть в заповеднике и дру-

гие ледники поменьше Цейского, много совсем небольших — каровых и висячих — в ущельях Архонском, Цазиу, Вильса и др.

В ледниковых цирках имеется несколько небольших озер, из-под ледников берут начало более 60 рек и ручьев с многочисленными водопадами, которые летом низвергаются с отвесных скал серебряными потоками, а зимой превращаются в громадные ледяные сосульки бирюзового цвета. Один из красивейших — 160-метровый водопад в ущелье Арнаджиком.

На Скалистом хребте ярко выражены карстовые явления — здесь много воронок, каньонов, пещер и гротов. В массиве Кариухо находится крупнейшая в республике Шуби-Ныхасская пещера длиной 1200 м. Причудливые сталактиты и сталагмиты украшают ее коридоры и залы, в ней много кальцитовых натечек в виде пагод и занавесей.

Контрасты рельефа создают пестроту климатических и погодных условий на территории заповедника. Засушливую Унальскую котловину, где не бывает больше 375 мм осадков в год, окружают Скалистый и Боковой хребты, на которых осадков выпадает до 1000 мм и более. В общем же климат умеренно-континентальный, однако явно выделяются три климатических района: низогорный (до 1000 м над ур. м.), среднегорный (1000—2000 м) и высокогорный (более 2000 м). В нижнем поясе среднегодовая температура составляет 9° С, теплый период длится 8,5 месяцев, выпадает до 1000 мм осадков в год. В среднем поясе — котловинах, которые недаром называют солнечными долинами, климат уже холоднее и суше: среднегодовая температура колеблется от 4,3 до 7,7° С, количество осадков не превышает 600 мм в год, но с высотой оно увеличивается и в высокогорье уже выпадает более 900 мм, а теплое время года сокращается до 3 месяцев. Даже летом здесь бывают заморозки и снегопады, а склоны хребтов пестрят мозаикой снежников. В сентябре снежная пелена вновь покрывает скалы.

Из-за разности температур в высокогорье и долинах возникают нисходящие и горно-долинные ветры, а на хребтах — бризы. Зимой часты фены — теплые ветры, дующие с Главного Кавказского водораздела от нескольких часов до 15 дней. Тогда температура быстро повышается, стремительно падает влажность воздуха (до 15 %). Сила этих ветров иногда бывает ураганной, в лесах валяются деревья. Фены случаются и весной. Наступившее потепление оживляет природу: отрастают тра-

вы, появляются насекомые, из зимовки выходят лягушки. Нередко ночная температура поднимается настолько, что даже в это время суток тают ледники. В отдельные годы, например в 1978, южные ветры приносят пыль с Аравийских пустынь, которая покрывает ледники и фирновые поля желтым налетом. После недолгого потепления обычно наступает пасмурная и холодная погода с дождями и снегопадами.

Резкое потепление вызывает массовый сход снежных лавин (на территории заповедника отмечено 192 очага их образования). Сила удара некоторых лавин достигает 120 т/м^2 поверхности, на лесных склонах многих ущелий остаются лавинные прочесы: пригнутые к земле березы, сломанные или вырванные с корнями сосны, принесенные многотонные валуны. В лавинах часто гибнут туры и серны. Принесенные лавинами камни, стволы с причудливо переплетенными корнями скапливаются у подножий. Мощные лавины не тают до июля, задерживая развитие растительности, и поэтому в разгар лета возле них цветут ранние весенние растения — нежно-голубая пролеска сибирская (*Scilla sibirica*), крохотная ветреница кавказская (*Anemone caucasica*) и др.

Случаются и другие грозные явления: землетрясения, крупные каменные обвалы, катастрофические снегопады. В 1987 г., например, глубина снега в Мамисонском и Адайкомском ущельях достигала 3—5 м, что вызвало сход гигантских лавин. Бывают также ливневые дожди, которые нередко вызывают сели. Некоторые грязевые потоки достигают колоссальных размеров; целые горы грязи и камней, объемом в сотни тысяч кубических метров обрушились из Касарского ущелья в том же 1987 г. в долину р. Ардон и перекрыли ее. Иногда можно наблюдать и необычные явления вроде зимней радуги и грозы или «Броккенского призрака» — отражения горных хребтов на близких облаках.

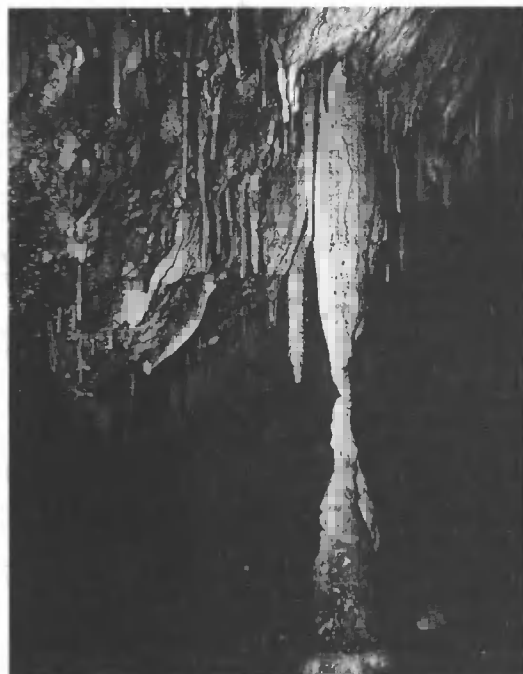
ОТ СТЕПЕЙ ДО ТУНДРЫ

Пестротой ландшафтов, климатических и погодных условий обусловлено богатство и разнообразие растительного мира в заповеднике. Только цветковых растений насчитывается больше 1500 видов, из которых 15 внесены в «Красную книгу СССР», 27 % составляют эндемичные и реликтовые ра-

стения. Среди них изящные колокольчики: цейский (*Campanula zeyensis*), холодолюбивый (*C. kryophila*) и ардонский (*C. ardonensis*), — растущие на гранитных скалах узкоареальные эндемики Центрального Кавказа, а также встречающаяся только в верховьях Ардона роза зарамагская (*Rosa zaramagensis*). Из реликтов третичного периода растет бук восточный (*Fagus orientalis*) — главная лесообразующая порода Северной Осетии; тис ягодный (*Taxus baccata*), отдельные деревья и рощи которого можно увидеть на известняковых хребтах; высокорослая кавказская черника (*Vaccinium arctostaphyeeos*), образующая вместе с азалией (*Rhododendron luteum*) труднопроходимые заросли на гребнях Лесистого хребта. Во флоре много лекарственных, медоносных, кормовых и декоративных растений.

В заповеднике и его охранный зоне были впервые найдены и описаны несколько видов растений: из района Мамисонского перевала — смолевка Марковича (*Silene marcowiczii*), растущая рыхлыми дернинками на каменистых местах; миниатюрная камнеломка Кузнецова (*Saxifraga kuznezoviana*) — обитательница альпийского пояса; обычное растение речных каменистых долин — мак горолюбивый (*Papaver oreophilum*);

Сталактиты и сталагмиты в Шуби-Ныхасской пещере.





Молодило кавказское — обычное скальное растение.



Дифелия — одно из растений-паразитов, внесенное в список редких видов МСОП.



Эндемик Центрального Кавказа,
вид из «Красной книги СССР» —
колокольчик ардонский.

Эндемик Центрального Кавказа
крупка осетинская растет в высоко-
горье в виде плотных подушек.

молодило осетинское (*Sempervivum ossetinse*) — растение с мясистыми листьями и соцветием из нежно-розовых цветков. Места обитания этих растений особо охраняются.

Третью часть территории заповедника (6 тыс. га) на высотах от 800 до 2600 м над ур. м. занимают леса. В хвойных лесах преобладает сосна Коха (*Pinus kochiana*), в лиственных — березы: Литвинова (*Betula litwinowii*) и красностовольная береза Радде (*B. raddeana*) — эндемик Центрального и Восточного Кавказа, вид из «Красной книги СССР».

Сосновыми лесами покрыты гранитные утесы Касарского ущелья и пологие склоны Цейского хребта. Величественные деревья увешаны седыми прядями лишайников, покоятся поросшие мхами громадные валуны. Темнохвойных пород — ели восточной (*Picea orientalis*) и пихты кавказской (*Abies nordmanniana*), обычных на Западном Кавказе, у нас считанные единицы.

Основные массивы березовых лесов — в Цейском, Адайкомском, Куртатинском ущельях. В среднегорье эти леса напоминают березняки Средней России, а на верхней границе распространения (2400—2700 м) — это настоящее криволесье, в котором вместе с березой растет рябина. Частые здесь снежные лавины пригибают деревца к земле, забивают крону спрессованным снегом. В субальпийских березняках и выше, вплоть до альпийского пояса, образует заросли вечнозеленый рододендрон кавказский (*Rhododendron caucasicum*). В конце мая, когда в высокогорьях еще лежит снег и едва пробивается листва на березах, кусты рододендрона покрываются крупными кремово-белыми цветами. На фоне темно-зеленых кожистых листьев они особенно красивы, поэтому и называют растение альпийской розой. Мощные толщи снега спасают кустарник от морозов, но в местах, где снег сдувается ветром, он часто обмерзает.

Есть в заповеднике и широколиственные леса — кленовые, буковые, дубовые, растущие на небольших участках; узкими полосами по террасам рек и галечникам тянутся ольшанники. Лишь некоторые хребты — Лесистый, Пастбищный и северные склоны Скалистого — покрыты широколиственными лесами. Буковые леса не поднимаются в горы выше 800 м. Напоминающие гигантские серые колонны, стволы буков увенчаны густыми кронами, смыкающимися в плотный шатер, поэтому и царит здесь летом сумрак. Но ранней весной, когда бук еще стоит без листьев, в лесу светло и красочно: цветут хохлатка

(*Corydalis caucasica*), подснежник (*Galantus lagodechianus*), непривычно ярко после зимы зеленеет медвежий лук (*Allium ursinum*).

В тенистых буковых лесах рядом с северными видами — кислицей (*Oxalis acetosella*), гудайерой (*Goodyera repens*) — растут представители колхидской флоры или южных широколиственных лесов — толстолистка крупнолистная (*Pachyphragma macrophyllum*), листовник сколопендровый (*Phyllitis scolopendrium*). На полянах почву покрывают заросли ежевики, которой зимой кормятся копытные.

В субальпийском поясе (1900—2300 м) большие площади заняты сообществами, в которых крупными куртинами растет овсяница Воронова (*Festuca woronowii*). По лавинным лоткам пышно развивается высокотравье, непролазная чащей разрастаются борщевики с огромными листьями и зонтиками соцветий до 70 см в диаметре, трехметровый дудник (*Angelica tritiana*) и другие растения. Неповторимы по красоте субальпийские луга весной: ярко-желтый прострел албанский (*Pulsatilla alba*), светящиеся голубые куртинки горечавки (*Gentiana angulosa*), светло-сиреневая скабиоза (*Scabiosa caucasica*) напоминают узоры персидского ковра. В июне луга становятся бело-розовыми: цветет ветреница пучковатая (*Anemonastrum fasciculatum*) и горец (*Polygonum carneum*) с похожими на раковые шейки соцветиями.

Низкотравные луга альпийского пояса образованы злаками и осоками. Покров из мхов и лишайников, среди которых встречаются карликовые ивы, напоминает тундру. Сходство усиливают такие северные виды, как водяника, брусника. У тающих снежников цветут первоцвет холодный (*Primula algida*), чьи фиолетовые соцветия ярко выделяются на фоне снега, и шафран долинный (*Crocus vallicola*) — характерный вид приледниковой флоры. Скалы и осыпи издали кажутся безжизненными, но при рассмотрении замечаешь темно-синие кисти цветков живокости (*Delphinium caucasicum*), а в трещинах — крохотный скальный папоротник — вудсию альпийскую (*Woodsia alpina*). Местами на скалах попадаются на глаза крупка моховидная (*Draba bryoides*) и редкая камнеломка колончатая (*Saxifraga colum-naris*) — оба вида из «Красной книги СССР».

Суровый климат высокогорья наложил отпечаток на облик альпийских растений. Поражает их удивительная компактность, миниатюрность и непропорционально крупные цветки. Здесь преобладают многолет-



Стадо самцов дагестанского тура.

ние виды, образующие розетки или подушки.

Выше 3200 м — в царстве скал, осыпей, снега и льда — развиты лишайниковые пустоши. Накипные и корковые лишайники окрашивают скалы и валуны в зеленый, оранжевый, серый и даже черный цвета. Пустоши — уникальные зимние пастбища дагестанского тура. Мир ледников тоже лишь на первый взгляд кажется мертвым. На поверхностных моренах цветут мелкие растения, на снегу иногда заметны красные пятна микроскопической водоросли хламидомонады. Через ледники проходят кочевые тропы туров, а над ледниками пролетают птицы и насекомые.

МИР ЖИВОТНЫХ

Естественно, что в столь разнообразных природных условиях богат животный мир: 42 вида млекопитающих, 167 — птиц, 11 — амфибий и рептилий, более 2000 — беспозвоночных (1000 видов жесткокрылых, 115 — дневных бабочек, 128 — совок, 80 — коллембол, или ногохвосток, мелких почвенных беспозвоночных). Лишь рыбой беден наш заповедник: в реках живет единственный вид — ручьевая форель.

Среди жесткокрылых, или жуков, обычные жужелицы и пластинчатоусые. В нача-

ле лета появляется множество дневных бабочек. Особенно красивы парусники — махаон (*Papilio machaon*), аполлон (*Parnassius apollo*) и падалирий (*Iphiclidides padaliarius*) — все три стали редкими не только у нас, а по всему ареалу и занесены в «Красную книгу СССР». На лесных полянах и субальпийских лугах кормятся на соцветиях борщевиков многие виды бабочек, среди которых — репейница, известная склонностью к дальним перелетам. На влажной почве в сырых местах любят посидеть голубянки, собравшись иногда до 100 особей. Из ночных бабочек самая интересная — бражник мертвая голова. Всего два раза за годы существования заповедника энтомологам удалось увидеть этого редчайшего бражника.

По сухим склонам Зарамагской котловины встречается степная гадюка (*Vipera ursini*), а на каменных осыпях — кавказская ящерица (*Lacerta caucasica*). Все ручьи и лужи от долин до субальпийского пояса заселены малоазиатской лягушкой (*Rana tascognensis*), в широколиственных лесах с конца апреля раздаются брачные крики ярко-зеленой квакши (*Hyla arborea*). Ее оглушительные концерты слышны днем и ночью. Квакшу часто зовут древесной лягушкой за способность лазать по деревьям и кустарникам — на кончиках пальцев у нее есть небольшие подушечки-присоски, которые и удерживают ее на вертикальных стволах.



Редчайшая бабочка мертвая голова.



Кавказский тетерев на токовище.



Скромно одетая самка большой чечевы — вида, типичного для при-
лединовых районов заповедника.

Стервятник — вид из «Красной кни-
ги РСФСР» — гнездится на склонах
гор.

В нашем заповеднике можно встретить птиц из самых разных зоогеографических районов: здесь есть представители тибетской, монгольской, сибирской, средиземноморской и европейской фаун. Встречаются и эндемики Кавказа — тетерев (*Lyrurus mlokosiewiczii*) и улар (*Tetrao gallus caucasicus*). Многие птицы образовали особые кавказские подвиды. Это, например, кавказская оляпка (*Cinclus c. caucasicus*) и кавказская зарянка (*Erithacus rubecula caucasicus*). Рядом с бурными реками живут горная трясогузка, кулик-перевозчик и оляпка, устраивающая свои шарообразные гнезда, массой до килограмма, на нависающих над потоком скалах или камнях. Эта удивительная птица добывает корм не в воздухе или на земле, а под водой: разыскивая насекомых, она ныряет и, цепляясь ноготками за неровности дна, бежит против течения. У нас она дважды за лето выводит птенцов.

Летом сосняки полны птичьего гомона — поют зяблики, чижи, лесные коньки, синицы. Мелодичную песню зарянки здесь услышишь редко, но в буковых лесах эта птица многочисленна, как крапивник, черный дрозд и кавказская мухоловка-белошейка.

Скальные выходы в сосняках Касарского ущелья привлекают на гнездование единственную у нас пару бородача (*Gypaetus barbatus*): у птиц 4 гнезда, которые они используют поочередно. Кстати, в одном гнезде найден вид блохи (*Callopsylla hypaetina*), хозяином которой является только бородач (это всего третья находка в мире). Если бородач в основном питается падалью, то в беркуте (*Aquila chrysaetos*) все приспособлено для активной охоты — мощные лапы, сильный крючковатый клюв, необычайно зоркое зрение. Птицы охотятся на уларов, тетеревов, легко справляются с зайцами-русаками и молодняком копытных. В 1985 г. в урочище Сидан на гнездовании впервые встречен кавказский сапсан, пара которого заняла старое гнездо воронов в скальной нише и благополучно выкормила двух птенцов. Все три вида — из «Красной книги СССР».

В березняках и субальпийских криволесях с зарослями рододендрона с мая слышны песни пеночки Лоренца (*Phylloscopus lorenzii*), белозобого дрозда (*Turdus torquatus*) — птицы с очень эффектным обликом: черным оперением тела, белоснежным зобом и белыми зеркальцами на крыльях.

В развилках берез устраивает гнезда перепелятник, а под сплетенными ветками

рододендрона — кавказский тетерев (саукарк — черная курица — называют его в Осетии) в атласно-черном оперении, с красными бровями, белым пятном на сгибе крыла и загнутыми вниз косицами хвоста. В конце апреля тетерева собираются на токовищах, как правило на открытых склонах выше леса, реже — на лесных полянах. На рассвете начинаются игры. Токует самец молча, в отличие от своего равнинного собрата, совершая полуметровые взлеты, разворачиваясь в воздухе на 180° С и громко хлопая крыльями. На территории заповедника это обычный вид.

Можжевельниковые стланики — место обитания красношапочных выюрков (*Serinus pusillus*) — небольших очень подвижных птиц с интересной особенностью: гнезда они располагают рядом с водными источниками. В кустах гнездится самый массовый вид — горная овсянка (*Emberiza cia*).

На лугах Зарамагской котловины живет замечательный певец — пестрый каменный дрозд (*Monticola saxatilis*), под кустиками астрагала устраивает гнезда кеклик (*Alectoris chucar*). Орнитологи подметили интересную биологическую особенность вида: самка откладывает яйца в два гнезда, одну кладку насиживает сама, другую — самец. Этим кеклики поддерживают достаточно высокую численность.

Многие птицы облюбовали заброшенные селения и в летнюю пору устраивают гнезда в щелях и нишах полуразрушенных домов, на опорах мостов. Зимой в снегопады сюда спускаются громадные (до 500 птиц) стаи кавказского рогатого жаворонка.

Субальпийские луга трудно представить без горного конька (*Anthus spinolletta*); то здесь, то там взлетают с немудреной песней токующие самцы, оживляя высокогорный пейзаж. В альпийском поясе и выше оседло живут улар, альпийская завирушка. Краснокрылый стенолаз (*Tichodroma muraria*) осень и зиму проводит в предгорных поселках, где добывает корм на стенках зданий, а ранней весной поднимается в высокогорье. На каменных осыпях у ледников можно встретить карминно-красных больших чечевиц (*Carpodacus rubicilla*), которые даже в сильные снегопады не спускаются в долины. Здесь же и одна из красивейших птиц СССР — краснотелая горихвостка (*Phoenicurus erythrogaster*). Зимой она стайками собирается в долинах рек и кормится в зарослях облилихи ее плодами. В ущельях останавливаются на пролете многие пернатые.

Обитатель горных местностей — дагестанский тур (*Capra cylindricornis*) — в на-

шем заповеднике обычен, здесь его около 1500 тыс. голов. Летом животные пасутся в альпийском поясе, а зимой спускаются в сосновые леса. В октябре-ноябре, когда идет гон, в смешанных стадах можно насчитать до 120 зверей, остальное время взрослые самцы предпочитают держаться отдельно от самок — по 20—25 особей. Численность серны (*Rupicapra rupicapra*) невелика: 100—120 голов. Стройная, небольшая, с тонкими крючкообразными рогами, она живет стадами по 5—16 животных на скалистых лесных участках, весной выходит на субальпийские луга. Как редкий вид занесена в «Красную книгу Северной Осетии».

Лесной пояс — место обитания хищных млекопитающих: куниц — лесной и каменной; рыси, которая охотится не только на уларов, тетеревов, но и на молодняк тура. Здесь же можно повстречать небольшого грызуна — немного похожую на белку соню-полчка (*Glis glis*) — единственного представителя вида и рода одновременно.

В высокогорье среди каменных осыпей живет горностай (*Mustela erminea*), который долгое время не числился в списках фауны Центрального Кавказа.

В Бадском ущелье обитает редчайший подвид выдры — кавказская (*Lutra lutra meridionalis*), заходит она и в реки Зарамагской котловины.

Где есть пещеры, их обычно населяют летучие мыши. Так и у нас. В Шуби-Ныхасской пещере зимуют до 1,5 тыс. особей остроухой ночницы (*Myotis blythi*), малый (*Rhinolophus hipposideros*) и большой подковоносы (*R. ferrumequinum*), в высокогорных селениях размножается серый ушан (*Plecotus austriacus*).

Многочисленным видом сосновых лесов стала алтайская белка, чуждый для нашей фауны вид, акклиматизированный в 1954 г. и размножившийся.

На территории Цейского заказника, который в 1981 г. был подчинен заповеднику, живет вольное стадо беловежско-кавказских зубров. Эти животные — гибридная форма двух подвидов: равнинного (*Bison bonasus bonasus*) и кавказского (*B. b. caucasicus*). Они завезены сюда в 1964 г. из питомника зубров Приокско-Террасного заповедника. Сейчас численность их выросла до 200 голов, а плотность — до 13 на 1000 га, что намного превышает кормовую емкость

угодий. Зубры стали уничтожать подрост, повреждать тисовые рощи, возникла конкуренция за корм с косулей и кабаном. Зубр — исконный обитатель горных лесов Северного Кавказа — был полностью уничтожен к концу 20-х годов. Сейчас он возвращен природе, но поскольку обитает на ограниченной территории (большая часть прежнего ареала освоена), его численность требует постоянного регулирования, может быть, избыточное количество животных следует переселять на соседние охраняемые территории.

На территории, занимаемой ныне заповедником, проводили исследования многие видные натуралисты: геологи Г. Б. Абих и В. А. Обручев, почвовед В. В. Докучаев, гляциологи Х. Я. Закиев и П. Д. Панов, ботаники А. Н. Краснов, В. В. Маркович и Н. И. Вавилов, зоологи Н. Я. Динник, Л. Б. Беме и Н. К. Верещагин и многие другие.

И сейчас, с 1976 г., когда был создан научный отдел, в заповеднике ведется изучение разных сторон и объектов растительного и животного мира: флоры и растительности, фитогеографии, редких сообществ растений; фауны птиц, биологии их размножения, сроков миграции, поведения; экологии и этологии дагестанского тура, крупных хищников и куниц, рукокрылых и грызунов; ряд работ посвящен зубру; продолжается инвентаризация насекомых, коллембол и наземных моллюсков; исследуется влияние антропогенных факторов на природные комплексы заповедника.

Заповедник сотрудничает с несколькими научно-исследовательскими учреждениями страны, многие вузы присылают на практику своих студентов.

И, конечно, неустанно ведется просветительская работа с населением и туристами, которую мы считаем одной из самых важных сторон своей деятельности. Ведь заповедник — не огражденная от внешнего мира территория, через нее проходит Транскавказская автомагистраль, с каждым годом расширяется хозяйственное освоение гор. Любой житель или турист должен знать природу края, понимать свою ответственность за нее.

В карстовых горах Южного Китая

В.П. Федорчук



Виктор Парфентьевич Федорчук, доктор геолого-минералогических наук, профессор, главный научный сотрудник Всесоюзного научно-исследовательского института экономики минерального сырья и геологоразведочных работ Министерства геологии СССР и АН СССР. Специалист в области прогнозирования, методики разведки и геолого-экономической оценки полезных ископаемых.

КОГДА путешествуешь по горным дорогам Южного Китая (мне в разные годы пришлось проехать по ним не менее 25 тыс. км), окружающий ландшафт, особенно в дождливую зимнюю пору, напоминает уже казалось бы виденные изящные пейзажи старых китайских мастеров. Растворяющиеся в туманной дымке очертания островершинных гор и глубоких ущелий; выступы крутых обрывов, покрытые цепляющимися за камни деревьями и кустарниками; реки, бегущие у подножий гор, — таков внешний облик этого района. А если прибавить к этому глубокие впадины — воронки, отдельно стоящие каменные столбы и даже целые их «леса», потоки воды, исчезающие на глазах в подземных пещерах, — станет ясно, что речь идет о карстовом рельефе.

Карстовыми называют явления и процессы в горных породах, растворяемых природными водами. Среди них не последнюю роль играют и те, что приводят к возникновению рудных залежей, поисками и оценкой которых я занимался вместе с китайскими коллегами почти два года, впервые попав в Южный Китай в 1957 г. И вот спустя почти 30 лет — в 1985 и 1987 гг. мне посчастливилось еще дважды побывать в новых и давно знакомых местах этого региона. И хотя срок моего пребывания в Китае в эти годы был небольшим, удалось заметить разительные перемены не только в жизни людей, но и в использовании ресурсов, ландшафтов и природных памятников.

В конце 50-х годов мы вели геолого-поисковые работы на высоком Сычуань-Гуйчжоу-Юньнаньском плато (его границы вместе с некоторыми географическими объектами, упоминаемыми в этих заметках, показаны на схеме). Плато относится к Южно-Китайской платформе — древнему геологическому образованию, имеющему двухъярусное строение. Нижний ярус сложен докембрийскими метаморфизованными породами, преимущественно гнейсами, а верхний — почти горизонтально лежащими толщами осадочных карбонатных пород, в основном легкорастворимыми известняками и доломитами разного возраста — от докембрия до мезозоя. В совокупности с особенностями



Карстовый рельеф в окрестностях Гуйлиня.

местного климата — обильными муссонными дождями — это обусловило неповторимость здешних ландшафтов.

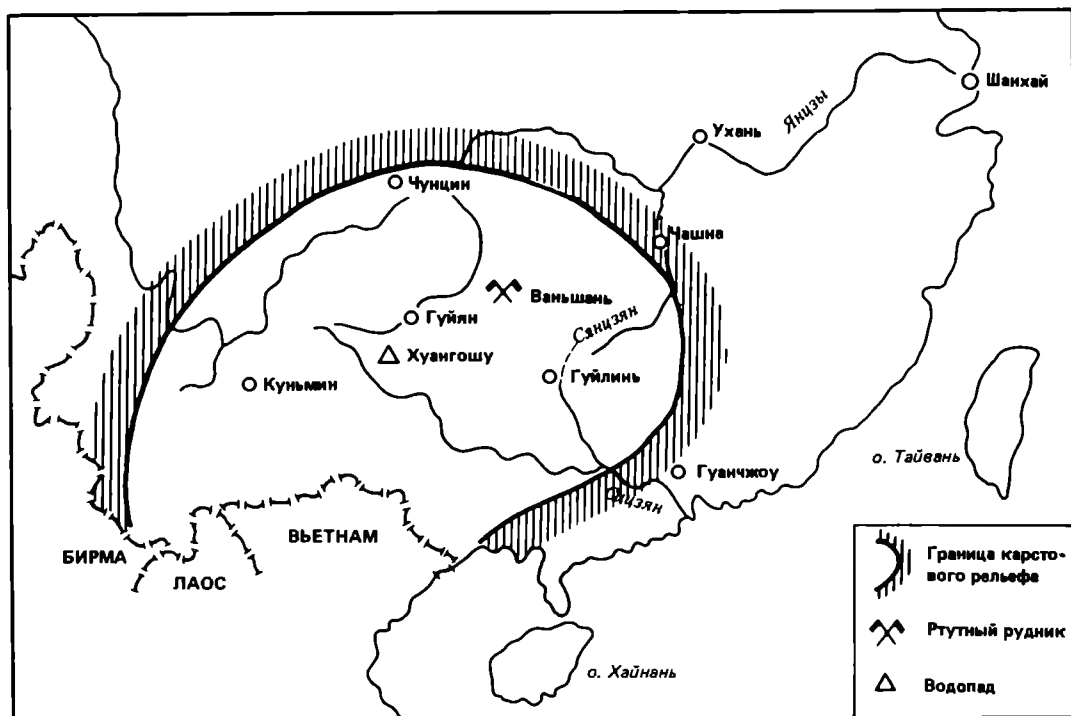
В популярных изданиях, посвященных описанию экзотических форм рельефа, нередко упоминается куньминский «каменный лес» — скопление столбообразных останцов карбонатных пород, располагающихся вблизи Куньмина — центра самой южной в КНР провинции Юньнань, прозванного за благодатный климат городом вечной весны. Менее известны столь же, пожалуй, эффектные формы карстового рельефа в городах Гуйян и Гуйлинь и их окрестностях.

Между Гуйяном и Гуйлинем — около 350 км по прямой. «Гуй» означает цветок, и действительно, цветов в обоих городах множество даже зимой: ведь оба они располагаются в зоне субтропиков. Гуйян отличается более дождливой и туманной погодой — здесь, по древнему присловью, никогда не бывает трех солнечных дней подряд. Сказывается большая, чем в Гуйлине, высота. Гуйлинь же в климатическом отношении расположен более удачно. «Родиться ты можешь где угодно, — говорит другая древняя китайская поговорка, — но жить все же лучше перебраться в Гуйлинь». Мой путь от Гуйяна до Гуйлиня занял четверть века.

В Гуйяне, центре провинции Гуйчжоу, в 50-х годах мне приходилось бывать, а до

Гуйлиня я в то время так и не добрался, хотя в одном из маршрутов был от него в каких-нибудь 40 км. Мои спутники тогда рассказывали об этом городе как об одном из красивейших в Китае. А в 1985 г. я смог в этом удостовериться, побывав в Гуйлине в составе делегации советских геологов, посетивших Китай по приглашению Министерства геологии и минеральных ресурсов. Первым пунктом нашего ознакомительного маршрута и был этот город, который недаром называют столицей карстового края. Гуйлинь представляет собой удивительное зрелище — островершинные горы как бы обтекаются городскими постройками. А в чистом виде типичный карстовый гуйлиньский рельеф мы увидели, совершив путешествие по р. Лиджан, протекающей в 40 км от города. В обрывистом ущелье реки мимо нас, сменяя друг друга, проплывали причудливые останцы, сложенные известняками и доломитами, изъеденные изнутри карстовыми пещерами. Карбонатные толщи в районе Гуйлиня имеют раннедевонский возраст, подстилающие их породы (сланцы и песчаники) чуть древнее, а покрывают карстовые породы более молодые отложения.

Карбонатные породы встречаются в Китае на площади 1,2 млн км²; в значительной своей части, особенно в южных



Сычуань-Гуйчжоу-Юньнаньское плато в Южном Китае — область карстового рельефа.

районах, они затронуты карстовыми процессами. Но карстовые явления характерны и для пород другого состава. Так, настоящим стихийным бедствием бывают карстовые провалы в лессовидных почвах, широко распространенных в ряде районов Северного Китая. Для изучения всех этих процессов в конце 1960-х годов в Гуйлине создан Общекайтайский институт карстовой геологии, пожалуй, единственный в мире. Помещается он в недавно выстроенном здании и располагает сетью современных лабораторий, в которых работают около 280 сотрудников. С 1981 г. институт дважды в год выпускает сборники научных трудов.

Исследования в институте ведутся в теоретическом и практическом направлениях. Детально изучается природа карста, в том числе климатические, орографические (рельефные), гидрографические и гидродинамические, структурно-тектонические и литологические предпосылки его развития; определяются эпохи наиболее интенсивного образования, роль древних и современных карстовых структур в формировании месторождений полезных ископаемых и т. п. Практические аспекты дея-

тельности института связаны преимущественно с инженерно-геологическими работами — снабжением городов и поселков карстовыми водами, изучением площадей, предназначенных для строительства.

У входа в институт — беломраморная статуя одного из ученых средневекового Китая, считающегося основоположником китайской геологии. Это — Сюй Сяке, автор известной книги «Путевые записки», в которой дано подробное описание карстовых гор Южного Китая. Жил он около 400 лет назад. На память о посещении института гостям вручают фарфоровые копии его скульптуры.

Институт располагает прекрасным музеем, в котором наглядно представлен ход развития карстовых процессов. В нем удачно воссозданы подземные гроты карстового происхождения — со сталагмитами и сталактитами самой причудливой формы, палеофаунистическими и археологическими находками, экземплярами отдельных представителей современного животного мира, населяющего подземные реки и озера. Природными филиалами этого музея являются, по существу, карстовые пещеры, открытые

в последние годы в горах-останцах на территории самого Гуйлиня и его окрестностей.

Одна из таких горok получила наименование «Флейта» — из-за бесчисленного количества выходящих на ее поверхность карстовых отверстий — воронок. Ее высота — около 400 м, а диаметр у основания — не более 500 м. Горка почти сплошь состоит из карстовых пещер, на долю которых приходится, пожалуй, не менее трети общего ее объема. Открыты пещеры около 10 лет назад, и горка сразу же превратилась в природный музей-заповедник. Внутри «Флейты» проложен кольцевой туристский маршрут длиной около 1 км. Искусной подсветкой здесь подчеркиваются результаты работы подземных вод — гроты со сталактитами и сталагмитами, залы и соединяющие их галереи с бассейнами и водопадками.

Если с работой подземных вод можно познакомиться в основном в таких природных музеях, то деятельность рек видна повсюду. Реки с давних пор служили здесь основными транспортными артериями. Еще не так давно по ним передвигались на лодках — сампанах с латаными-перелатаными прямоугольными парусами. Сегодня же большая часть грузов и людей перевозится на

вполне современных теплоходах, моторных лодках и самоходных баржах. Южный Китай пересекает множество притоков великой Янцзы. Саму Янцзы мне приходилось видеть в Чунцине и в Ухани, где располагается знаменитый мост с тем же названием, построенный по проекту советских инженеров. И всегда поражала ее мощь и особенно перепад уровней в сухой и дождливый периоды. С началом периода дождей вода в реке прибывает буквально на глазах, поднимаясь в короткий срок на многие десятки метров. Бурно наполняются в этот период и все притоки Янцзы, однако значительная часть осадков поглощается при этом карстовыми воронками, через которые вода поступает затем в системы сообщающихся подземных карстовых полостей. Общая их протяженность измеряется десятками километров, а сток связанных с ними подземных источников достигает зачастую десятков и сотен кубометров в секунду — это целые реки.

Несомненно, одна из главных достопримечательностей Сычуань-Гуйчжоу-Юньнаньского плато — водопад Хуангошу на р. Байшуй (Белая вода). Его изображения украшали холлы почти всех гостиниц китайских городов, где нам в 80-е годы приходилось останавливаться. Почетное ме-

Водопад Хуангошу в дождливый и сухой сезоны.



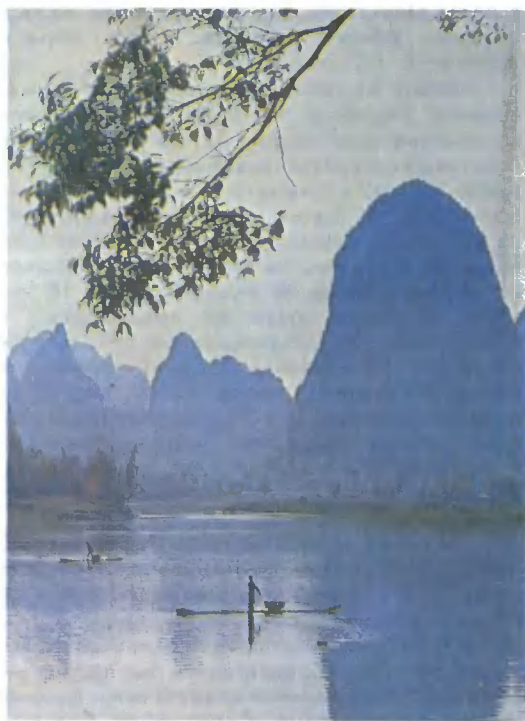
сто большая цветная фотография этого водопада заняла и на Китайской выставке, прошедшей с большим успехом летом 1986 г. в Москве.

Водопад Хуангошу воспел в своих стихах великий поэт средневекового Китая Ли Бо (701—761), скитавшийся во время ссылки по горам Южного Китая. Прошло больше 30 лет, но до сих пор помню перевод его стихотворения «Смотрю на водопад в горах Лушань», опубликованный в журнале «Дружба», выходившем в Пекине на русском языке:

За сизою дымкою вдали горит закат.
Гляжу на горные хребты, на водопад.
Летит он с облачных высот сквозь горный лес,
И кажется: то млечный путь упал с небес.

Я также неоднократно любовался этим водопадом из девяти уступов, высота главного из них 60 м, а ширина реки перед ним 20 м. В дождливый сезон с уступов водопада низвергается свыше 240 м³/с воды, в сухой период, когда река почти пересыхает, скудеет и водопад. В 50-е годы водопад Хуангошу могли видеть только немногочисленные жители южных провинций, следовавшие по древнему разбитому тракту из Гуйяна в Куньмин. Сегодня же картина совершенно иная: 150 км от Гуйяна к водопаду мы проехали по прекрасной автодорожке, которая сейчас интенсивно модернизируется — расширяется и спрямляется. Рядом проходит железнодорожная линия, соединяющая Чаншу (центр провинции Хунань) через Гуйян с Куньмином (Первого мая 1959 г. я присутствовал в Гуйяне на торжественном открытии движения по этой магистрали). А на левом берегу р. Байшуй, прямо напротив водопада, выстроен современный туристский комплекс — с гостиницами, ресторанами, смотровыми площадками, ухоженными парками. Туристов — десятки тысяч, главным образом молодежь из соседних провинций.

Возвращаясь летом 1987 г. в Гуйян после посещения водопада Хуангошу, мы сделали небольшой крюк в сторону, чтобы увидеть «Дворец дракона» — громадную карстовую пещеру, ставшую руслом крупной подземной реки, через которую проносятся десятки кубометров воды в секунду. Пещера образована на месте крутого разлома в доломитах, ее протяженность 4100 м, из которых последние 800 м оборудованы для туристских целей. Вереницы с туристами медленно переплывают из грота в грот, высота которых достигает 80 м при глубине подземной реки до 33 м. Каждый грот

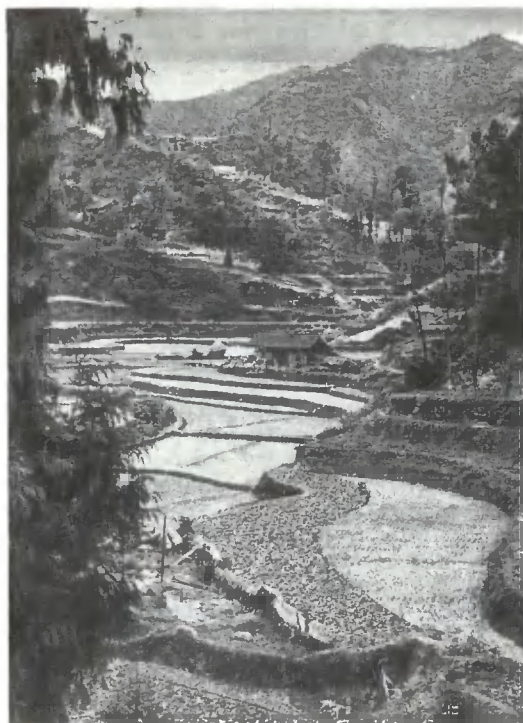


Гуйлинский пейзаж.

имеет свое название — «жена дракона», «дети дракона» и т. п. в зависимости от того, на кого похожи сталактиты и сталагмиты.

В Южном Гуйчжоу таких подземных рек много, однако не все они отличаются столь крупными размерами, да и функционируют обычно не круглый год. Чаще всего можно видеть небольшие подземные ручейки, перетекающие из одной карстовой воронки в другую. Глубина отдельных воронок — до нескольких сотен метров, таков же внешний диаметр, а на дне помещается в лучшем случае несколько рисовых чек. На крутых склонах такой воронки с трудом оборудуются грядки-уступы, на которых теснятся по несколько десятков стеблей кукурузы или два-три куста батата.

По р. Байшуй и другим горным рекам Гуйчжоу встречаются подводные карстовые гроты, где водятся гигантские саламандры. Их длина — до 1 м, местное название — вава-юй (ребенок-рыба): говорят, по ночам они издают звуки, напоминающие плач ребенка. Кстати, вава-юй — особый деликатес южнокитайской кухни. Однако, как мне сообщили в 1987 г., гигантская саламандра



Распаханные склоны карстовых гор.



На руднике Ваньшань.

включена сейчас в «Красную книгу» и ее промысел запрещен. Горные реки Южного Китая богаты и рыбой. Ловят ее, как и в древности, не только сетями, но и с помощью специально обученных бакланов. Такую ловлю мы наблюдали на реках Гуйчжоу в 50-е годы, а в 1985 г. на р. Лиджан около Гуйлиня.

Поражает бережное отношение китайцев к памятникам природы, проявлявшееся в глубокой древности (правда, несколько ослабевшее в тяжелые годы «большого скачка» и «культурной революции»). Сейчас же с бурным развитием туристического бизнеса все вокруг сколько-нибудь заметной природной достопримечательности ухожено и оборудовано так, чтобы не нанести ей урона. Обслуживание же туристов продумано до мелочей: даже входной билет для посещения туристского объекта — настоящее произведение искусства (я сохранил такие билеты-сувениры с изображением карстовой пещеры «Дворец дракона», Великой китайской стены и др.).

Очень эффектно выглядят и пахотные земли, которых в карстовых ландшафтах

немного. Приходится возделывать любой клочок земли, в том числе и на крутых склонах гор. Здесь посадки раннего риса сменяются поздним, а на неудобьях выращивается батат, кукуруза и другие культуры. Внешний вид этих полей не изменился и в 1987 г.: все, что можно было распахать, возделывалось еще сотни лет назад. Однако перемены бросились в глаза сразу: наряду с буйволами — основной тягловой силой — на полях появились мини-тракторы, на дорогах — новые марки автомашин, в горных деревнях — линии электропередач и телевизионные антенны.

Пришлось мне снова побывать и в восточной части провинции Гуйчжоу, получившей название Ваньшань (Страна десяти тысяч гор) из-за обилия карстовых гор, сложенных кембрийскими доломитами белесо-голубоватого цвета. Их поэтично называют облачными породами. Здесь располагается один из самых известных ртутных рудников Китая — Ваньшань, который начали разрабатывать за много веков до нашей эры. По-видимому, именно отсюда поступала ртуть во дворец первого императора древнего Китая Чин Хуанди (III в.



Студенты Института малых национальностей на поле цветущего рапса.

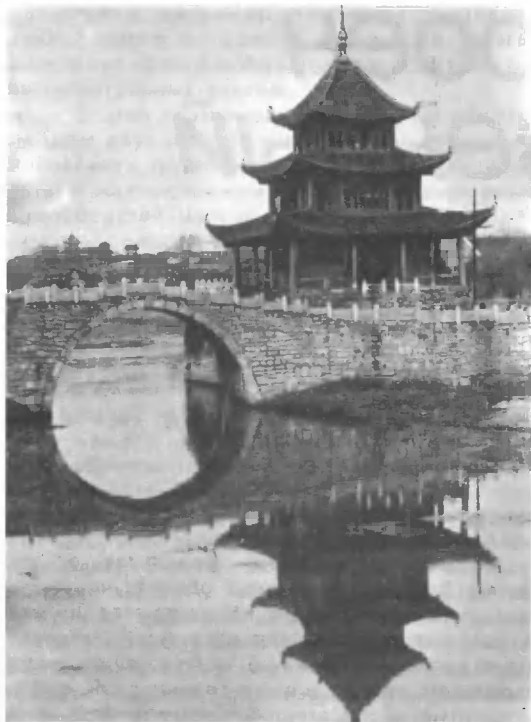
до н. э.), приказавшего изготовить рельефную карту страны и заполнить «русла» рек живым серебром — ртутью. В 1979 г. вблизи мавзолея этого императора (около г. Сиань — центра провинции Шаньси) было случайно сделано сенсационное открытие — найдено «захоронение» 6 тыс. терракотовых воинов, изготовленных в натуральную величину. Сейчас здесь Музей глиняных воинов, который посещают 1,5 млн туристов в год. Показывая мне музей, геологи Шаньси рассказывали, что контуры многих «захоронений» им удалось уточнить с помощью газортутной съемки — одного из эффективных методов современной поисковой геохимии.

Из-за задержки вылета самолета из Гуйяна в Пекин мне снова удалось побывать в новом парке Хуаси (Река цветов) на окраине города. На карстовые горки поднимаешься по каменным ступенькам, речка украшена многочисленными мостиками, кругом бамбуковые аллеи, цветники. А в 50-х годах здесь была народная коммуна «Хуаси», где проводились эксперименты по реализации «большого скачка»

в сельском хозяйстве: уплотненные посадки риса. На полях работали и студенты Института малых национальностей — в провинции Гуйчжоу кроме ханьцев (китайцев) живут мяо, и, тун, буй, тудзя и другие народности.

И, наконец, незабываемая встреча со старыми коллегами на руднике Ваньшань, где я жил с семьей два года, работая в тесном контакте с геологами геологоразведочной партии и ртутного комбината. Нашей целью была разведка и оценка рудных полезных ископаемых. На самом руднике и в других районах Южного Китая, куда приходилось выезжать, мы исследовали и рудные залежи, связанные с карстовыми процессами. Их два типа — первичные (гидротермальные), образовавшиеся в породах преимущественно кембрийского возраста, и вторичные (остаточно-рассыпные), возникающие при выветривании пород разного возраста, в том числе и рудоносных.

Месторождения первого типа — пластообразные залежи полиметаллических и ртутных руд, приуроченные главным образом к глинистым доломитам, залегающим, как правило, горизонтально. В местах пологих перегибов таких слоев образовалось множество параллельных трещин (до 150 на 1 м толщи), в которые проникали рудоносные растворы. В результате образуются залежи руд мощностью до нескольких десятков метров при толще вмещающих руду доломитов до 300 м. Этот тип рудных месторождений наиболее характерен для Южного Китая. Самые богатые скопления руды возникают на тех участках, где доломиты пересекают трещины, играющие роль подводящих каналов для рудоносных растворов. На таких участках происходит интенсивное растворение карбонатов с образованием карстовых брекчий из остроугольных обломков темного доломита, сцементированных белым крупнокристаллическим. Рисунок на поверхности скола таких брекчий дал основание местным геологам присвоить им наименование «брекчий с текстурой типа бамбуковых листьев». В пустотах брекчий и отлагаются различные минералы. На ртутных месторождениях Ваньшаньской группы в палеокарстовых брекчиях встречаются очень крупные — вплоть до уникальных по размерам (до 3—5 см в поперечнике) — кристаллы ало-красной киновари, так высоко ценившейся в традиционной китайской медицине (на мировом рынке цена ее достигала нескольких сот долларов за один килограмм): кристаллы растирали, смешива-



Древний мост в Гуйяне.

ли с порошком из рога носорога и продавали втридорога в качестве чудодейственного тонизирующего снадобья. Готовятся такие лекарственные средства и в настоящее время. Сейчас во многих музеях мира, в том числе и в Минералогическом музее им. А. Е. Ферсмана АН СССР в Москве, можно видеть кристаллы киновари из ртутных месторождений Ваньшаньской группы (провинции Гуйчжоу и Хунань).

Циркуляция подземных вод вдоль зон бывших рудоподводящих разломов продолжается и ныне. Рудный материал при этом накапливается на дне карстовых воронок и на уступах подземных гротов. Такие вторично-остаточные россыпи рудных минералов,

в первую очередь киновари, достигают иногда промышленных масштабов. С их освоением связан один из оригинальнейших горнорудных промыслов, истоки которого теряются в глубине веков. Крестьянин, на земельном участке которого находился вход в рудоносную карстовую пещеру, тщательно его маскировал от завистливого взгляда соседа, открывая только дважды в год — после окончания сезона муссонных дождей и освобождения пещеры от избытка воды. Спускаясь в пещеру, ее хозяин сметал с уступов и полочек накопившийся там материал, промывал его и, получив таким образом 2—3 цзиня (1 цзинь — около 0,5 кг) киновари, отправлялся с ней на ближайший базар. Существенное подспорье в хозяйстве бедняка...

Формирование вторичных — остаточных-россыпных месторождений тяжелых минералов (касситерита, вольфрамита, киновари, церуссита и др.) связано с корой выветривания латеритного типа. В провинции Гуйчжоу мощность слоя почвы латеритного состава достигает иногда многих метров. В карстовых воронках латеритный материал дополнительно выщелачивается, что приводит к значительному обогащению «нерастворимого остатка» тяжелыми минералами. Накапливаются иногда и основные компоненты латеритной коры выветривания — оксиды и гидроксиды железа и марганца, а в отдельных случаях минералы алюминия — гиббсит, бемит и др. В таких условиях нередко формируются вторичные месторождения железных, марганцевых и никелевых руд, а также бокситов и фосфоритов.

Рудник Ваньшань, как и тысячи других рудников и месторождений карстового края, интенсивно работают сегодня. Внешний вид поселка изменился, появились новые коттеджи, посадки. Немного осталось людей, с которыми довелось работать 30 лет назад, но сегодня они открыты и приветливы, как в 50-е годы; время, когда вслух боялись произнести слово по-русски, миновало. Как и прежде, Ваньшань окружают величественные округлые вершины Страны тысячи гор — источник эстетического наслаждения и минерального богатства страны.

Как устроен естественный ИНТЕЛЛЕКТ

Б. М. Величковский



Борис Митрофанович Величковский, доктор психологических наук, заместитель декана факультета психологии Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова. Председатель секции «Когнитивные науки» Совета по искусственному интеллекту при АН СССР. Специалист в области когнитологии и экспериментальной психологии. Автор книг: Психология восприятия (совместно с В. П. Зинченко и А. Р. Лурия) М., 1973; Функциональная структура зрительской памяти (совместно с Г. Г. Вучетич и В. П. Зинченко) М., 1980. Современная когнитивная психология. М., 1982; Wissen und Handeln. В., 1988.

ПОНЯТИЕ «интеллект», перешедшее в современные языки из латыни в XIV в. и обозначавшее первоначально способность понимать, становится в последние десятилетия все более важной общенаучной категорией. В специальной литературе обсуждаются интеллектуальные ресурсы отдельных групп населения и интеллектуальные потребности общества в целом. Одним из символов происходящей сейчас научно-технической революции является понятие «искусственный интеллект», применяемое для обозначения технических систем, способных к адаптивному поведению, использованию знаний и решению задач, в том числе таких, которые психолог отнес бы к сфере восприятия, организации движений, поиска в памяти, понимания текста, а не мышления в узком смысле этого слова. Постоянно возрастает интерес и к проблематике «естественного интеллекта».

Можно без преувеличения сказать, что абсолютное большинство эмпирических исследований в психологии имеет отношение к изучению познавательной сферы личности. Особенно важно, что эти исследования начинают влиять на темпы научно-технического прогресса. Перестраивая человеческую деятельность, информационные технологии (искусственный интеллект, экспертные системы, робототехника, компьютерные обучающие системы, основанные на знаниях) влияют на психическое развитие человека. Вместе с тем с каждым новым поколением вычислительных машин все большее значение приобретают интеллектуальные компоненты их функционирования. Вопросы оптимизации взаимодействия человека с ЭВМ, психологической и лингвистической поддержки компьютеров высоких поколений, прежде всего обеспечение их интеллектуальным интерфейсом, решаются сегодня в десятках научных центров при ведущих университетах мира. Так, благодаря использованию лишь одного из очевидных принципов организации мозга — параллельной (распределенной), а не последовательной обработки — в самое последнее время удалось создать компьютеры совершенно нового типа, так называемые коммутационные машины, отличающиеся высоким быстродействием и способностью к самонастройке. Другие принципы функционирования естественного

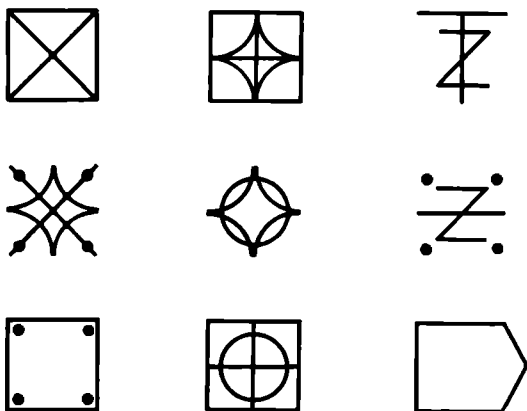
интеллекта, например различная специализация левого и правого полушарий мозга, еще ждут своего воплощения в архитектуре вычислительных систем.

В этой статье мы ограничимся обсуждением двух основных подходов к изучению интеллекта, позволивших не только разработать многочисленные методики измерения способностей, но и выделить несколько уровней организации познавательных процессов у человека.

ПСИХОМЕТРИКА ИНТЕЛЛЕКТА

Самые первые психологические тесты, или шкалы, интеллекта были созданы в начале нашего века под влиянием запросов общеобразовательной школы. Предметом оценки, естественно, стали те свойства личности, которые определяют успех в области школьного и, шире, академического образования. Всякий тест интеллекта состоит из ряда заданий. Такие современные методики, как адаптированные в нашей стране тесты Станфорд-Бине и шкалы интеллекта Векслера, представляют собой, по существу, наборы заданий, оценивающие множество познавательных структур и функций. К ним относятся знание лексики родного языка, объем непосредственного запоминания, узнавание конфигураций, скорость и точность их пространственных преобразований и т. д. Коэффициент интеллекта (IQ — от англ. *intelligence quotient*) является взвешенным средним оценок, полученных по отдельным шкалам. Хотя эта итоговая оценка и представляет собой статистическую абстракцию, она достаточно стабильна и полезна для предсказания успеха в выполнении заданий того же типа. При соблюдении некоторых требований, важнейшее из которых стандартизация теста на изучаемой социокультурной группе, корреляция между оценками IQ одного и того же индивида в возрасте 18 и 40 лет составляет примерно 0,7. Это свидетельствует о хорошей надежности теста, независимо от того, что в действительности им измеряется.

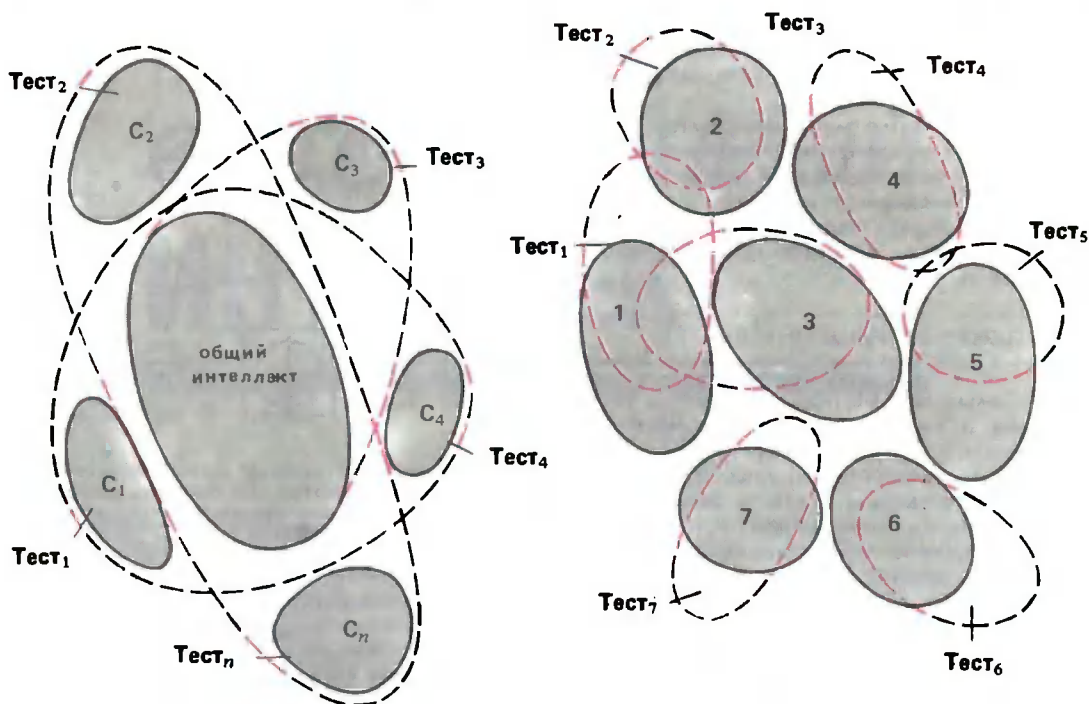
На развитие психометрического подхода к интеллекту большое влияние оказал тот факт, что получаемые с помощью разных групп тестов оценки почти всегда значимо коррелируют друг с другом. Иными словами, успешность выполнения заданий может быть детерминирована относительно небольшим числом базовых способностей. Природа этих способностей выявляется в психометрике с помощью специально созданного факторного анализа — методов много-



Одно из типичных заданий теста «Прогрессивные матрицы Равена». Необходимо выделить закономерности изменения конфигураций в матрице и заполнить нижний правый угол (ответ на с. 67).

мерной статистической обработки, позволяющих спроецировать множество наблюдаемых переменных в пространство с меньшим числом координат, максимально сохраняя при этом вид исходной конфигурации. Индивидуальные оценки в некотором задании трактуются обычно как результат суммирования базовых способностей (факторов), лежащих в основе решения всей совокупности тестов.

На основе применения факторного анализа возникло целое семейство дескриптивных (описательных) моделей интеллектуальных способностей. Правда, число факторов в разных моделях оказалось весьма различным. Двухфакторные модели предполагают существование единого для всех тестов фактора общего интеллекта и группы специальных факторов, таких как вербальный и практический интеллект. В модели первичных факторов выделяются семь базовых способностей: скорость восприятия, скорость и точность счета, легкость нахождения слова, вербальное понимание, оценка пространственных отношений, запоминание, индуктивное и дедуктивное рассуждения. Центральным для ряда моделей является разведение относительно фиксированных и более пластичных способностей — «кристаллизованного» и «текучего» интеллекта. Кристаллизованный интеллект состоит из нескольких факторов, которые, как предполагается, конденсируются под влиянием окружения и текучего интеллекта. Последний понимается как врожденная, связанная со свойствами нейрофизиологических процессов творческая сила. Наибольшее число факторов — 120 — выделено в модели структуры интел-



Примеры факторных моделей интеллекта. Слева — двухфакторная модель (общий интеллект в ореоле специальных способностей); справа — модель первичных факторов, в которой обычно выделяют не менее семи базовых способностей.

лекта, предложенной американским психометриком Дж. Гилфордом¹.

Трудности, мешающие выбрать наиболее адекватную из этих моделей, можно проиллюстрировать на примере фактора «вербальный интеллект». По мнению большинства авторов, его следует понимать как способность обращаться с хорошо заученным, типичным для данной культурной среды материалом. Это определение близко и определением социального интеллекта. Совершенно ясно, что оба понятия различны, но развести их на основании корреляционных данных не представляется возможным. Результаты, получаемые в психометрических исследованиях, в значительной степени определяются спецификой факторного анализа: в него можно «войти» без всяких пред-

ставлений об интеллекте и личности, а «выйти» с некоторым подобием психологической теории. Вместе с тем математическая проблема нахождения факторов недоопределена, пока не сделаны явные предположения об отношениях между ними, так что, например, можно получить любое число наборов базовых способностей, каждый из которых допускает свою интерпретацию.

Серьезным является и другой круг проблем. Повседневные ситуации, в которых человек должен продемонстрировать свою разумность и интеллектуальные способности, не разбиты на дискретные, не связанные друг с другом задачи, имеющие однозначные ответы. Нам самим приходится выделять проблемы, ставить и корректировать цели, находить средства их достижения, контролировать развитие событий, особенности последствия своих действий и поступков, так как в реальных условиях решение одной проблемы практически всегда порождает несколько новых. Поскольку каждая ситуация обладает собственной динамикой, контроль должен вестись с опережением событий. Особенности интеллектуальной активности также глубоко индивидуальны: всякий чело-

¹ Интерес представляет не столько эта априорная модель, сколько инициированное ею изучение «социального интеллекта» и «дивергентного мышления», чаще называемого креативностью — способностью к творчеству. Имеющиеся данные, в частности, свидетельствуют о низкой корреляции креативности с общим интеллектом, а с другой стороны — о связи социального интеллекта с вербальным в ряде традиционных тестов (см.: Handbook of Human Intelligence. Cambridge. 1982. p. 1031).

век, про которого вообще можно сказать, что он умен, умен на свой собственный лад. Факторный анализ выделяет гипотетическую структуру, которая характеризует типы решаемых задач, а не деятельность решающего задачу. В последние годы появились, правда, методики, позволяющие строить модели индивидуальной организации знаний. Не всегда предмету этой организации в определенной предметной области можно считать признаком примитивности мышления. Небольшое число оснований классификации бывает связано с использованием признаков высокого уровня абстракции, ведущих к выявлению емких семантических категорий, тогда как множественная классификация просто свидетельствует о неспособности выделить главное. Не случайно в историческом развитии человечества интеллектуальный прогресс часто возникал в результате упрощения представления знаний².

Таким образом, разработка адекватных процедур измерения может быть конечной целью прикладных исследований интеллекта, но достижение этой цели обусловлено умением объяснить особенности макро- и микроструктуры индивидуальной познавательной активности в конкретных условиях.

МАКРО- И МИКРОСТРУКТУРА ПОЗНАНИЯ

В современной психологии под познанием понимается создание иерархии внутренних описаний (репрезентаций) ситуации и их преобразование в соответствии с требованиями решаемой задачи. До недавнего времени важную роль в таких исследованиях играла «компьютерная метафора» — аналогия между познавательными процессами и переработкой информации в универсальном вычислительном устройстве. Однако накопленные экспериментальные данные скорее свидетельствуют о специализации познавательных процессов в различных семантических областях. Иными словами, если компью-

терная метафора и имеет смысл, то главным образом в ее мультипроцессорном, а не традиционном однопроцессорном варианте. Дело в том, что запоминание естественного материала восприятием — человеческих лиц, пейзажей — принципиально отличается от запоминания слов, фраз и абстрактных конфигураций. Высокую степень специализации обнаруживают механизмы понимания и порождения речи, а также процессы, обеспечивающие разнообразные проявления так называемого «моторного интеллекта» (навыки движения и выполнения определенных предметных действий). В основе этих способностей и умений лежат относительно автономные психофизиологические структуры (нервная система, мозг).

Что же дает знание микроструктуры процессов решения тех или иных познавательных задач для новой постановки традиционных проблем психологии интеллекта? Если процессы, используемые при решении тестовых задач, содержат одинаковые компоненты, то результаты тестов, очевидно, должны коррелировать друг с другом. Так, скорость решения различных заданий, существенным звеном которых является доступ к внутреннему лексикону (долговременной семантической памяти на слова) коррелирует на уровне 0,8. В то же время успешность верификации предложений, описывающих определенные пространственные сцены, коррелирует с ней лишь на уровне 0,3, хотя и относится обычно к показателям сформированности вербального интеллекта. Причина состоит в том, что задачи верификации могут решаться не только путем сравнения двух словесных описаний, но и с помощью совершенно другой стратегии — преобразования самого предложения в наглядную модель и сравнения ее с воспринимаемой пространственной сценой. Испытуемые произвольно контролируют выбор различных форм представления и вытекающие отсюда способы работы, хотя с возрастом (начиная в среднем с 40 лет) вероятность «визуально-образного» решения снижается. Таким образом, экспериментальные исследования позволяют расшифровать столь характерные для психометрики случаи слабой положительной корреляции — одно и то же задание может оценивать разные процессы у разных индивидов и, более того, разные процессы у одного и того же индивида в различные моменты времени.

Часто картина психометрических зависимостей осложняется сменой не только стратегии, но и состояний. Почти неизбежная для ситуации «проверки интеллекта» утрата чувства внутреннего контроля за развитием событий снижает пороги обнаружения не от-

² Примером когнитивно сложной, громоздкой и неэффективной системы категорий может служить следующая таксономия животного мира, приписываемая Х. Л. Борхесом древней китайской энциклопедии. Все животные делятся на: 1) тех, которые принадлежат Императору, 2) бальзамированных, 3) дрессированных, 4) свиней, 5) бродячих собак, 6) русалок и водяных, 7) сказочных, 8) дрожащих, как если бы они были бешеными, 9) нарисованных очень тонкой верблюжьей кисточкой, 10) бесчисленных, 11) тех, которые только что разбились цветочную вазу, 12) тех, которые включены в данную классификацию, 13) всех других, 14) напоминающих мух с большого расстояния (Борхес Х. Л. Рассказы разных лет. М., 1984. С. 112).

носящихся к делу внешних раздражителей, провоцирует ответы оборонительного типа, одновременно уменьшая эффективность чисто познавательной активности. Некоторые звенья познавательных процессов страдают при состоянии утомления, когда меняются условия доступа в семантическую память, ухудшаются двигательные и когнитивные навыки. В результате даже такие рутинные процессы, как поиск в памяти, начинают требовать от человека постоянного внимания.

Экспериментальный анализ показывает, что познавательные процессы имеют значительно более сложное строение, чем это предполагается в факторных моделях интеллекта. Перцептивный фактор, например, в действительности означает множество функционально обособленных структур восприятия. Только в рамках зрительного восприятия можно выделить механизмы нескольких надстраивающихся друг над другом уровней. На наиболее низком из них находятся механизмы, регулирующие движения тела и его частей, выше — локализации объектов в трехмерном пространстве и времени, еще выше — восприятия идентичности предметов. Сегодня все эти механизмы можно уверенно идентифицировать с выделенными несколько десятилетий назад Н. А. Бернштейном уровнями построения движения, конкретно тремя из них — уровнями синергий, пространственного поля и действия³. Зрение участвует и в высших формах символического восприятия, обеспечивая, в частности, на поздних этапах формирование такого важнейшего когнитивного навыка, как чтение — прямое опознание часто употребляемых слов. Любая из выделенных структур может быть подвергнута дальнейшему анализу. Так, определение перцептивной идентичности предметов возможно с помощью двух частично автономных подсистем: восприятия формы и восприятия цвета. В свою очередь, существуют разные механизмы спецификации формы, например через глобальные очертания или инвариантность внутренних деталей.

Не менее подробно сегодня могут быть описаны процессы умозаключений или решения задач на установление аналогии, играющие важную роль как в быденном, так и в научном мышлении. Развернутая структура решения обычно включает большое число операций, например анализ отношений между терминами, обращение к се-

мантической памяти, установление взаимно-однозначного соответствия между элементами пар терминов, проверка идентичности отношений и т. д. Исследования показывают, что решение подобных задач, как и вообще задач на рассуждение, чрезвычайно сильно зависит от возможности дать предметную интерпретацию их условиям. Так, около 90 % выпускников университетов при необходимости сделать вывод из следующих посылок:

Все А суть В

Почти все В суть С,

останавливаются на ответах «Почти все А суть С», либо «Большинство А суть С», не осознавая, что в зависимости от соотношения объемов понятий вывод может быть любым. Характер допускаемой ошибки, однако, сразу же становится понятным, если задать хотя бы один контрпример в форме, допускающей использование знаний о некоторой предметной области, скажем,

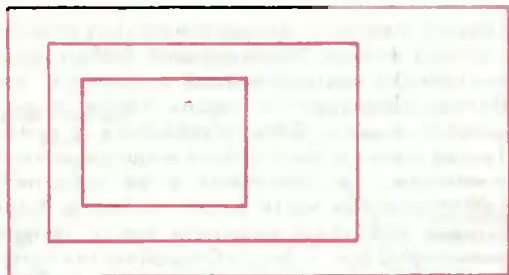
Все академики — ученые,

Почти все ученые — моложе 50.

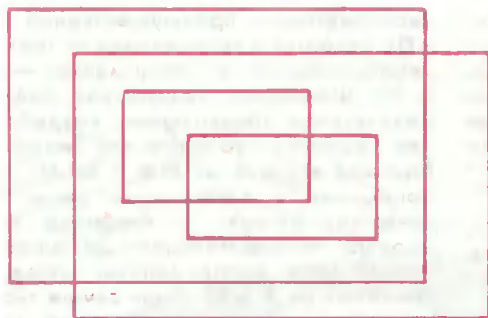
Если задачи только что рассмотренного типа обычно решаются легче, когда они даны на конкретном материале, другие задачи, прежде всего математические, напротив, требуют скорее абстрактно-символического представления, адекватного соответствующим метапроцедурам (стратегиям или эвристикам мышления). Примером может служить задача на определение толщины сложенного 50 раз листа папиросной бумаги. Большинство испытуемых называет 1—2 м, тогда как на самом деле должна получиться величина, сопоставимая с расстоянием от Земли до Солнца. В другой аналогичной задаче испытуемому предлагается представить тонкий шнур, плотно опоясывающий Землю по экватору, а затем добавить к нему метровый отрезок. Не всем удается оценить примерную величину зазора между шнуром и земной поверхностью (~16 см). Сказанное иллюстрирует зависимость успешности решения от соответствия формы представления условий тем процессам, с помощью которых осуществляется их преобразование.

Изучение деятельности испытуемых при решении творческих мыслительных задач показывает, что успех зависит от умения работать с моделями гипотетических и даже невозможных ситуаций (скажем, сведение к абсурду как метод научного доказательства). Уже в ходе процессов понимания такие порожденные силой нашего воображения смысловые контексты могут создавать довольно сложные структуры вложенных друг в друга ментальных (от лат. *mens* — ум) «пространств». Проиллюстриру-

³ Бернштейн Н. А. О построении движений. М., 1947.



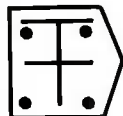
а



б



в



Правильный ответ на задание «теста Равена».

Понимание зачастую предполагает построение целой иерархии вложенных друг в друга смысловых контекстов [а]. Существенная трудность на пути формализации этих процессов заключается в том, что «один и тот же» фрагмент текста или осмысленного изображения может приобретать совершенно различное значение в разных контекстах [б]. Наглядным примером этих ситуаций служит следующий набросок Сальвадора Дали к знаменитой картине «Невольничий рынок с исчезающим бюстом Вольтера» [в].

ем эту мысль с помощью следующего небольшого отрывка: «В этом спектакле Смоктуновский играет Отелло. Отелло думает, что Дездемона ему неверна, хотя в действительности она его любит». Понимание этого отрывка предполагает построение по крайней мере трех ментальных пространств. Прежде всего, он содержит указание на реальность — пространственно-временной контекст жизнедеятельности говорящего, слушающего и артиста. Метаоператор «в этом спектакле», содержащий указание на некоторое условное представление мира, вкладывает в реальность пространство M_1 (спектакль), которое в свою очередь оказывается родительским пространством для пространства M_2 , задаваемого метаоператором «Х думает, что...». В такой иерархической структуре метаоператор «в действительности» возвращает наше воображение не к реальности, а к непосредственно объемлющему мир мысли и чувств Отелло пространству M_1 .

Вообще говоря, в каждый момент времени смысловой контекст создается лишь

объемлющим ментальным пространством. Подобная организация создает известную взаимонепроницаемость, запрещающую осуществление формальной подстановки терминов. Так, хотя нам известно, что Гамлет убил скрывавшегося за занавесом Полония, мы не можем сказать: «Гамлет хотел убить Полония» вместо «Гамлет хотел убить человека, скрывавшегося за занавесом» в силу непроницаемости созданного нашим воображением пространства для наших же знаний о той же самой ситуации.

Мышление можно было бы определить как искусство балансирования между безусловно возможным (сфера обыденного целеполагания) и фантастическим, т. е. безусловно невозможным. Развитие идет при этом через преодоление противоречия: противоречия между формой и содержанием в художественном творчестве, конфликта различных способов описания объекта исследования в науке, наконец, так называемого «технического противоречия» в случае изобретательского творчества. Многие особенности того мысленного экспериментирования,

которое ведет к решению задачи, обнаруживают присутствие глобальной метапроцедуры РЕКУРСИЯ, позволяющей осуществлять многократное вложение ментальных пространств друг в друга. Речь идет, во-первых, о структурировании задачи через выделение в ее составе иерархии целей; во-вторых, о происходящем по ходу структурирования «погружении» в задачу, связанном с выходом за рамки не только первоначальных намерений, но и общего описания требуемого решения; в-третьих, о восстановлении таких более широких контекстов по мере достижения промежуточных целей. Актуализация таких наиболее широких смысловых рамок, происходящая в результате преодоления промежуточных трудностей и препятствий, объясняет, кстати говоря, почему в личностном отношении сложным может оказаться период после достижения конечной цели (вспомним: «Время после победы опасно для победителя»).

УРОВНИ ОРГАНИЗАЦИИ ИНТЕЛЛЕКТА

Благодаря накопленным за последние годы в психологии и когнитивных науках данным, вопрос о структуре интеллекта возможно поставить более конструктивно, чем до сих пор. В основу может быть положена упомянутая модель Бернштейна. Конечно, этого автора интересовало непосредственное взаимодействие организма со

средой, разворачивающееся по типу рефлекторного кольца. Исследование любых форм внутренней познавательной активности, наиболее интересных с нашей точки зрения, даже и не могло быть проведено в то время. Тем не менее с некоторыми модификациями, а главное, дополнениями в ее «верхней», семиотической части развитие схемы Бернштейна позволяет выделить шесть уровней интеллекта (см. табл.). «Способности» психометрического подхода, равно как и традиционные «познавательные функции» оказываются при этом сложными, многоуровневыми образованиями. Так, «ощущения» связаны с работой трех из этих уровней (А, В и С), «восприятие» — преимущественно двух (С и D), «память» и «мышление» — трех (D, E, F), «воображение» и «понимание» — двух (Е и F). Феномены «внимания» оказываются результатом управляющих воздействий более высоких уровней на нижележащие (прежде всего F на Е и Е на D). Наконец, понимание и порождение речи, которые зачастую относят к наиболее высокому уровню познавательной организации, на самом деле распределены между тремя уровнями (D, Е и F). Лишь самые творческие аспекты и формы этих функций, такие как формирование речевого намерения, порождение и понимание поэтического текста и т. д., связаны с уровнем метапознавательных (лично-смысловых) координаций.

Чем выше уровень, тем существенней его роль в обеспечении интеллектуальных

Уровни функциональной организации интеллекта

Обозначение	Название уровня	Основная функция	Примеры феноменов	Форма осознания
F	метапознавательных координаций	релятивизация и перестройка концептуальной модели мира	эффекты познавательного и ценного отношения субъекта	рефлексия, самосознание, творческое воображение
E _{1,2}	концептуальных структур	фиксация и дополнение концептуальной модели мира	эффекты близости и контраста понятий по значению, образы-представления.	обыденное сознание, образцы — представления
D	действий	регуляция предметных действий	перцептивная организация, узнавание знакомых объектов и сцен	перцептивный образ
C _{1,2}	пространственного поля	ориентация в ближайшем окружении	искажения метрики воспринимаемого пространства и схемы тела	пространственные ощущения
B	синергий	регуляция перемещений организма как целого	двигательные ритмико-циклические штампы	проприо- и тангорецепторные ощущения
A	палео-кинети-ческих регуляций	регуляция тонуса и простейших защитных реакций	примитивные рефлексы	протопатическая чувствительность

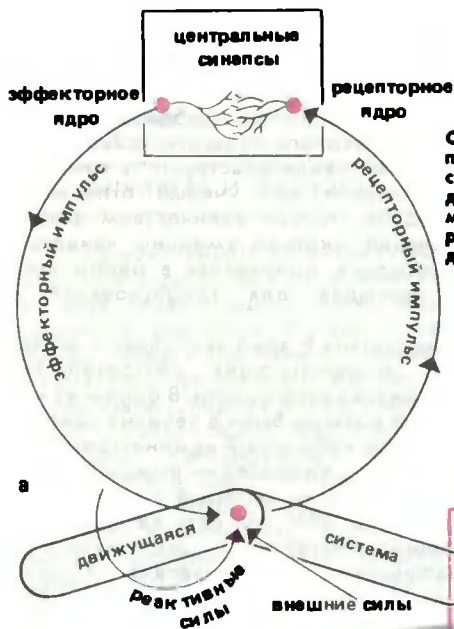
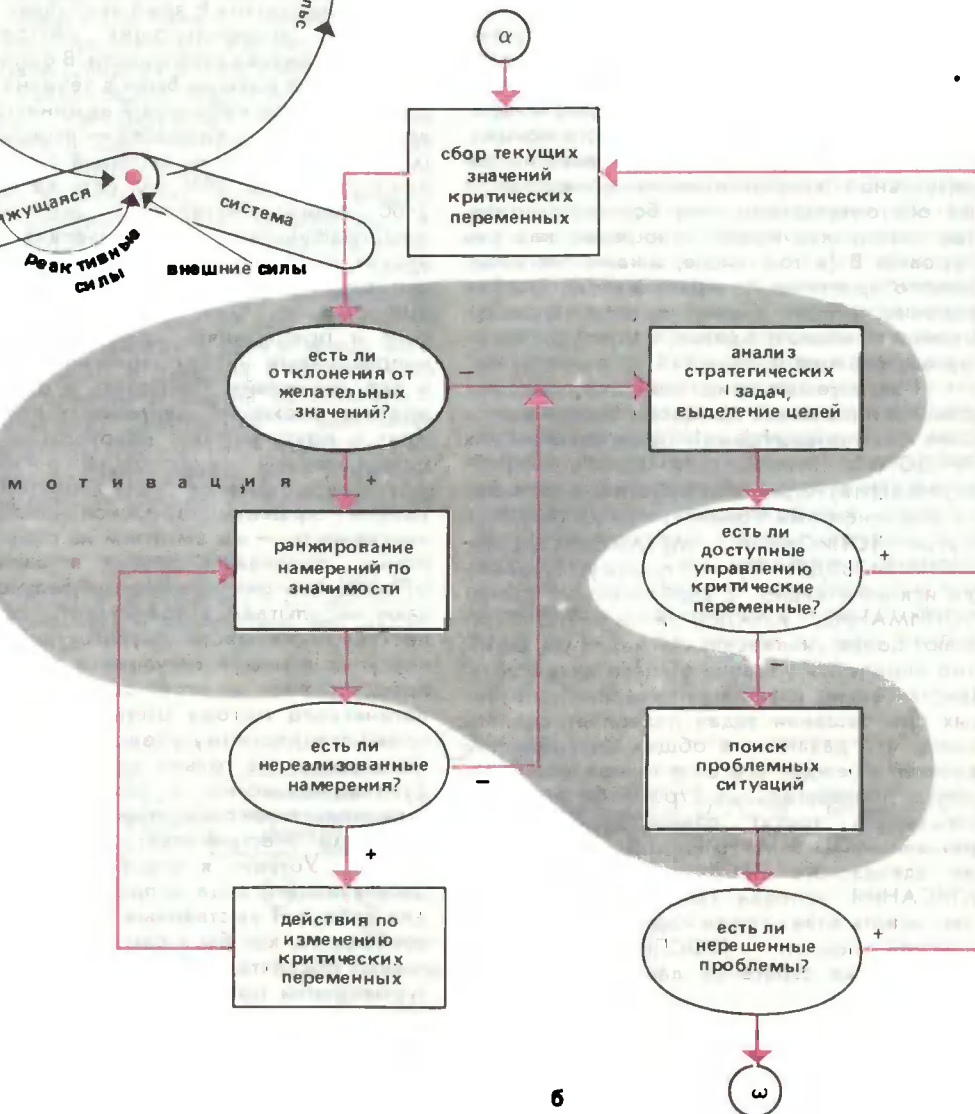


Схема кольцевого управления поведением, которую одним из первых выдвинул Н. А. Бернштейн (а) и типичная современная схема психологических механизмов управления поведением с выделенными внутренними циклами целеполагания и анализа намерений (б). Такого рода внутренняя активность может быть реализована только на уровне более высоком, чем уровень действия (уровень D модели Бернштейна).



достижений. Если для уровней А, В и С речь идет о сравнительно элементарных сенсорных и перцептивных функциях, то уже уровень предметных действий D реализует весьма сложные познавательные навыки. В ряде недавних исследований изучались различия экспертов и новичков в таких областях, как чтение, жонглирование, игра в шахматы, медицинская диагностика, теоретическая физика. Эксперты не просто больше знают (хотя это практически всегда так), они в полном смысле слова более чувствительны к значимым характеристикам ситуации. Повидимому, эти различия отражают лучшую организацию адекватных предмету структур знания, в результате чего шахматист сразу видит, что «позиция белых предпочтительна», врач отмечает, что у входящего в кабинет больна печень и т. п. Важность концептуальных структур знания для оценки интеллектуальной компетентности доказывается тем обстоятельством, что большинство тестов интеллекта имеет отношение как раз к уровню Е (в том числе, шкалы так называемого практического интеллекта). Особое значение в обеспечении интеллектуальной активности имеют, однако, структуры метапознавательного уровня F.

Реализуемые этим наиболее высоким уровнем интеллекта процессы были названы выше метапроцедурами⁴. Некоторые из них (ПРЕДСТАВЛЕНИЕ, ВРАЩЕНИЕ, ТРАНСФОРМАЦИЯ) позволяют работать с образными компонентами концептуальных структур, другие (ОПИСАНИЕ, МЕТАФОРИЗАЦИЯ, ВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ) — преимущественно или исключительно с вербальными, третьи (ПОНИМАНИЕ, АНАЛОГИЯ и РЕКУРСИЯ) имеют более универсальный характер, вероятно определяя уровень общего интеллекта. Действительно, изучение поведения испытуемых при решении задач позволяет сделать вывод, что различия в общих способностях связаны прежде всего с использованием разных познавательных стратегий. Хорошие «решатели» тратят сравнительно много времени на ПОНИМАНИЕ проблемы и создание адекватного ПРЕДСТАВЛЕНИЯ и (или) ОПИСАНИЯ условий. Плохие быстро начинают искать ответ среди содержаний семантической памяти (ВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ). Лишь первая стратегия дает возможность

обобщить приемы решения и перенести их на задания другой предметной области (АНАЛОГИЯ). Речь идет о достаточно общих закономерностях, проявляющихся, например, и в особенностях изобретательского творчества. Психолого-педагогические исследования также свидетельствуют о том, что хороший студент или ученый отличается от плохого не столько количеством фактических знаний, сколько умением «видеть», что информация, полученная в одном контексте, пригодна для использования в другом.

Роль уровня F ярко выступает в исследованиях, моделирующих обстоятельства реальной жизнедеятельности. В одном из них испытуемые должны были в течение «десяти лет» управлять небольшой административно-хозяйственной единицей — вымышленным городом «Лохаузен», который был реализован с помощью ЭВМ как сеть из примерно 2400 взаимодействующих экономических, демографических, экологических, политических и психологических переменных.⁵ Испытуемые могли вызывать любую исходную информацию. Они должны были оценить еще и предпринять адекватные действия, направленные на процветание «Лохаузена» и его «жителей». Поскольку в ряду многократных вложений ментальных пространств друг в друга могут с некоторыми изменениями повторяться образы «Я» и «значимого другого», возникают столь характерные для уровня F эффекты стереоскопичности и рефлексивности — мы смотрим на себя «со стороны», оцениваем других в зависимости от того, как они предположительно оценивают нас, пытаемся представить, как бы мы поступили на месте другого, либо другой поступил в нашей ситуации и т. п. Интерес представляют в этой связи особенности логического метода Шерлока Холмса. Вопреки стандартному убеждению, он широко использовал не только дедукцию, но и индукцию, аналогию и рефлекссию, о чем свидетельствует следующая цитата из «Обряда дома Месгрейвов»: «Вы знаете мой метод... Уотсон: я ставлю себя на место действующего лица, и прежде всего, уяснив для себя его умственный уровень, пытаюсь вообразить, как бы я сам поступил в аналогичных обстоятельствах». В русском литературоведении признанным «героем рефлексии» считается Печорин. Его несомненное интеллектуальное превосходство над окружением в значительной степени является превосходством в полноте и глубине рефлекс-

⁴ См. также: Величковский Б. М. Психология познания и кибернетика // Кибернетика живого. Человек в разных аспектах. М., 1985. С. 92—106; Поспелов Д. А. О «человеческих» рассуждениях в интеллектуальных системах // Вопросы кибернетики. Логика рассуждения и ее моделирование. М., 1983. С. 5—37.

⁵ Dörner D. et al. Lahausen. Bern, 1983. S. 466.

сии, ведущей Печорина от одного успеха к другому. Но и его возможности не безграничны — в «Тамани» Печорин едва не погибает, не подумав, что могут подумать, что он может донести⁶.

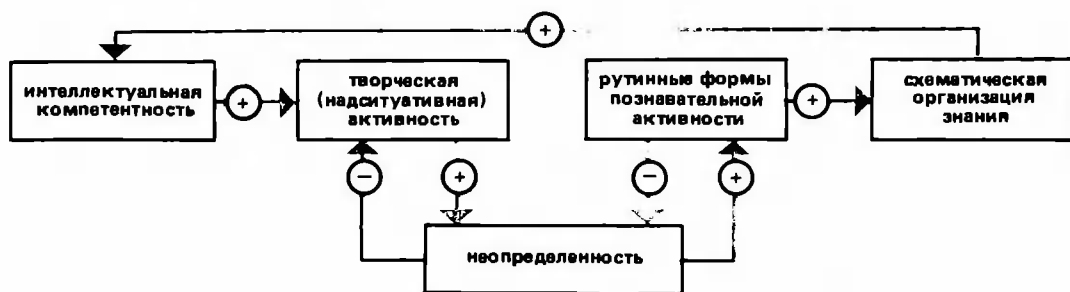
ИНТЕЛЛЕКТ И ЛИЧНОСТЬ

Эффективность интеллектуальной деятельности определяется и множеством других, еще менее специфических, чем методы мышления, факторов. В ряде исследований подчеркивается значение «интеллектуальной инициативы», понимаемой как нестимулированная извне (следовательно, имеющая внутреннюю локализацию процессов контроля) активность. Регулирующая роль мотивов проявляется в том, что общая спонтанная активность, с которой коррелируют некоторые тесты креативности, принимает форму именно интеллектуальной инициативы, а, скажем, не бытового любопытства. Об удивлении как начале всякой философии писал еще Платон. Свидетельством совершенно особого мироощущения служит признание И. Ньютона, сравнившего себя в конце жизни с мальчиком, играющим в камешки на берегу бесконечного океана непознанного, или, например, следующее замечание А. Эйнштейна: «Нормальный взрослый человек едва ли станет размышлять о проблемах пространства-времени. Он полагает, что

разобрался в этом еще в детстве. Я же, напротив, развивался интеллектуально так медленно, что только став взрослым, начал раздумывать о природе пространства и времени». Многочисленные указания на значение «нравственного начала», «выдержки», «хорошего характера», «независимости», «сильной воли» содержит, в частности, литература о А. Пуанкаре, В. И. Вернадском, А. А. Ухтомском, Н. Боре, П. Л. Капице, а также их собственная переписка. В психологических работах показано значение волевых черт личности при решении практических проблем полководцем, администратором, политическим деятелем.

На наш взгляд, эти факты объясняются двумя основными причинами. Во-первых, еще Бернштейн подчеркивал, что в иерархической системе управления каждый уровень задает мотивы для работы нижележащих функциональных структур. Это позволяет, например, понять адаптацию зрительного восприятия к оптическим искажениям как разновидность обучения, которое разворачивается в целом на уровне пространственного поля (уровень С), но подкрепляется актами практического достижения предметов (уровень D). Ведущую роль в порождении специфических человеческих мотивов, с этой точки зрения, должны играть метапознавательные координации (уровень F). К числу существенных мотивационных переменных относятся такие формы метапознавательной активности, как определенные стратегии объяснения успехов и неудач предшествующих действий. При одинаковых исходных знаниях и способностях конечный результат интеллектуальной активности будет весьма различным в зависимости от того, склонен

⁶ Петровский В. А. // Вопр. психологии. 1985. № 4. С. 17—30; Тоом А. Л. Рефлексия в художественной прозе // Семиотика и информатика. Вып. 25. М., 1985. С. 136—152.



Соотношение творческих и рутинных компонентов познавательной деятельности. Интеллектуальная компетентность в определенных предметных областях усиливает спонтанную творческую активность, способствуя выходу за их пределы. Это ведет к увеличению общей неопределенности ситуации и по механизму положительных [+] и отрицательных [-] обратных связей начинает тормозить творческую активность, одновременно используя отработанные ранее программы обследования окружения. Результатом оказывается формирование в семантической памяти новых форм схематизированного знания. Это, в свою очередь, усиливает чувство компетентности, стимулирующее творческую, «надситуативную» активность.

ли человек объяснять промежуточную неудачу недостаточностью своих усилий и внимания, врожденной бездарностью или же просто стечением обстоятельств.

Вторая причина заключается в том, что мыслительные процессы всегда развертываются на фоне и под аккомпанемент столь же динамичных, но значительно более глобальных эмоциональных состояний. Отмечая моменты ослабления и восстановления контроля за развитием событий, эмоции выполняют по отношению к интеллектуальной активности важную эвристическую функцию. Любая проблемная ситуация, не позволяющая использовать уже имеющиеся знания (уровень E) и навыки (уровень D), индуцирует состояния напряженности и тревоги. В случае серьезных научных или практических противоречий столкновение конфликтующих требований предельно обострено — они кажутся абсурдными, заведомо неразрешимыми. Именно здесь сказывается значение психологической готовности, по выражению Б. Л. Пастернака, «окунуться в неизвестность». До определенной степени такая творческая, надситуативная активность обусловлена интеллектуальной компетентностью субъекта. Надо сказать, что она всегда способствует развитию этой компетентности, так как по мере роста неопределенности ситуации активизируются относительно рутинные программы обследования окружения, которые обогащают и структуры знания в семантической памяти.

С общенаучных позиций чрезвычайный интерес представляет открывающаяся возможность уровневой трактовки эмоционально-мотивационной сферы. Исследователей познавательных процессов часто упрекают в игнорировании единства аффекта и интеллекта. Однако данный аргумент действует и в противоположном направлении — трудно вообразить, что в эволюции и социогенезе психики развитие эмоционально-мотивационной сферы происходило в отрыве от становления уровневых механизмов построения внешнедвигательной активности и ее интеллектуальной регуляции. Как отмечает один из ведущих экспертов, иерархия эмоционально-мотивационных процессов также могла бы включать несколько уровней⁷. На нижнем из них осуществляются автома-

тические реакции автономной нервной системы, эндокринных желез и иммунной системы. Над ними расположены жестко фиксированные двигательные стереотипы, обслуживающие врожденные формы поведения. Выше реализуются первичные влечения (к пище, общению, комфортной среде), которые служат поддержанию равновесия внутренней среды организма. Еще выше — прижизненно формирующиеся потребности, производные от первичных влечений, но приобретающие известную самостоятельность. Затем в наших переживаниях появляются эмоции — радость, печаль, гнев, удивление, отвращение... И только над ними впервые встречаются высшие социальные и культурные мотивы, из которых и рождаются в основном наши желания и намерения (если только нижележащим структурам не приходится срочно ликвидировать тот или иной гомеостатический кризис). Связь с теорией уровней построения движений Бернштейна, равно как и с предлагаемой нами моделью интеллектуальной организации, представляется очевидной.

Это внутреннее единство процессов интеллектуальной регуляции и эмоциональной оценки деятельности объясняет, почему нахождение решения, когда для этого требуются значительные умственные усилия в течение длительного времени, возможно только при достаточной силе воли и устойчивости познавательной мотивации, готовности пуститься в путь, исход которого заранее предсказать невозможно. Характерно, что если проблема решена, то удовлетворение, гордость и торжество могут отметить это событие еще до того, как оно будет подтверждено последовательным рациональным анализом. Включенность эмоциональных состояний в процессы метапознавательного контроля определяет их связь с интеллектуальной организацией личности. Когда страх переходит в панику, восторг в экстаз, ярость в исступление, вместе с контролем теряется также отмеченное взаимодействие аффекта и интеллекта. Видимо, именно здесь проходит важное смысловое разграничение между пониманием интеллекта в психологии и категорий «искусственного интеллекта». Даже самые удешевленные действия человека под гипнозом или по инструкциям, заданным извне, не оставляют впечатления интеллектуальных достижений, хотя они могут быть достаточны для высокой квалификации соответствующих технических систем.

⁷ См.: Хекхаузен Х. Мотивация и деятельность. Т. 2. 1986. С. 317.

ЭРНСТ МАХ—ЧЕЛОВЕК И УЧЕНЫЙ

С. Р. Филонович

...Я должен подчеркнуть, что я не философ, не психолог, но только физик.

Э. Мах

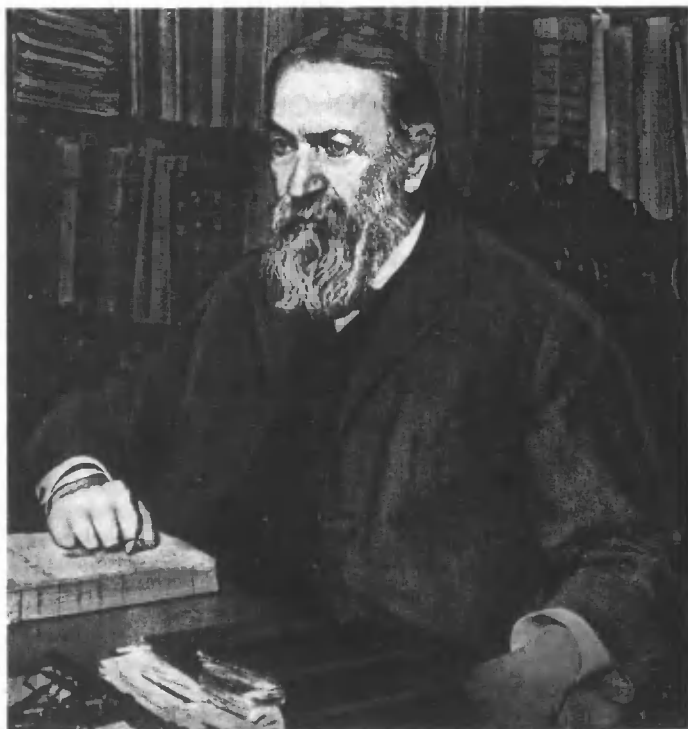


Сергей Ростиславович Филонович, кандидат физико-математических наук, доцент Московского государственного педагогического института им. В. И. Ленина. Специалист в области квантовой радиофизики. Занимается также историей науки. Автор книг: *Лучи, волны, кванты*. М., 1978; *Самая большая скорость*. М., 1983; *Шарль Кулон*. М., 1988.

У ДИВИТЕЛЬНОЕ чувство внутреннего раскрепощения, испытываемое сейчас представителями самых разных профессий, коснулось и специалистов в области истории науки, находящейся на стыке естествознания, истории, философии и методологии. Новый импульс получили исследования творчества Н. И. Вавилова и В. И. Вернадского, изданы или подготовлены биографии многих советских ученых, вокруг которых долгое время существовал «заговор молчания»... Но предстоит сделать во сто крат больше: ненаписанной остается реалистическая история развития советской науки, без которой невозможно понять причины нашего нынешнего отставания во многих областях естествознания, слабо изучено влияние русских ученых, оказавшихся по разным причинам вне Родины, на прогресс науки XX в., не исправлены многие искажения истории русской науки дооктябрьского периода, характерные для работ конца 40-х — начала 50-х годов. Перечень подобных проблем можно было бы легко умножить. К их числу относится и отсутствие комплексных исследований на русском языке деятельности ряда выдающихся зарубежных естествоиспытателей, которое объясняется более социальными, чем научными причинами. Это в полной мере относится к творчеству австрийского физика Эрнста Маха, 150-летие со дня рождения которого отмечалось в этом году мировой общественностью.

В течение многих десятилетий фигура Маха в советской научной литературе как бы «двоится». С одной стороны, в специальных изданиях¹ обсуждается вклад Маха в развитие отдельных областей физики, с другой — с заслуживающим лучшего применения упорством философское и методологическое наследие Маха представляется

¹ См., напр.: Меркулова Н. М. История механики газа (до начала XX века). М., 1978. Гл. 12—13; Визгин В. П. Релятивистская теория тяготения. Истоки и формирование. 1900—1915. М., 1981. С. 229—237.



Эрнст Мах. 18.II 1838 — 19.II 1916.

сугубо реакционным и на этом основании не изучается². Между тем весь опыт истории науки свидетельствует, что такое искусственное разделение творчества ученого неправомерно, что оно приводит к искажению соотношений между отдельными сторонами его деятельности и не позволяет их правильно оценить. Конечно, одной статьей это положение не исправить — здесь можно лишь, отметив основные вехи научной деятельности Маха, на отдельных примерах

продемонстрировать глубокую взаимообусловленность различных сторон этой многогранной деятельности.

ФАКТЫ БИОГРАФИИ

Э. Мах родился 18 февраля 1838 г. в пригороде Брно, в Моравии, на бывшей территории Австро-Венгрии. Его отец многие годы занимался частной педагогической практикой, и, поскольку первая попытка отдать сына в гимназию не удалась (Эрнст с трудом и неохотой осваивал древние языки), отцу пришлось самому заняться образованием мальчика. Домашнее обучение проходило весьма успешно, и Эрнст поступил сразу в шестой класс гимназии. Окончив ее, он стал в 1855 г. студентом Венского университета.

Интересы Маха определились рано — уже в детстве он отдавал явное предпочтение математике и естественным наукам. В университете наибольшее внимание уделял физике, которой учился у А. Эттинггаузена. В 1860 г. Мах защитил докторскую диссертацию и стал приват-до-

² Увы, еще и сейчас можно услышать суждения о Махе, от которых веет недоброй памяти прошлым: «Основоположники научного коммунизма столь велики, а их мысли столь глубоки и долговечны, что даже поминание ими теоретических и политических оппонентов подарило тем историческое бессмертие... Сомневаюсь, что мы знали бы о том, что жили на свете П. Сорокин, Мах, Авенариус... Но благодаря критике титанов эти люди сохранили свои «ниши» на поверхности истории» (интервью с Д. А. Волкогоновым// Аргументы и факты. 1987. № 25.) Непонятно, почему величие одних людей нужно обосновывать, унижая других. Подобное высказывание тем более странно, что оно исходит от человека военного — в конечном счете и сверхзвуковая авиация, и ракетная техника, и даже современная артиллерия уходят своими корнями в исследования Маха.

центом университета. Начинающий исследователь хотел заниматься экспериментальной физикой, но на это у него не было средств. Для заработка он читал много лекций, как учебных, так и популярных, что дало ему необходимый педагогический опыт; впоследствии современники высоко оценивали мастерство Маха-лектора.

Несмотря на финансовые трудности, Мах не отказался от исследовательской деятельности — она просто оказалась направленной в другое русло. В 60-е годы он увлекается экспериментами в области, которую тогда называли психофизикой. Это направление можно охарактеризовать как попытку использовать физические методы для анализа ощущений.

В 1864 г. Маха приглашают на должность профессора математики в Грац. Читая математические курсы, Мах и там продолжает заниматься физикой и физиологией (в 1866 г. он перешел на кафедру физики). Работает Мах весьма активно: за три года публикует три книги и двадцать семь статей. Наиболее значительным достижением этого периода выдвинулось обнаружение нового психофизического эффекта — так называемых полос Маха.

В 1867 г. Мах становится профессором экспериментальной физики в Праге. Переезд в Чехию укрепил материальное положение ученого (что было немаловажно, ибо в том же году Мах женился), и, главное, он получил возможность работать в собственной лаборатории, имея в распоряжении механика и ассистентов. Этот шаг, однако, имел и негативную сторону: из тихого Граца Мах попал в город, бывший центром набравшего силу движения чехов за национальную независимость. Для Маха, избегавшего

политики, это было неприятной неожиданностью. Позднее, в конце 70-х годов, во время пребывания Маха на посту ректора университета, он оказался одним из главных участников событий, связанных с разделением университета на два независимых учебных заведения (с преподаванием на немецком и чешском языках). Хотя Мах возражал против смещения языков преподавания в одном университете, его вряд ли можно обвинить в немецком шовинизме. Среди его учеников было много чехов, а один из них стал впоследствии ректором чешского университета. Неприятие Махом шовинистических идей отчетливо проявилось в его позиции по отношению к антисемитизму, получившему распространение среди германоязычных студентов в конце 80-х годов. Мах был видным членом общества в защиту прав еврейского населения.

В Праге на протяжении почти тридцати лет Мах читал курс экспериментальной физики. К этому времени относятся его основные исследования в области оптики и акустики, знаменитый цикл работ по ударным волнам. В лаборатории Маха было создано немало оригинальных демонстрационных приборов, среди которых необходимо особо выделить «волновую машину» — устройство, позволяющее показать особенности распространения продольных и поперечных волн (оно и в наши дни используется в физических кабинетах школ и вузов).

В 70—80-е годы Мах много занимается историей науки: в 1883 г. выходит в свет его сочинение «Механика. Историко-критический очерк ее развития», ставшее классическим. Обращение Маха к исто-



Лаборатория Маха в Прагском университете.

рии науки первоначально было связано с его педагогической деятельностью, поскольку он считал исторический подход к изложению физики весьма эффективным, особенно на начальном этапе обучения. Мах был заметной фигурой в движении за реформу системы образования, основывавшейся в тот период на изучении древних языков. Многие педагогические идеи Маха и сегодня не потеряли своей актуальности. Вот, например, отрывок из его очерка «О сравнительном образовательном значении физиологических наук, математики и естествознания...»: «В случае однообразия в народном воспитании, раз установившийся предрассудок объявляется чем-то непоколебимым. Высший интеллект, сильнейшая воля недостаточны, чтобы сразу сломить его. Более того, так как все приспособлено к этому воззрению, то внезапная перемена была бы и материально невозможна. (...) Наконец, влиятельный государственный деятель может нанести большой вред преподаванию даже в тех пределах, в которые ставят его закон и общественное мнение: считая свой односторонний взгляд безошибочным, он может проводить его самым беспощадным образом, не терпящим никаких возражений. Все это не только может быть, но и бывало, в действительности неоднократно. (...) Но дальше так продолжаться не может. Необходимы изменения, и эти изменения сами, без сильного нашего содействия не произойдут и, во всяком случае, произойдут медленно. Но перед нами намечен путь их. Народное представительство должно оказывать более широкое и более сильное влияние на школьное законодательство. Но для этого необходимо свободно и открыто обсуждать относящиеся сюда вопросы, вносить в них свет»³.

Мах занимался и более частными вопросами методики преподавания физики. В течение многих лет он был одним из редакторов специального методического журнала.

К пражскому периоду жизни Маха относится и его обращение к вопросам теории познания. В этой области как бы слились разнородные интересы ученого: физика и психология, физиология и история науки. Здесь не место подробно обсуждать достоинства и недостатки философских построений Маха. В целом, конечно, вряд ли кто-нибудь из современных есте-

ствоиспытателей разделяет теорию Маха о сведении научного описания к построению комбинаций из элементов ощущений на основе принципа экономии мышления. Однако не следует забывать, что отдельные проблемы, сформулированные Махом, оказались весьма существенными для дальнейшего развития науки (достаточно вспомнить о проблеме «наблюдаемых» в квантовой механике). Приведем в этой связи высказывание В. И. Ленина из письма М. Горькому, в котором обсуждалась дискуссия вокруг теории познания Маха — Авенариуса: «... я считаю, что художник может почерпнуть для себя много полезного во всякой философии»⁴. Ленин, конечно, под словом «художник» подразумевал человека творчества вообще. Как бы иллюстрацией к этой ленинской мысли являются слова А. Эйнштейна, сказанные о Махе: «Как вообще могло случиться, что столь одаренный естествоиспытатель вынужден был заботиться о теории познания? Разве по его собственной специальности ему не осталось достойной работы? Такие вопросы мне иногда приходится слышать от некоторых моих коллег. Еще чаще такие вопросы если и не задаются вслух, то подразумеваются. Я не могу разделять таких убеждений. (...) Я даже думаю, что те, кто считает себя противником Маха, вряд ли сознают, сколько высказанных им идей они, так сказать, впитали с молоком матери»⁵. Заметим при этом, что и сам Эйнштейн не был адептом теории Маха, однако он испытал на себе влияние его идей и считал это влияние благотворным. Представляется, что философские и методологические взгляды Маха, с учетом достижений естествознания и развития теории познания в XX в., заслуживают более внимательного анализа со стороны современных философов-марксистов.

В 1894 г. в семье Маха произошла трагедия. Его сын Генрих, с юных лет питавший склонность к науке и уже в двадцать лет защитивший докторскую диссертацию по химии в Геттингене, через несколько недель после защиты покончил жизнь самоубийством. Чувство вины за гибель Генриха не покидало Маха. Он решил сменить обстановку, уехать из города, где все напоминало о сыне. В 1895 г. Мах переезжает в Вену.

Об обстоятельствах возвращения Маха в Вену стоит сказать подробнее — они спо-

³ Мах Э. Популярно-научные очерки. М., 1909. С. 243—244.

⁴ Ленин В. И. Полн. собр. соч. Т. 47. С. 143.

⁵ Эйнштейн А. Собр. науч. тр. Т. IV. М., 1967. С. 27—28.

собствуют развенчанию некоторых мифов, сложившихся вокруг его имени. Кафедру физики в Венском университете в это время занял Л. Больцман, поэтому Мах мог претендовать лишь на вакантную кафедру философии. Но против его назначения выступали клерикальные круги, обвинявшие ученого в атеизме (как видим, ему еще при жизни пришлось выдерживать критику с обеих сторон — и от атеистов и от клериков). Однако эту трудность удалось преодолеть благодаря вмешательству лиц, близких к правительственным кругам и ценивших Маха как мыслителя. Следует также упомянуть о том, что Больцман выступал за приглашение Маха в Вену. В одном из писем Маху Больцман писал: «... хочу выразить радость по поводу того, что найду в Вас воодушевленного наукой коллегу, у которого я, наверное, многому смогу научиться»⁶. Легенда о непримиримой вражде между двумя учеными на почве неприятия Махом атомизма не имеет оснований⁷.

В Вене Мах занял кафедру философии, ориентированную на преподавание «истории и теории индуктивных наук». Успех его лекционной деятельности превзошел все ожидания. Он читает курсы, тематика которых варьируется от истории различных областей физики и науки в целом до специальных вопросов психологии. Мах ведет и интенсивную литературную работу, в частности в 1896 г. выходит его книга «Основы учения о теплоте»; он начинает работать над аналогичным сочинением, посвященным оптике, публикует статьи по проблемам преподавания естественных наук. Однако этот творческий взлет был прерван внезапной болезнью (1898) — инсультом, приведшим к частичному параличу, от которого Мах оправился, но продолжать интенсивную преподавательскую работу уже не смог. В 1900 г. он уходит в отставку.

На протяжении ряда лет Мах является членом верхней палаты австрийского парламента. По мере сил он продолжает научную работу. В 1908—1910 гг. происходила острая дискуссия между М. Планком и Махом по вопросам теории познания. Немецкий историк науки Ф. Гернек справедливо отмечал, что «спор между Планком и Махом является наглядным примером теоретико-познавательных дискуссий о методе в новейшей физике. Спор, который обе стороны вели с максимальной остротой, не позволяет,

однако, рассматривать его как борьбу между материализмом и идеализмом, что было бы слишком грубым упрощением»⁸. В это же время Мах работает над своей «Оптикой» — он завершает книгу, однако из-за начавшейся войны она не была издана при жизни ученого.

В 1912 г. Мах переехал в Германию, где к тому времени обосновался его старший сын Людвиг. Мах умер в доме сына 19 февраля 1916 г.

НАУЧНОЕ ТВОРЧЕСТВО МАХА

При чтении работ Маха, к какой бы области они ни относились, возникает чувство соприкосновения с удивительно спокойным и сильным интеллектом. Свидетельства современников показывают, что это ощущение испытывали практически все, кто знал Маха лично⁹. Это обстоятельство особенно важно потому, что у него есть оборотная сторона — чаще всего идеи и замечания Маха проигрывают, когда даются в переложении. Всякий, кто хочет составить представление о Махе-ученом, должен познакомиться с его книгами или статьями. Поскольку это не всегда просто сделать, то в рассказе об основных работах Маха, относящихся к естествознанию, мы будем прибегать к цитированию чаще, чем это обычно принято.

Психофизика. В предисловии к русскому переводу книги «Анализ ощущений» Мах признался, что в молодости он испытал глубокое потрясение, поняв иллюзорность кантовской «вещи в себе». Далее он писал: «Это переворот в мировоззрении автора естественно дал себя знать и в его профессиональных, т. е. физических исследованиях. Для приведения этих последних к желательному концу у него сначала не было более или менее достаточных экспериментальных данных. Частью вследствие этого обстоятельства, а частью и из склонности и интереса к вопросам теории познания автор обратился к опытам со своими

⁸ Гернек Ф. Пионеры атомного века. Великие исследователи от Максвелла до Гейзенберга. М., 1974. С. 149.

⁹ Известный американский психолог У. Джеймс писал о своей первой встрече с Махом так: «Я не думаю, чтобы кто-нибудь производил на меня когда-либо столь сильное впечатление чисто интеллектуальной одаренностью. Он, очевидно, читал все и обладает абсолютной простотой манер и непреодолимым обаянием улыбки» (The Letters of William James. Boston, 1920. Vol. 1. P. 211—212).

⁶ Больцман Л. Статьи и речи. М., 1970. С. 187.

⁷ Подробнее об этом см.: Полак Л. С. Людвиг Больцман. М., 1987.

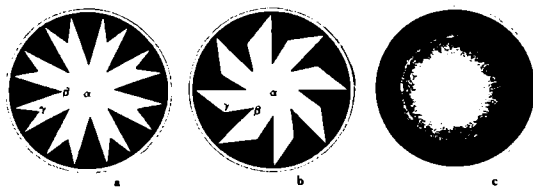


Рисунок из работы Маха, иллюстрирующий обнаруженный им психофизический эффект — образование так называемых «полос Маха». Справа — вид неподвижных дисков, слева — вид тех же дисков, приведенных в быстрое вращение. В центральной части α поле зрения кажется белым. В областях β , где начинаются черные секторы, и γ , где они испытывают излом, наблюдатель видит круговые полосы.

органами чувств. Так возникли его работы по физиологии органов чувств за 1861—1875 гг.»¹⁰.

Из предшественников в этой области на Маха наибольшее влияние оказал Г. Т. Фехнер, пропагандировавший введение в психологию экспериментально-математических методов. Мах также пошел в своей работе по пути эксперимента и вскоре обнаружил новый эффект: «Случайно я заметил явление, связанное с вращающимся диском с белыми и черными секторами, дальнейшее исследование которого привело меня к более общему закону психологической оптики. ...Когда быстро вращают диски, показанные на рис. а и б, возникает изображение с. Оно кажется серым, становящимся более темным к краю, но пересекается узкими, более яркими, несколько размытыми кольцами в местах, где черные секторы обрываются или испытывают излом. Явление светлых колец удивит всякого, кто будет искать его теоретическое объяснение, поскольку очевидно, что когда оба диска а и б приводятся во вращение, они должны давать одно и то же отношение яркости, согласно закону Тальбота—Плато¹¹. От центра α до кольца, проходящего через β , они должны оказаться равномерно белыми. В β начинаются черные секторы, что должно порождать серый цвет, равномерно темнеющий по направлению к γ . От γ и далее, где секторы претерпевают излом или, соответственно, где начинаются новые секторы, степень потемнения должна расти быстрее. А priori не следует ожидать, что кольца

β и γ должны быть светлее, чем их окружение... Соответственно они не должны прерывать непрерывности освещенности»¹².

На основе многочисленных вспомогательных экспериментов Мах установил, что «каждая точка, где кривая интенсивности света имеет излом, будет казаться ярче или темнее, чем ее окружение». Он объяснил это взаимным воздействием соседних участков сетчатки глаза человека. Так в науку вошли «полосы Маха»¹³.

Так же «случайно» Мах сделал наблюдение, приведшее его к установлению функций полукружных каналов в ухе человека. Однажды, находясь в вагоне поезда, совершавшего поворот, он заметил, что деревья, дома и другие предметы, видимые в окне, как бы отклонились от вертикали. Опытами со специальной центрифугой Маху удалось показать, что давление жидкости в полукружных каналах на нервные окончания создает ощущение «физиологической» вертикали. Постепенно у Маха выработался свой подход к проблеме ощущений, который в наиболее полной форме сформулирован им в книге «Анализ ощущений» (1886). Сам Мах скромно оценивал свои достижения в этой области: «Ничуть не претендуя на звание физиолога и — тем более — философа, я все же надеюсь, что работа физика, хотя и выходящая за пределы, общепринятые в его специальности, но предпринятые исключительно из живой любознательности, не окажется бесполезной и для других... даже в том случае, если бы не все мои выводы оказались правильными»¹⁴.

Главное, что исследования Маха подтвердили мысль, сформулированную им в одной из первых работ по зрительным ощущениям: «Вплоть до недавнего времени все явления, относившиеся к психологии, не принимались за факты; как только дело касалось их реальности, они считались несоизмеримыми с физическими явлениями... Эти времена прошли. Мы знаем, что даже «иллюзии» являются фактами и что за ними кроются законы. Теперь мы даже слегка преувеличиваем это и иногда забываем, что каждое психическое явление должно соответствовать явлению физическому и что

¹⁰ Мах Э. Анализ ощущений. М., 1908. С. 13.

¹¹ Этот закон фактически утверждает, что при быстрых периодических изменениях освещенности поля зрения реакция глаза соответствует средней по времени освещенности.

¹² Mach E. Sitzungsber. Akad. Wissensch., Math.—Natur. Classe. Wien, 1865. Bd. 52. Abt. 2. S. 303—304.

¹³ О современных исследованиях «полос Маха» см.: Ratliff F. Mach Bands: Quantitative Studies on Neural Networks in the Retina. San Francisco, 1965.

¹⁴ Мах Э. Анализ ощущений. С. 16.

очень желательно определить это соответствие»¹⁵.

Экспериментальная физика. Самооценке даже выдающегося ученого не всегда можно доверять, но она всегда интересна, ибо дает некоторую «систему координат», в которой можно рассматривать его творчество. Мах считал себя прежде всего физиком, точнее, физиком-экспериментатором. Каких же успехов добился Мах в этом качестве?

Первое самостоятельное исследование Маха, выполненное после защиты диссертации, было посвящено эффекту Доплера, который состоит в том, что при относительном движении источника и наблюдателя изменяется частота воспринимаемого сигнала. Хотя реальность этого эффекта была подтверждена наблюдениями, в 50-е годы против выводов Х. Доплера выступил Й. Петцваль, работавший в Венском университете. Он утверждал, что должен выполняться «закон сохранения периода»: при движении среды по отношению к источнику и наблюдателю, которые относительно друг друга покоятся, изменение частоты наблюдаться не должно. Сейчас очевидно, что нападки Петцваля на эффект Доплера основаны на недоразумении, поскольку рассмотрение Петцваля лишь дополняет теорию Доплера, но не противоречит ей. Мах создал простой прибор, с помощью которого продемонстрировал справедливость выводов как Доплера, так и Петцваля. Этот прибор счел необходимым описать в знаменитой «Теории звука» Дж. Рэлей. Отметим, что интерес к эффекту Доплера находился в русле исследований ощущений, которые вел Мах.

В начале 70-х годов Мах много занимается изучением распространения акустических волн в различных средах. Итогом этих исследований стала книга «Оптико-акустические опыты. Спектральное и стробоскопическое исследование звучащих тел» (1873). Но все описанные в ней эксперименты были лишь подготовкой к важнейшему циклу исследований Маха по физике, посвященному ударным волнам в газах.

Обращение Маха к этой теме было вызвано появлением работы, в которой описывался оригинальный метод наблюдения взрывных волн в воздухе, порожденных электрическим разрядом. Две искры возбуждались на поверхности стекла, покрытого тонким слоем сажи, и взрывные волны уда-

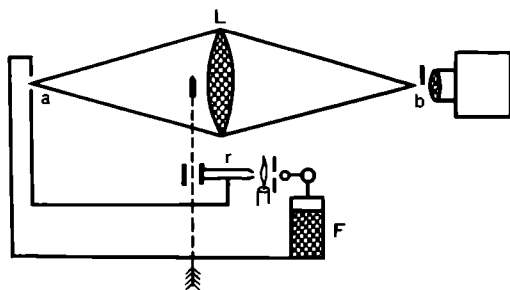
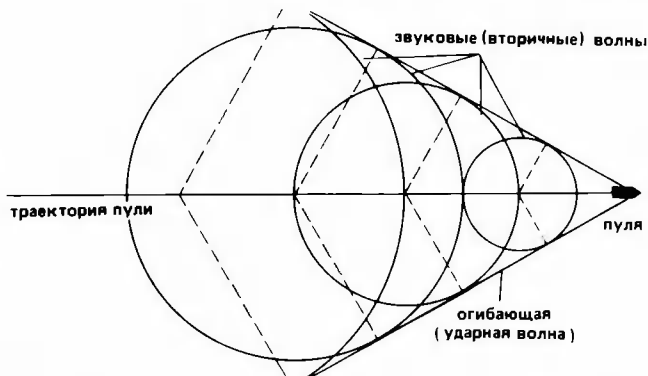
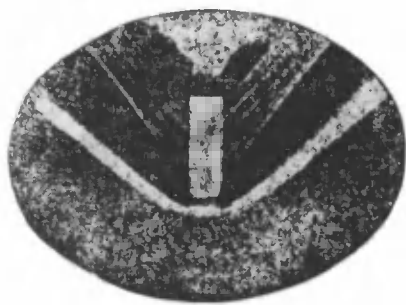


Рис. 4. Схема установки Маха для фотографирования пули, летящей со сверхзвуковой скоростью. Опыт состоит в том, что пуля фотографируется в тот момент, когда она проходит через ось оптической системы. Источником света является искра в разряднике а, изображение которой попадает на заслонку б: в этих условиях в объектив попадают только те лучи, которые испытали преломление на неоднородностях среды — это и есть суть шлирен-метода. Деревянное кольцо, через которое пролетает пуля, соединено с трубкой г, свеча и ширма служат для синхронизации действия системы. Пролетающая через кольцо пуля создает в воздухе трубки волну, которая по выходе из правого конца трубки выбрасывает пламя свечи через отверстие ширмы, вследствие чего электрическая цепь замыкается и происходит разряд лейденской банки F, создающий искру. Длина трубки г подобрана так, чтобы искра возникла как раз в тот момент, когда пуля будет находиться на оси оптической системы.

ляли сажу почти со всей поверхности стекла, за исключением участков, где действие двух волн компенсировалось. Мах сначала хотел применить эту методику для измерения малых промежутков времени, но вскоре был вынужден отказаться от своего намерения. Оказалось, что волны в воздухе, возбуждаемые искрой или взрывом, обладают особыми свойствами. Скорость этих волн зависит от силы взрыва и уменьшается по мере удаления от его источника. Кроме того выяснилось, что эти волны демонстрируют специфическое отражение от плоской поверхности и при их взаимодействии между собой возникают своеобразные, ранее не наблюдавшиеся эффекты. Мах связал обнаруженные особенности взрывных (ударных) волн с теорией волн в воздухе, характеризующихся конечной (не пренебрежимо малой) амплитудой, которую развил Б. Риман в 1859 г.

Однако это была лишь первая фаза работы. О начале второй Мах вспоминал: «В 1881 году мне пришлось присутствовать в Париже на лекции бельгийского баллистика Мельсенса. Между прочим он высказал предположение, что пули, обладающие большой скоростью, двигают впереди себя массы сгущенного воздуха, которые и вызывают, по его мнению, в достигаемых ими телах

¹⁵ Mach E. Op. cit. S. 322.



Фотография из работы Маха с изобразением пули, летящей со сверхзвуковой скоростью (слева). Отчетливо видна головная ударная волна. Справа — образование головной волны по Маху. Точки траектории пули в момент их прохождения становятся источниками звуковых волн, которые распространяются медленнее пули. Огибающая таких волн и представляет собой пространственную ударную волну.

известные взрывные действия¹⁶. У меня появилось тогда желание проверить эти представления на опыте и сделать весь процесс, если таковой существует, доступным чувственному восприятию. Это мое желание подкреплялось еще тем соображением, что все необходимые для того средства имеются уже наготове, а некоторые из них были применены и испытаны мною уже при других работах¹⁷.

Под уже испытанными средствами Мах подразумевает «теневого» метод (шлирен-метод) Теплера, с помощью которого можно наблюдать слабые неоднородности в прозрачных средах: изображение источника света формируется на специальной заслонке, вследствие чего в объектив фотоаппарата или на экран попадают только те лучи, которые испытали преломление на неоднородностях среды. Идея опытов Маха состояла в том, чтобы сфотографировать пулю в тот момент, когда она проходит через ось оптической системы. Основная трудность в реализации этой идеи состояла в синхронизации включения источника света (у Маха — возникновения электрической искры) и пролета пули. Для преодоления этой трудности Мах предложил оригинальный прием, состоявший в том, что пуля сама «включала» разряд, и благодаря специальной «линии задержки» он происходил в

точности в момент пролета пули через оптическую ось.

На фотографиях летящих пуль отчетливо проявилась головная конусообразная ударная волна, которая и является причиной специфических «разрывных» эффектов. Как выяснил Мах, эта волна возникает лишь при условии, что скорость пули превосходит скорость звука в среде. Мах объяснил возникновение головной ударной волны на основе принципа Гюйгенса. Это позволило ему установить связь между скоростями пули ω и звука v и углом α между направлением движения пули и образующей конуса волны $\sin \alpha = v/\omega$. Отношение ω/v , играющее важную роль в газодинамике, получило впоследствии название «числа Маха».

Мах подробно изучил свойства волн, генерируемых снарядами, движущимися со сверхзвуковыми скоростями, используя различные методики наблюдений. Кроме того, он исследовал и особенности движения потока газа, обладающего сверхзвуковой скоростью. В целом Мах по праву считается основоположником целого направления в динамике жидкости и газа, занимающего видное место в современной науке и технике.

Для характеристики личности Маха необходимо подчеркнуть, что он создал возможность использования полученных им результатов во вред человечеству. Он, однако, понимал, что искусственное торможение научных исследований не может быть эффективным и видел выход из положения в международном сотрудничестве. Мах писал: «Но в сношениях между народами старое, грубое кулачное право еще сохранилось. Но это положение дел наносит

¹⁶ Здесь Мах имеет в виду то обстоятельство, что после франко-прусской войны 1870—1871 гг. французы, применивших новый тип снарядов, обвинили в нарушении конвенции о запрещении использования разрывных боеприпасов. Французы отвергли это обвинение. В связи с этим возникла проблема объяснения особых свойств новых снарядов.

¹⁷ Мах Э. Популярно-научные очерки. С. 248.

слишком уж большой вред интеллектуальным, материальным и моральным силам народов, оказывая давление с одинаковой силой в мире, как и во время войны, на победителей, как и на побежденных, оно становится все более и более несносным. К счастью, и мышление, и обсуждение дел перестали быть исключительным достоянием тех, которые скромно причисляют себя к «верхушке общества». Как и везде, зло и здесь само пробудит интеллектуальные и этические силы, которые сумеют уменьшить его. Пусть расовая и национальная ненависть справляет свои оргии, международные сношения становятся все шире и вместе с тем теснее. Рядом с вопросами, которые служат к разделению народов, все яснее и с большей силой выступают великие общие цели, которые в будущем будут поглощать все силы людей»¹⁸. Эти слова — свидетельство высокого гуманизма Маха.

Основания физики и история науки.

Хотя Мах считал себя только физиком и имел немало последователей в разработке проблемы ударных волн, все же основное влияние на современников и последующие поколения ученых оказали его работы по истории науки. В книгах Маха «Механика», «Основы учения о теплоте», «Оптика», а также в сборнике очерков по психологии исследования «Познание и заблуждение» дан глубокий критический анализ истории развития физики и происхождения многих ее понятий. Эти книги представляют несомненный интерес и для современных читателей.

Особое значение имела критика Махом основ ньютоновской механики. Указав на недостатки представлений об абсолютном пространстве и абсолютном времени, он в определенной степени предвосхитил идеи теории относительности. Об этом говорят, например, такие отрывки из «Механики»: «Когда мы говорим, что тело К изменяет направление движения и скорость только под действием другого тела К', мы никогда не сможем узнать этого, если не будет других тел А, В, С..., относительно которых можно было бы судить о движении тела К. Следовательно, мы познаем, собственно говоря, некоторое отношение тела К к телам А, В, С... Если мы не будем принимать в расчет тела А, В, С... и будем говорить о поведении тела К в абсолютном пространстве, то мы совершим при этом двойную ошибку. Во-первых, мы не можем

знать, как вело бы себя тело К в отсутствие тел А, В, С... Во-вторых, у нас не будет никаких средств, с помощью которых можно было бы проследить за поведением тела К и проверить наши суждения, которые, в силу этого, не будут иметь никакого физического смысла»¹⁹. Или: «Опыт Ньютона с вращающимся сосудом с водой показывает только то, что вращение воды по отношению к стенкам сосуда не пробуждает заметных центробежных сил, но что эти последние пробуждаются вращением по отношению к массе Земли и остальным небесным телам. Никто не может сказать, как протекал бы опыт, если бы стенки сосуда становились все толще и массивнее»²⁰... Эйнштейн считал, что Мах «был недалек от того, чтобы прийти к общей теории относительности» и пояснял: «Рассуждения Маха о ньютоновском опыте с ведром показывают, сколь близко его духу было требование относительности в обобщенном смысле (относительности ускорения). Во всяком случае, в этих рассуждениях чувствуется ясное понимание того, что требование равенства инертной и тяжелой масс тел приводит к постулату относительности в более широком смысле, ибо с помощью эксперимента мы не можем отличить, обусловлено ли падение тела относительно некоторой системы отсчета наличием какого-то гравитационного поля или ускорением системы отсчета»²¹. В обоснование этого суждения Эйнштейна можно привести множество цитат из работ Маха, но мы ограничимся еще лишь одной: «...естествоиспытатель все же чувствует потребность в более широкой точке зрения, в познании непосредственных связей, связей, например, масс Вселенной. В качестве идеала он мечтал бы о принципиальной точке зрения, из которой равным образом вытекали бы и ускоренные движения, и движения по инерции»²². Здесь просматривается идея, получившая название «принципа Маха», согласно которой инертные свойства тела определяются в конечном счете воздействием всех тел Вселенной. Неудивительно, что в период работы над ОТО Эйнштейн состоял в переписке и встречался с Махом²³, хотя в это вре-

¹⁹ Мах Э. Механика. Историко-критический очерк ее развития. СПб, 1909. С. 191—192.

²⁰ Там же. С. 194.

²¹ Эйнштейн А. Цит. соч. XI. С. 31.

²² Мах Э. Механика. С. 205—206.

²³ Подробный анализ взаимоотношений Маха и Эйнштейна дан в монографии: Wolters G. Mach I, Mach II, Einstein und die Relativitätstheorie. B, 1987.

¹⁸ Там же. С. 263—264.

мая последний уже не вел активных научных исследований.

Пожалуй, в наиболее общей форме роль Маха в естествознании конца XIX — начала XX вв. определил Больцман в рассказе об одном столкновении со своим старшим коллегой: «Однажды в зале заседаний Венской академии я весьма оживленно обсуждал ценность атомистической теории, ставшей как раз животрепещущей для физиков, с группой академиков, среди которых находился надворный советник профессор Мах... Вдруг Мах лаконично заметил: «Я не верю в существование атомов». От этого высказывания у меня голова пошла кругом... Сам Мах остроумно пояснял, что ни одна теория не является совершенно правильной, но также едва ли является совершенно ошибочной, скорее всего всякая теория должна постоянно совершенствоваться, как организмы по теории Дарвина. Благодаря ожесточенной борьбе, которая против нее ведется, постепенно отпадает все нецелесообразное, а целесообразное остается...»²⁴. Именно этим путем движется и современная физическая теория.

ОБЩЕЕ ЗАМЕЧАНИЕ

В целом естественнонаучное творчество Маха удивительно гармонично — все его составные части тесно связаны между собой. Однако это не означает, что при его анализе не возникает проблем. Как оценить, например, высказывание Эйнштейна о том, что физические эксперименты Маха «не были основаны на принципиально новых идеях»?²⁵ На наш взгляд, в научной судьбе Маха есть внутренний драматизм. Увлечение в юности, в период становления его как ученого, психофизикой привело к формированию у Маха особого стиля экспериментирования, основой которого была визуализация исследуемого эффекта. Другой стороной

этого стиля было настороженное отношение к косвенному опыту. У Маха наблюдается самоограничение в выборе экспериментальных средств и методов, применяемых им самим, хотя его кругозор в области методики и техники физического эксперимента был очень широк. Из-за этого работы Маха оказались вне основного русла исследований по физике последних десятилетий XIX в. Здесь мы имеем дело с поучительным примером взаимного воздействия различных областей деятельности ученого, которое можно уподобить воздействию соседних участков сетчатки, приводящему к возникновению «полос Маха». Представляется, что эта историко-научная и психологическая проблема заслуживает более подробного изучения.

ВМЕСТО ЗАКЛЮЧЕНИЯ

Перечитав написанное, автор, к сожалению, убедился, что не смог в полной мере выразить то чувство прикосновения к чему-то глубокому и прекрасному, которое он испытал при знакомстве с творчеством Эрнста Маха. Вместе с тем у него возникло и чувство досады. Почему с книгами Маха на русском языке²⁶ приходится знакомиться по изданиям, давно ставшими библиографической редкостью? Почему о его судьбе, и личной, и научной, можно узнать лишь из книг, изданных за рубежом? Ведь именно поэтому хочется, нужно подробнее сказать и о той стороне его деятельности, и о другой... Но решить эту задачу здесь невозможно. Где-то нужно остановиться. Остановиться в надежде, что через некоторое время подобные вопросы потеряют актуальность.

²⁶ Кроме уже цитировавшихся, на русском языке были изданы еще несколько книг Маха: Введение к учению о звуковых ощущениях Гельмгольца. СПб, 1879; Учение об электричестве и магнетизме в элементарном изложении. СПб, 1894; Познание и заблуждение. Очерки по психологии исследования. М., 1909; Принцип сохранения работы. История и корень его. СПб, 1909. Хотелось бы также отметить, что составители сборника «Альберт Эйнштейн и теория гравитации» (М., 1979), преодолев немалые трудности, все же добились включения в него отрывков из книг Маха «Механика» и «Познание и заблуждение».

²⁴ Больцман Л. Цит. соч. С. 188.

²⁵ Эйнштейн А. Цит. соч. С. 32.

НАШ КОЛЛЕГА В.В.ПАРИН

В этом году академику Василию Васильевичу Парину [5.III 1903—15.VI 1971] исполнилось бы 85 лет. И хотя дата не юбилейная, советские физиологи, а также мировая общественность отметили ее специальной сессией. В. В. Парина очень любили, и очень многое в современной физиологии связано с его именем. Последние годы своей жизни, вплоть до самой кончины, В. В. Парин был одним из активных членов редакционной коллегии «Природы», поэтому мы тоже не захотели остаться в стороне от этого события и посвящаем ему специальную публикацию, содержащую ряд новых интересных фактов жизни и творчества замечательного ученого и человека.

ГЛАВА В ИСТОРИИ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ФИЗИОЛОГИИ

Ф. З. Меерсон,
доктор медицинских наук
Институт нормальной и патологической
физиологии АМН СССР
Москва

С ТЕЧЕНИЕМ времени становится ясно, что из научных достижений прошлого значимо сегодня, что будет играть роль завтра и что именно из своего прошлого арсенала использует наука для будущего развития. Такое перемещение человеческих свершений из прошлого в будущее служит главным критерием деятельности большого ученого и руководителя науки. Этот критерий особенно важен для нас, когда мы рассматриваем неоценимое наследие Василия Васильевича Парина, выдающегося советского физиолога — инициатора целого ряда научных направлений, таких как клиническая физиология, молекулярная кардиология, космическая физиология и физиологическая кибернетика, которые сегодня плодотворно развиваются во всем мире. Это оказалось возможным потому, что Парин был не только выдающимся ученым, но и замечательным учителем, воспитавшим десятки признанных в настоящее время специалистов по каждому из этих направлений.

Деятельность Парина не ограничивалась рамками научных исследований. До войны он руководил Свердловским, а затем I Московским медицинским институтом; в тяжелые военные годы был заместителем наркома здравоохранения СССР по науке, а затем одним из учредителей Академии медицинских наук СССР и первым ее академиком-секретарем, в дальнейшем руководил отечественными исследованиями в обла-

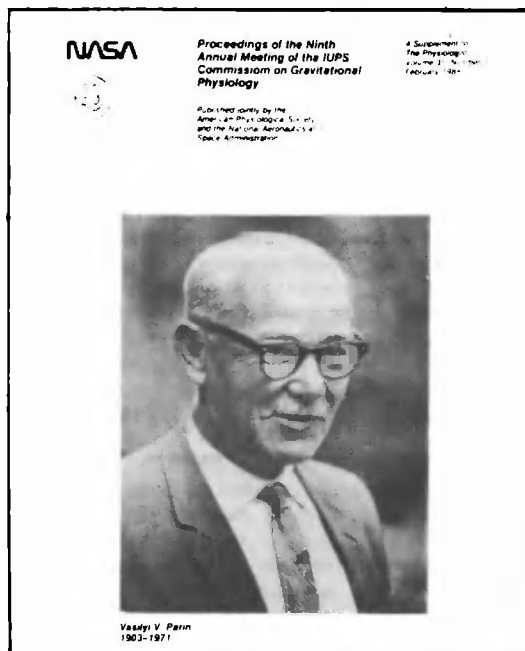
сти космической медицины, и во всех начинаниях Парину помогали его человеческие качества. Неизменный такт, умение ценить и уважать человеческое достоинство окружающих позволяли ему не просто успешно руководить людьми, но открывать перед каждым новые творческие возможности и именно так решать самые сложные задачи.

Этот длинный перечень заслуг Парина широко известен не только в нашей стране, но и за рубежом. Недаром IX Ежегодная сессия Комиссии по гравитационной физиологии Международного союза физиологических наук посвятила специальный, изданный НАСА, выпуск своих трудов Парину «как всемирно известному физиологу». Оценивая во вступительной статье этого сборника многогранность и весомость научной деятельности Парина, составители отмечают, что он «как ученый и человек, исследователь и организатор до сих пор остается источником вдохновения для многих людей, посвятивших себя науке»¹.

О Парине написаны статьи и книги²; известно, что он прошел научную школу

¹ Suppl. to «The Physiologist». 1988. Vol. 31. № 1.

² В издательстве «Московский рабочий» выходит в свет биографическая книга С. Г. Чурова «Сотворивший науку», куда вошли многочисленные архивные документы о бурных событиях военных и послевоенных лет, которые бережно сохранила Н. Д. Парина.



Обложка журнала «The Physiologist», посвященного 85-летию со дня рождения В. В. Парина.

у двух выдающихся физиологов, учеников И. М. Сеченова — Б. Ф. Вериги и А. Ф. Самойлова, и был, таким образом, продолжателем лучших традиций отечественной физиологии. Но еще до встречи со своими научными учителями Парин прошел другую, не менее значимую школу. Этой школой была его семья, а главными учителями — родители, Василий Николаевич и Нонна Ивановна. Одну из своих первых статей «Новые взгляды на механизм действия сердечных нервов» сын подарил отцу со следующей надписью: «Твоя жизнь, прошедшая в непрестанном стремлении к науке и самосовершенствованию, всегда останется для меня тем идеалом, к которому я даю слово стремиться до последнего вздоха. Горячо любящий и благодарный сын В. Парин. Казань. 1 декабря 1927 г.»³

Жизнь Василия Николаевича действительно была достойна подражания. Он родился в глухой, далекой от культурных центров удмуртской деревне, где окончил 2-классную школу. В дальнейшем сумел с честью окончить медицинский факультет

Казанского университета и защитить докторскую диссертацию. Его научная работа была отмечена золотой медалью, он стал великолепным хирургом и был направлен на стажировку в Германию. В годы первой мировой войны он — фронтовой хирург, начальник медсанчасти знаменитой Брусиловской армии. В бытность свою заведующим кафедрой хирургии в Пермском медицинском институте Василий Николаевич сделал одну из первых успешных операций на сердце. Он стал первым профессором медицины из Удмуртии и организовал Ижевский медицинский институт. Пожалуй, сегодня для нас важнее всего, что Василий Николаевич предъявлял к своим детям очень высокие, подчас суровые требования, а, главное, учил их своим примером.

Мать, Нонна Ивановна, обладала не только широким образованием (она окончила Высшие женские курсы в Казани по факультету филологии, знала несколько иностранных языков), но и замечательными педагогическими навыками, унаследованными от своего отца, блестящего педагога, Ивана Матвеевича Петяева, инспектора народных училищ, который по службе был связан с И. Н. Ульяновым. И мать, и дед играли самую прямую роль в воспитании и образовании Парина. Нонну Ивановну за удивительную доброту прозвали в семье «Франциск Ассизский». Эту доброту ей удалось привить сыну.

После домашнего обучения 10-летний Василий Парин поступил во II Казанскую гимназию, зная многое сверх необходимого минимума. С 1921 по 1925 г. Парин — студент медицинского факультета Пермского университета. Здесь выполняет он первую научную работу под руководством Вериги и делает свой первый самостоятельный выбор. Вопреки настояниям горячо любимого и почитаемого отца он выбирает не хирургию (хирургом стал его младший брат Борис), а теоретическую медицину, точнее физиологию. После окончания университета и смерти Вериги, у постели которого Парин провел многие бессонные ночи, он принимает еще одно ответственное решение — учиться физиологии не в лаборатории И. П. Павлова в Ленинграде, а в лаборатории Самойлова в Казани, где прогрессировала точная инструментальная физиология. Школа Самойлова научила Парина экспериментальному мастерству, умению критически анализировать материал и предъявлять высокие требования к своим лекциям. Тем не менее в 1927 г. он принимает третье серьезное решение — покидает лабораторию Самой-

³ Парин В. В. // Казанский медицинский журнал. 1927. № 10. С. 1054—1060.

лова и возвращается на кафедру физиологии Пермского университета.

В этот же период, в 1930 г., происходит одно из самых важных событий в жизни Василия Васильевича — он навсегда связал свое сердце и судьбу с Ниной Дмитриевной Марко. Женщина тонкого ума и большой воли, она сумела не только организовать жизнь большой и даровитой семьи, она помогала мужу с честью преодолеть возникавшие трудности и невзгоды, подчас весьма драматичные.

Оценивая научную деятельность Парина, мы должны сегодня обратиться прежде всего к физиологии кровообращения, которой он занимался всю жизнь: сначала в Перми, затем на кафедре физиологии Свердловского медицинского института, далее на кафедре клинической физиологии Центрального института усовершенствования врачей и, наконец, в Академии медицинских наук в Москве.

В 1930 г. в Перми Парин начал изучать сокращение селезенки при раздражении чувствительных нервов. Эту работу он посвятил памяти Самойлова⁴. В ней Парин впервые показал, что сокращение селезенки при раздражении седалищных нервов вызвано не изменением артериального давления, а связано с сокращением самой селезенки, как под влиянием нервных импульсов (они реализуются и после денервации органа), так и с действием надпочечников. Уже тогда четко обозначались два пути регуляции сократительной функции селезенки как главного депо крови — нервный и нейрогуморальный. В дальнейшем, в Свердловске, Парин вместе с В. Н. Черниговским продолжил эти исследования, в которых было установлено, какие именно температурные раздражители и каким образом меняют ритм сокращений и объем селезенки⁵. Анализируя эти результаты, Парин прямо говорит о роли нервной регуляции в мобилизации селезенки и связывает этот факт с общими представлениями У. Б. Кеннона по физиологии эмоций, т. е. со способностью эмоций мобилизовать резервы организма. (Сегодня очевидно, что представления Кеннона были прообразом концепции стресс-реакции Г. Селье.) В самые последние годы исследования Парина по рефлекторной регуляции селезенки получили развитие применительно к портальному руслу (основному депо крови) в целом, причем было

доказано, что эмоционально-болевой стресс глубоко меняет функцию портальной (воротной) вены, собирающей кровь от всех непарных внутренних органов брюшной полости и относящей ее в печень. Возникающее при этом нарушение кровообращения может стать причиной коллапса и шока. Таким образом, уже первые эксперименты Парина дали не только аналитический результат, но и предопределили современное, важное для клиники развитие исследований по нервной регуляции портального русла.

Выход в сферу клинической патофизиологии кровообращения характерен для всех работ Парина по кровообращению. Так, в 1935 г. вместе с сотрудниками кафедры физиологии Свердловского медицинского института А. П. Полосухиным и В. Н. Черниговским он изучил влияние температуры на кровообращение человека⁶. Оказалось, что объем крови, перекачиваемый за минуту, увеличивался с ростом температуры не за счет изменения частоты сердечбиений, а исключительно из-за увеличения ударного объема крови, выбрасываемого сердцем за систолу. Эта важная деталь рефлекторной регуляции функции сердца вызвала к жизни другую удивительную по тем временам работу Парина и М. А. Уколовой по измерению систолического и диастолического объема полостей сердца в процессе его работы. В ходе эксперимента эти объемы впервые были зафиксированы рентгенографически. Парин писал: «предлагаемая нами рентгенофизиологическая методика открывает большие перспективы не только для изучения изолированного сердца, но и для изучения сердца в целом организме»⁷. Именно эта свердловская работа стимулировала развитие рентгенофизиологии, той самой рентгенофизиологии, которая вместе с ЭХО-кардиографией занимает сейчас главное место в оценке состояния сердечной мышцы и, прежде всего, диастолического расслабления у человека.

В Свердловске началось и изучение рефлексов на примере малого круга кровообращения. В те годы на плечи Парина уже легло бремя организаторской работы — он стал директором Свердловского медицинского института. Поэтому заниматься экспериментальной работой ему было совсем нелегко, и неизвестно, как сложилось бы дело, если бы не Нина Дмитриевна. Она непосредственно участвовала в опытах, своевременно извлекала директора из

⁴ Парин В. В. Избр. тр. Т. 1. М., 1974. С. 46—57.

⁵ Парин В. В., Черниговский В. Н. // Физиол. журн. СССР. 1936. Т. 20. № 4. С. 624.

⁶ Парин В. В. Избр. тр. Т. 1. С. 30—39.

⁷ Там же. С. 45.



В. В. Парин и Н. Д. Парина. Москва. 1941 г.

директорского кабинета и сделала все, чтобы эта, ставшая теперь классической, работа была выполнена. В сложных экспериментах на кошках Парин, изолировав от сосудов легкие и сохранив только нервные связи, изменял давление в легочных сосудах. В ответ возникали рефлекторная брадикардия (падение давления в большом круге) и, наконец, рефлекторное расширение селезенки⁸, названное рефлексом Парина. Этот известный комплекс работ по изучению интеррецепторов и интеррецептивных рефлексов дал важное для кардиологической клиники представление о разгрузочных рефлексах с малого круга на большой. Такое представление затем получило развитие как концепция координаторного снижения функции кровообращения, т. е. механизма, который обеспечивает уменьшение сердечной активности во избежание сердечной недо-

статочности. Наконец, очень скоро в исследованиях сотрудницы Парина Н. Г. Кроль выяснилось, что рефлексы рецепторов легочных сосудов при эмболии и других состояниях могут играть роль в развитии такого важного для клиники синдрома, как коллапс.

Мы видим, что все исследования Парина уже на «свердловском этапе» так или иначе выходят в область клинической физиологии человека. Было ли это случайностью? Нет, речь шла о планомерном развитии клинической физиологии кровообращения. Еще в 1931 г. в статье «Сердце и физический труд» с присущей ему ясностью Парин писал, что стремление физиологов и врачей познать функцию скрытых в глубине тела органов породило вивисекцию. Метод «дерзновенный и бесцеремонный», но имеющий большие ограничения, во-первых, потому что не применим к человеку, а во-вторых, потому что заведомо упрощает ситуацию и выводит орган из-под контроля регуляторных механизмов. «Теперь физиология, наконец, отхо-

⁸ Парин В. В. Роль легочных сосудов в рефлекторной регуляции кровообращения. М., 1946.

дит от этого пути чисто аналитического изучения работы отдельных органов, стремятся к изучению их деятельности в условиях, возможно более близких к жизненным, становится более обобщающей наукой. Целый ряд новых остроумных методов исследования дает ей, наконец, возможность вернуться "лицом к человеку"⁹. Эти строки были написаны 57 лет назад, когда не существовало ни катетеризации сердца, ни компьютерной томографии, ни современной клинической биохимии с радиоиммунными методами, ни компьютерных методов количественного анализа электрической активности определенных структур головного мозга, т. е. всего того, что сегодня составляет реальное содержание клинической физиологии и патофизиологии человека.

В 1941 г., вскоре после успешной защиты докторской диссертации, жизнь поставила перед Париним несоизмеримо более широкие задачи — в марте он был назначен директором I Московского медицинского института им. И. М. Сеченова. В своей речи на ученом совете 7 апреля директор сказал: «С чувством громадной ответственности приступаю я к работе по руководству наиболее мощным и старейшим высшим учебным заведением нашей родины». Ответственность, действительно, была очень велика, и вскоре Парин почувствовал ее особенно остро. 22 июля, через месяц после начала войны, фашисты бросили на город почти 300 бомбардировщиков. Это была первая, самая лютая бомбежка Москвы. К этому времени директор переселился в институт и по первой тревоге поднялся на свой директорский пост — на метеовышку. В район клиник института в ту ночь упали сотни зажигательных и нескольکو фугасных бомб. Были пожары, разрушения, но основные здания удалось спасти, и институт, отмеченный на картах фашистских пилотов, сохранился и продолжал работать и готовить для фронта первые военные выпуски врачей.

События на фронте развивались, наступило 15 октября, по-видимому, наиболее мрачный для Москвы день за всю войну. Парин получил устное распоряжение министра здравоохранения СССР Г. А. Митерева: «... не рассчитывай на железнодорожный транспорт, мобилизуй, если можно, свой транспорт, захвати сколько можешь людей, пусть едут без всяких вещей и как можно скорей». В письме по этому поводу Парин написал: «Я был ошеломлен этим разговором, абсолютно неожиданным для меня.

Перспектива позорного бегства и оставления на произвол судьбы большинства научных работников и всех студентов предстала передо мной во всем безобразии»¹⁰. В этом откровенном, отправленном, разумеется, не по почте письме, был весь Парин, человек высокого мужества и чести. Несмотря на огромные трудности Парин сумел организовать эвакуацию 20 профессоров и 40 других сотрудников института в свободном вагоне, который оказался в эшелоне Наркомздрава, и вывез их в Уфу. Однако, когда директор максимально быстро вернулся в Москву, где паника понемногу начала утихать, он обнаружил у себя на столе запрос Военной прокуратуры: «Военная прокуратура Фрунзенского р-на просит срочно сообщить, куда выбыл бывший директор Института В. В. Парин, его заместитель и главбух». Директор, как положено, наложил красными чернилами резолюцию: «Управлению делами. Сообщить. Парин. 12 ноября 1941 г.»

Между тем в морозных аудиториях института продолжалась работа. Фронту нужны были врачи. Все московские медицинские вузы к тому времени объединились в один коллектив, и возглавил этот временный сводный медицинский институт Парин. Было осуществлено три первых военных выпуска врачей: один обычный и два досрочных, последний из которых в декабре 1941 г. весь был направлен в блокадный Ленинград. Судьба этих 620 девушек с 4-го курса, надо думать, сложилась нелегко, но их благородный труд сыграл свою роль в том, что в Ленинграде во время блокады не было эпидемий.

В то время Парин постоянно контактировал по всем вопросам военной медицины с Н. Н. Бурденко, председателем ученого совета Наркомздрава СССР. В 1942 г. Парин был назначен заместителем наркома здравоохранения по науке. Едва ли сейчас можно охватить все многообразие дел, которыми он занимался на этом посту. Известна его работа по борьбе с эпидемиями в тылу Южного фронта, в Дагестане.

Сохранились интересные документы о конкретных вопросах, которые пришлось решать в эти годы Парину, например, были или не были отечественной реаниматологии. Как вспоминает создатель этого направления В. А. Неговский: «Парин брал на себя ответственность и как администратор, и как ученый за успех нашего дела. Он без всяких колебаний распорядился снарядить бригаду реаниматологов, выделить ей деньги и все необ-

⁹ Парин В. В. Избр. тр. Т. 1. С. 19—29.

¹⁰ Архив Н. Д. Паринной.



На учредительном собрании Академии медицинских наук: (слева направо) А. И. Абрикосов, Ю. Ю. Джанелидзе, Е. Н. Павловский, И. А. Куприянов, В. В. Парин, Л. А. Орбели. Москва. 1944 г.

ходимое»¹¹. Так было положено начало новому научному направлению — реаниматологии.

В 1944 г. после длительных дискуссий в Наркомздраве и ЦК партии было принято решение о создании Академии медицинских наук. Из ее учредителей А. И. Абрикосов и Н. Н. Бурденко были уже немолоды и не очень здоровы, нарком Г. А. Митерев занят организационными делами, директор Всесоюзного института экспериментальной медицины Н. И. Гращенков всецело поглощен судьбой своего большого института. Неутвержденным, но очень деятельным членом оргкомитета и, как всегда, чрезвычайно ответственным стал Парин. Он штудировал устав Английского королевского общества, готовил справки о зарубежных научных ассоциациях и академиях, проект устава академии, составлял списки академических институтов и первого состава академии. Сочиняя устав академии, Парин пытался не ставить новую академию в подчинение Наркомздрава, т. е. сделать ее возможно более независимой и самостоятельной. 20 декабря 1944 г. на учредительном собрании Абрикосов, рекомендовавший Парина академиком-секретарем, сказал: «Я должен оттенить еще одно обстоятельство — очень многих, в том числе и меня, чрезвычайно смущала та громадная ответственность, которая ложится на членов Президиума по организации Академии медицинских наук. Но когда мы дошли до об-

суждения кандидатуры академика-секретаря и выяснилось, что намечается кандидатура В. В. Парина, то мы в значительной степени успокоились. Мы поняли, что в таком академике-секретаре мы будем иметь действительно гарантию того, что значительную часть этой ответственности он возьмет на себя»¹².

На плечи Парина лег громадный труд по созданию академии. Он занимался всем — от организации институтов до реставрации прекрасного здания Жильярди на Солянке, в котором и теперь расположена Академия.

Я хочу сейчас, однако, остановиться лишь на одной стороне деятельности Василия Васильевича, а именно на контактах с зарубежными учеными, и не потому, что они были важнее, а потому что некоторые эпизоды этой деятельности особенно ярко характеризуют его как личность и как человека государственного.

В 1946 г. Парин вместе с делегацией советских ученых посетил Венгрию, познакомился с научными учреждениями и их сотрудниками, и в частности с выдающимся венгерским ученым, биохимиком, лауреатом Нобелевской премии А. Сент-Дьердьи. Отчет об этой поездке, который пока еще нигде не опубликован, представляет собой любопытнейший человеческий и политический документ. В этом официальном документе, предназначенном для самых высоких инстан-

¹¹ Резник С. Лицом к человеку. М., 1981. С. 63.

¹² Архив Н. Д. Паринной.

ций, Парин пишет: «Крайняя степень инфляции и тяжелое положение ученых, получающих ничтожный общегражданский паек и месячное жалование, достаточное для оплаты 1 трамвайного билета, привели почти к полному прекращению научной работы»¹³. Далее Парин отмечает, что институт Сент-Дьердьи, изучающий суть жизни на основе представлений ядерной физики, стал своеобразной научной общиной, в которой Сент-Дьердьи за свой счет кормит, одевает и обувает сотрудников. Нельзя без волнения читать строки, в которых Парин предупреждал, что ученый испытывает определенное «смятение чувств» и может изменить ориентацию в сторону Америки и Англии, беспокоился, нет ли в этом вольной или невольной вины сотрудников нашей миссии в Венгрии, советовал проявить по отношению к Сент-Дьердьи максимальное внимание. Этот документ — свидетельство последовательной гуманистической позиции Парина, интеллигента и коммуниста.

Между тем перед ответственной командировкой Парина в США в 1947 г. и сразу после нее развернулись драматические события, которые привели к главной трагедии в его жизни. Уже в 1946 г. сначала в научных, а потом и более широких кругах начались разговоры о новом препарате КР. Создатели этого препарата Н. Г. Ключева и Г. И. Роскин полагали, что нашли радикальное средство лечения рака. К тому времени было известно уже более 100 препаратов, подавляющих рост опухолей у животных, и, таким образом, появление КР было интересным, но все-таки совсем не экстраординарным событием в онкологии. Поэтому Президиум АМН СССР, обсуждавший вопрос о КР в марте 1946 г., принял осторожное решение — исследования развивать, но в клинику раньше времени не переносить. Однако на заседании Президиума присутствовали журналисты. И вскоре в «Известиях» и «Огоньке» появились статьи рекламного характера. Возникла нездоровая сенсация: средства против рака не было, а ложные надежды были даны, и немалые. В довершение всего история получила международный резонанс. В то время от опухоли погибал ближайший соратник президента США Ф. Рузвельта — Г. Гопкинс, и после статей в нашей прессе американский посол обратился лично к Ключевой с просьбой дать препарат для лечения Гопкинса. Тогда Ключева написала Сталину о бюрократизме Президиума АМН СССР, который не оценил великое завоевание советской науки. По ука-

занию Сталина была создана комиссия, в которую вошли два члена Политбюро. «На основе глубокого анализа проблем онкологии» комиссия решила создать лабораторию для Ключевой и Роскина и срочно опубликовать их монографию.

Но какое, собственно говоря, отношение имел ко всему этому делу Парин? Почему оно отняло у него семь плодотворных лет жизни? Я знаю об этом со слов Парина и из некоторых документов, хранящихся в семейном архиве. Ключева и Роскин обсуждали свои результаты с Париным как с академиком-секретарем. Они подробно рассказывали о своих экспериментах с препаратом. Парин даже посоветовал выращивать трипаносом (из которых получили препарат), заражая ими не взрослых коров, а телят, у которых иммунитет еще не сформировался. Ключева и Роскин предложили Парину соавторство. Он их предложение, естественно, отклонил. Вскоре по решению Совета Министров СССР Парин был командирован в США для обмена информацией и с согласия министра Митерева взял с собой для публикации в американских журналах работу Ключевой и Роскина. В плане поездки, согласованной с Министерством иностранных дел, передача рукописи была предусмотрена. 17 февраля 1947 г. сразу по возвращении из четырехмесячной поездки, Парина неожиданно вызвали на заседание Политбюро. Как рассказывал Парин, результаты рассмотрения дела докладывала комиссия, в которую входили Берия, Жданов и другие, а присутствовавший на заседании Сталин все время расхаживал по комнате. Комиссия изложила дело достаточно сдержанно и сообщила, что Парин передал для публикации в американском издательстве научную рукопись Ключевой и Роскина. Было ли на это разрешение? Комиссия сообщила, что в данном вопросе между Париным и Митеревым имеется расхождение. По словам Митерева, такого разрешения не было, а по словам Парина, было. Но, как сообщила комиссия, имеются косвенные свидетельства в пользу Парина, а именно: существует копия разрешения. Митерев расплакался, стал размахивать руками и объяснять, что ни в чем не виноват. Сталин спросил: «Скажите, Парин, а почему американцы бесплатно возили вас по США?» «По Вашему указанию. — ответил Парин — У нас в стране таким же образом принимали американских ученых». Сталину этот ответ, видимо, не понравился. Он спросил присутствовавших на заседании Ключеву и Роскина, доверяют ли они Парину. Те ответили: «Доверяем». Далее последовала реплика Сталина: «А я ему не доверяю». На том заседание

¹³ Там же.

закончилось. Но эта короткая реплика Сталина вылилась для Парина в приговор к заключению за шпионаж на долгие 25 лет. Теперь, оценивая этот эпизод в историческом ракурсе, мы понимаем, что дело было не в передаче рукописи, в которой отсутствовали секреты. В то время Сталин решил заморозить общение с Западом, восстановить атмосферу 37—38 гг. «Дело Парина» было одной из политических акций, направленных к этой цели, что подтверждает, в частности, пропагандистский бум, поднятый вокруг него по личному указанию Сталина. После следствия, длившегося более года, весной 1948 г. Парин был осужден.

Эта история послужила поводом для создания отвратительного по своей лживости художественного фильма А. П. Штейна «Суд чести» и пьесы того же автора «Закон чести». Не менее гнусный характер имел и сам суд чести, где председательствовавший профессор А. Н. Шабанов больше 100 раз произнес: «Парин — шпион». В условиях «высокой законности» тех времен следствие было чисто формальным. Парина приговорили к 25 годам заключения и отправили по этапу. Сначала он попал на баржу, направлявшуюся в Норильск, но его сняли с этапа и поместили во Владимирский штрафной изолятор, где в день выдавали четверть буханки хлеба и потому многие выживали. Здесь судьба и свела Парина с историком Л. Л. Раковым и писателем Д. Л. Андреевым.

Находясь в одной камере (№ 13) с уголовниками, они создали удивительное произведение «Новойший Плутарх».

Парин был одним из первых политзаключенных, освобожденных уже в 1953 г., сразу после смерти Сталина. Активную роль в этом сыграл тогдашний президент АМН СССР А. Н. Бакулев, через которого Н. Д. Парина передала свое ходатайство о пересмотре «дела».

Заключение не ожесточило Парина, он по-прежнему любил людей, любил науку. Благодаря поддержке семьи и вниманию друзей Парин очень скоро — уже к 1954 г. — сумел стать действующим и, как прежде, творческим ученым. Вскоре он создал кафедру клинической физиологии при Центральном институте усовершенствования врачей, провел крупные исследования в этой области, получившие признание в СССР и за рубежом. В его лаборатории были заложены основы так широко развивающегося теперь в мире и важного для клиники направления — молекулярной кардиологии. В 1960 г. Парин был избран председателем Комитета по медицинской технике, а также вице-президентом Международной федерации меди-

цинской электроники и медицинской техники. Президентом этой федерации был большой друг Парина Владимир Кузьмич Зворыкин, лауреат Нобелевской премии, изобретатель телевидения, один из создателей бионики. Они познакомились еще в 1946 г. в Принстоне во время заграничной командировки Парина. Зворыкин (родом из Мурома) уехал из России, вероятно, в 1919—1920 г. Он занимал видное место не только в американской науке, но и в американской технике, промышленности, был владельцем важных патентов. Еще тогда, зная о желании друга передать Родине свои достижения, Парин пытался помочь ему. К сожалению, представленный руководству документ остался без внимания, но дружба, завязавшаяся еще до ареста Парина, продолжалась всю жизнь, тем более что друзья оказались связаны по работе.

В 1960 г. Парин возглавил Институт нормальной и патологической физиологии АМН СССР. С 1965 и по 1969 г. он — директор Института медико-биологических проблем, в 1966 г. стал академиком АН СССР, а в 1967 г. был вновь избран академиком-секретарем, а затем вице-президентом АМН СССР. И какие бы высокие должности ни занимал Парин, он всегда использовал свои позиции не для самоутверждения, а чтобы воспитать новое поколение учеников, новое поколение ученых во всех сферах, где он работал.

Сегодня Василий Васильевич Парин и его деятельность — глава истории нашей науки. В заключение хотелось бы напомнить, что среди многих граней таланта Парина было и серьезное увлечение историей физиологии. Его статьи о Самойлове, Павлове, Мечникове, Гарвее и в наши дни в полной мере сохраняют свое значение. И цитата из Гарвея, которую он приводит в своей статье «вечный порядок вещей связан с взаимодействием рождения нового и гибели старого, и подобно тому, как солнце, находящееся сначала на востоке, а затем на западе, отмечает бег времени своими бесконечными обращениями, так и преходящие, кратковременные процессы земного существования становятся вечными благодаря непрерывной смене поколений, а роды и виды живых существ увековечиваются, хотя индивидуумы умирают»¹⁴ как нельзя лучше отражает жизнеутверждающий, оптимистический талант Парина, живущий не только в его трудах, но и в его учениках.

¹⁴ Парин В. В. Основоположник учения о кровообращении. // Природа. 1957. № 12. С. 69.



Роберт-Томас Джонс (1871—1930)

Р. Т. ДЖОНС— ОСНОВАТЕЛЬ СЕКТЫ АКЦЕЛЕРАНТОВ

В. В. Парин

Василий Васильевич Парин был особенно полезен в трудных, щекотливых делах, когда надо было поддержать доброе начало и пресечь злое. Тут его податливая мягкость окаменевала в несокрушимую твердость. В редакции хорошо знали это свойство его натуры. Но, как это часто бывает, воспринималось оно как имманентная данность, без понимания глубоких причин, которые оставались для тех, кто долго и близко знал Парина, некоей невидимой частью айсберга. Да и не в характере Парина было обнажать истоки своих слов и дел. О Парине уже немало написано очерков, воспоминаний и даже книги. Но нигде эта таинственная подоплека его *modus vivendi* не обнажалась.

И вот, совершенно неожиданно, нам открывается эта невидимая, подводная, подоплечная сторона. И такой скрытый, наш Василий Васильевич самолично, да еще в письменной форме, да не в простой письменной, а проявляя не числившуюся доселе за ним грань творческого дара, излагает громко, ярко и определенно символ своей веры.

Вдова и верный друг Василия Васильевича в течение всей его жизни, Инна Дмитриевна Парина, сохранила и передала для публикации в наш журнал удивительный документ. Когда Парин отбывал свой 25-летний срок в знаменитом Владимир-

ском центре, его сокамерниками оказались Лев Львович Раков, историк и археолог, сподвижник И. А. Орбели — хранителя Государственного Эрмитажа, и поэт Даниил Леонидович Андреев, сын знаменитого автора «Рассказа о семи повешенных». Все трое, по затее Ракова, стали сочинять «Биографический словарь воображаемых знаменитых деятелей всех стран и времен» под названием «Новейший Плутарх». Одному богу известно, как в камере, под неусыпным надзором тюремщиков удалось этой троице не только сочинить, но и записать, сохранить и переправить на волю литературное произведение в 20 авторских листов. Так или иначе, но по выходе на свободу в связи с реабилитацией за отсутствием состава преступления, авторы, стараниями Ракова, стали каждый обладателями машинописной копии с фотокопиями рисунков, выполненных Раковым уже на свободе. После кончины Ракова и Андреева их экземпляры потерялись. До нас дошел единственный сохранившийся экземпляр Парина. В этом экземпляре рукою Ракова отмечено, какие из 14 новелл сочинил Парин, а на титуле значится дарственная надпись: «Дорогому другу Василию Васильевичу этот памятник нашего совместного творчества, на память о тех горьких днях, которые мы провели вместе. А все же, как

ми странно, эти дни бывали и прекрасными, когда мы, подчас, ухитрялись жить в подлинном мире идей, владея всем, что нам угодно было вообразить».

20.VI.55»

Этот, пожалуй, не имеющий аналогов памятник истории нашей науки и культуры еще ждет своего исследователя и публикатора. Мы же, публикуя одну из новелл Парина «Джонс — основатель секты акцелерантов», преследуем иную цель: понять то, что не удавалось постигнуть в биографам.

«Новейший Плутарх». Откуда это название! Ведь Плутарх в своих «Жизнеописаниях», которые в буквальном переводе прозвучали бы как «Жизненные параллели», характерен параллелизмами: каждому знаменитому греку сопоставлен знаменитый римлянин. В «Новейшем Плутархе» нет этих литературных параллелей, но мы без особого труда отыскиваем их в нашей действительности. «Новейший Плутарх» — это аллегорическая сатира на некоторых наших современников: ученых, философов, изобретателей и всевозможных общественных деятелей. Среди воображаемых знаменитостей даже слабо вооруженный глаз увидит прототипы лысенков, презентов, лепешинских, бошьянов — переделщиков природы, изобретателей вечных двигателей, переустроителей общественной жизни в це-

лях земного рая. И дело даже не столько в специализации героев, сколько в типичных свойствах этих так хорошо знакомых нам натур — ошеломляющее невежество, служащее благодатной почвой для беспардонной самоуверенности и при угрозе неудачи находящее опору в неприкрытом цинизме, демагогии и подлости. Хотя сами они квалифицируют свои добродетели как [цитируем Джонса-акцелеранта] «страстность, искренность, взволнованность и убежденность».

Жанр «Новейшего Плутарха» нарочито неоригинален. Более того, он традиционен. Авторы откровенно следуют традиции, заложенной в «Мертвых душах», продолженной в «Помпадурах и помпадуршах» и «Истории одного города», развитой в «Собачем сердце» и «Рокковых яйцах».

Мы, читавшие научные биографии, жизней замечательных людей, найдем в «Новейшем Плутархе» кое-что и по свежее, например, невытравимые даже в знаменитом сериале «ЖЗЛ» агниографические штампы биографического психо-

анализа в духе четьих-миней, когда истоки трудолюбия и упорства замечательной личности отыскиваются в суровом воспитании и борьбе с превратностями судьбы, а залогом успеха считается святое поклонение добрым традициям и борьба со злом. Не оттого ли самый снисходительный читатель не в состоянии прочесть двух научно-художественных биографий кряду!

Впрочем, едва начав читать «Джонса-акцелеранта», вы и сами заметите, на что намекает в своей сатире-пародии ее автор. Нас теперь интересует другое. Следуя, или, точнее, подражая традиции нашей великой отечественной сатиры, Парин не ограничивается иронией, доброй или злой, он подводит под нее глубокий и солидный этический базис и философский фундамент.

Нет, не случайно автор избрал тему эйтаназии¹. Известно,

что эйтаназия рассматривается по закону как преступление. Но история Джонса-акцелеранта — аллюзия на социально-этические принципы человеколюбия, которые за понятием «человечество» забывают человека, противопоставляют интересы общества и человека. Это явление в наши дни получило меткое название социоцентризма, которому сегодня объявлена война, — явление, борьбе с которым, как нам после чтения «Джонса-акцелеранта» стало ясно, была посвящена вся жизнь Парина. Вот каков его высокий символ веры. Вот его жизненная установка, которую он никогда, по свойственной ему скромности и деликатности, даже в самом узком кругу, не высказывал вслух. А в «Джонсе-акцелеранте» автор высказался на этот счет недвусмысленно: «Джонсу становилось ясно, что весь вопрос об эйтаназии является только частью гораздо более значительной этической проблемы — имеет ли право человек при каких-либо обстоятельствах распоряжаться жизнью другого!»

¹ Эйтаназия — намеренное приближение смерти неизлечимого больного с целью прекратить его страдания.

РОБЕРТ-ТОМАС ДЖОНС родился в семье клерка в Портсмуте — одном из крупных портовых городов Англии. Через два года после рождения Роберта отец его умер, и семья, состоявшая из вдовы и трех детей, вскоре же впала в крайнюю степень бедности. Детские воспоминания Д. были безрадостны. В тех немногих случаях, когда он делился ими, он со слезами на глазах рассказывал о том, как его мать, перебиваясь разной случайной работой, героически боролась с нуждой, как умерли от какой-то инфекции его старшие брат и сестра, истощенные постоянным недоеданием, как он, оставшись единственным ребенком, рос среди соседей, таких же бедняков, как и его мать. Мальчик рано развивался и был на редкость смысленным и любознательным. В приходской школе для бедных на его способности обратил внимание старик учитель, сумевший добиться для мальчика материальной помощи попечителей школы. Эта, хотя и мизерная, помощь дала ему возможность после окончания приходской школы получить среднее образование и даже поступить в Университет в Лидсе. Получив медицинское образование, Джонс возвращается в родной город и поступает на муниципальную службу в качестве врача для бедных.

Бескорыстный идеализм молодого врача, искреннее понимание нужд бедняков, всегдашняя готовность помочь им не только своими профессиональными знаниями и добрым словом, но и деньгами из своего скудного жалованья быстро завоевали ему самую лучшую репутацию среди его многочисленных пациентов.

Трогательная забота о матери, с которой Джонс поселился по возвращению на родину, стремление всячески скрасить ее отягощенную болезнями и скорбными воспоминаниями старость без остатка заполняли все время, которое оставалось у него свободным от работы, и составляли всю его личную жизнь. К несчастью, мать Джонса не смогла долго

пользоваться скромным уютом и покоем, созданным для нее любящим сыном. Старушка заболела раком желудка — болезнью, диагноз которой в то время был в сущности равносильным смертному приговору для больного. Несколько месяцев больная мужественно старалась не выдавать сыну степень своих страданий. Однако от внимательных глаз любящего человека, умудренного к тому же опытом и знаниями врача, этих мук не скроешь, и молодой человек все это время терзался сознанием своего бессилия и бесплодности всех попыток хоть чем-либо скрасить последние дни горячо любимой матери. Наступила роковая развязка, и Д. остался один, без всякой личной жизни, с душой, надорванной многими неделями мучительного переживания страданий самого близкого ему человека.

Стараясь заполнить возникшую в его существовании брешь и отделаться от тягостных мыслей о неправомерности и незаслуженности мучений, завершивших и без того тяжелую и скорбную жизнь его матери, Джонс с еще большим рвением, чем прежде, отдался своей врачебной работе среди бедняков. Каждодневные сцены вопиющей нужды и неисчислимые страдания, свидетелем которых он являлся, не могли, однако, послужить действенным средством для того, чтобы вызвать благотворные сдвиги в общем направлении его мыслей.

Он все больше и больше впадает в отчаяние, перерастающее в общее пессимистическое мироощущение. Работа врача начинает казаться ему жалким паллиативом, не устраняющим подлинных причин страданий. Еще меньше может помочь в облегчении людского горя и благотворительность в ее самых разнообразных формах. Нет выхода, по мнению Джонса, и в каких-либо государственных мероприятиях, и даже в радикальном социальном переустройстве жизни. Он продолжает свою работу просто потому, что нужно же ведь что-то делать, но каждый день несет ему новые и новые разочарования.

Находясь постоянно в таком настроении безысходности и бессмысленности жизни, Джонс наталкивается в одном из медицинских журналов на отголоски дискуссии о так называемой эйтаназии — праве врача на сокращение мучений безнадежного больного, на ускорение неизбежного конца, на вызывание безболезненной агонии путем впрыскивания смертельной дозы какого-либо наркотического средства. Эта проблема — одна из старейших и вместе с тем всегда волнующих проблем врачебной этики — как мощный магнит притягивает к себе все мысли Джонса. Как человек, он готов согласиться с тем, что многие из его пациентов, да и его собственная мать, переносили, будучи в безнадежном состоянии, страдания, которые из чувства простого сострадания хотелось бы устранить, чтобы сделать их расставание с жизнью неотягощенным хотя бы этими ненужными физическими муками.

Но как примирить это инстинктивное чувство с долгом врача? Разве всегда можно быть абсолютно уверенным в непогрешимости твоего заключения о полном отсутствии шансов на выздоровление? Как решиться на то, чтобы вместо борца за жизнь человека стать пособником смерти, пусть даже желанной для самого больного? Можно ли посягнуть на жизнь человека даже при этом обстоятельстве?

Джонсу становится ясно, что весь вопрос об эйтаназии является только частью гораздо более значительной этической проблемы — имеет ли право человек при каких-либо обстоятельствах распоряжаться жизнью другого? Практика жизни давно делает в этом вопросе многочисленные оговорки, разные для разных времен и для разного уклада жизни. Но не из этих софизмов, временных, преходящих, нужно исходить при решении дела. Необходимо попытаться найти более общие, более прочные, незыблемые этические обоснования для того, чтобы покончить с этим мучительным сомнением, которое хоть раз в жизни возникало перед каждым настоящим врачом.

Джонс лихорадочно уходит в поиски таких обоснований. Он перечитывает массу философских и религиозных сочинений. Он убеждается, что философские системы, построенные на логических доводах разума, мало что добавляют к тому, что он передумал сам по волнующему его вопросу. Обращение к изучению различных религиозных систем, признающих абсолютную ценность души человека, покорность высшим силам, безусловную греховность убийства и самоубийства, как противоречащих воле Верховного начала, с одной стороны, показало Джонсу как будто бы единодушное осуждение большинством религий насильственного лишения жизни при любых обстоятельствах. С другой стороны, однако, Джонс кажется, что во всех религиях есть и какая-то явная непоследовательность в основном вопросе о соотношении ценности земной и потусторонней жизни. Он начинает считать вопрос об эйтаназии гораздо менее значительным, чем это ему каза-

лось сначала. Его общее мироощущение влечет его к более глубокому пересмотру основного представления о жизни земной и жизни вечной. Вера в последнюю, бессознательно хранившаяся в нем с детских лет, окрепла теперь под влиянием перенесенных им потрясений и глубокого изучения религиозной литературы.

Джонс все пристальнее задумывается над этими краевыми проблемами. В нем зреют новые убеждения. Он решает, наконец, изложить их систематически и в течение двух лет пишет книгу, ставшую теоретической основой «акцелерантизма».

Книга Джонса «Активная религия» не отличается плавностью и красотой стиля и логической убедительностью, которыми так любят щеголять многие современные богословы. Нет в ней ссылок на разнообразные открытия современной науки, обнаруживающих глубину и разносторонность эрудиции автора и показывающих стремление доказать, что все эти открытия не только не противоречат учениям религии, но даже подтверждают их. С первых же страниц книги мы видим, что ее написал не профессионал-теолог, не философ-мистик, а человек, пришедший к своим мыслям только в результате огромной внутренней работы, бессонных ночей и неотступных мучительных раздумий. Именно поэтому книга Джонса поражает даже тех, кто не может согласиться с его положениями, своей страстностью, искренностью, взволнованностью и убежденностью.

Попытаемся сформулировать в сжатой форме основные положения учения Джонса.

1. Все религии, признающие загробную жизнь, считают ее вечной, высшей, истинной жизнью, земную же жизнь — лишь временным этапом на пути к этому вечному существованию.

2. В земной жизни дух человека отягощен плотской оболочкой.

3. Потребность духа — одна: стремиться к вечной истинной жизни. Потребности плоти — многообразны. Они вступают в постоянное противоречие с потребностью духа, вводят человека в соблазн, заставляют его совершать вольные и невольные прегрешения.

4. Основной непоследовательностью всех признающих загробную жизнь религий является призыв к пассивному ожиданию высшей формы жизни — вечного блаженства.

5. Истинно верующий человек должен действительно стремиться к скорейшему переходу к истинной жизни, не отягощенной веригами плоти.

6. Аскетизм, ограничение плоти, является лишь паллиативом, основанном на упоминутой выше (4) основной философско-религиозной непоследовательности.

7. Истинная действенная религия требует сознательного уничтожения плотской оболочки для ускорения перехода к вечному блаженству. (От слова «ускорение» — по-английски «acceleration» — произошло и название секты, основанной Джонсом.)

8. Чем в более раннем возрасте совершается активный переход к вечной жизни, тем скорее душа присоединится к сонму блаженных, ибо ей меньше придется искупать прегрешений, в которые вовлекала ее плоть.

9. Равным образом и по тем же основаниям наиболее праведные взрослые люди заслуживают скорейшего перехода к вечной жизни.

10. Истинно верующие люди не могут ограничиваться личным спасением. Их долг — помочь созревшим, но по своему смирению считающим себя еще недостойным вечной жизни, избавиться от их телесной оболочки.

11. Религия действенного преодоления земной жизни разрешает все сложнейшие вопросы личной и социальной жизни человека.

Выпустив книгу, Джонс решает отдать все свои силы распространению своего учения. Не ограничиваясь пропагандированием своих взглядов через печать, он считает своим долгом обратиться к современникам и с живым словом. Отказавшись от своей работы в Портсмуте, Джонс перебирается в Лондон и ежедневно является в Гайд-Парк. Здесь, заплатив ничтожную символическую плату за право занять одну из кафедр, он с ее высоты говорит о своем учении. Сначала около него останавливаются только немногие праздные любопытствующие, но постепенно к обычному часу выступлений Джонса начинает собираться все более и более постоянная и вместе с тем более многочисленная аудитория. Продажа книги, которую Джонс аккуратно укладывает горкой рядом со своей трибуной, дает ему скромные средства на существование.

Приведем один характерный штрих из этого периода жизни Джонса. Один из его слушателей, присутствовавший на проповеди Джонса и ознакомившийся с его книгой, исполнился негодованием и через одну газету обратил внимание прокурорского надзора на учение Джонса, обвиняя его в пропаганде самоубийства или преднамеренного убийства. Джонс был вызван в суд и после детального обсуждения дела был оправдан на том основании, что, как говорится в приговоре: «в инкриминируемой ему книге ни

разу не встречается ни слово «самоубийство», ни «убийство», ни тем паче прямых призывов к совершению первого или последнего».

По самой своей сути учение Джонса вряд ли могло рассчитывать на особенно широкое распространение, но все же вокруг основателя новой секты скоро создался довольно многочисленный кружок. Наиболее рьяные последователи взглядов Джонса стали с течением времени настоящими апостолами нового учения, несшими весть о нем далеко за пределы Лондона. Все казалось бы благоприятствовало постепенному распространению и углублению дела, которому посвятил себя Джонс. Но, как показало время, учение Джонса нашло в самом себе погибель для своего основателя.

Один из наиболее близких и последовательных учеников Джонса, некто Барнс, постоянно радовавший своего учителя глубоким и тонким пониманием всех деталей созданной Джонсом религиозной системы, однажды обратился к нему с просьбой назначить день и час для откровенной и уединенной беседы. Джонс был несколько удивлен просьбой, так как он виделся и разговаривал с Барнсом буквально каждый день. Однако Барнс настоятельно просил выделить специальное время для предстоящего разговора, «ввиду его совершенно особой значительности для обоих собеседников», и обещать полное уединение.

Через день — 21 июня 1930 г. — этот знаменательный разговор состоялся. Мы излагаем его в соответствии с данным Барнсом под присягой отчетом в надлежащей авторитетной инстанции.

Барнс начал с того, что учение Джонса полностью овладело всем его существом и что у Джонса нет учеников, которые больше Барнса были бы верны этим взглядам, искреннее Барнса любили и уважали бы учителя. Растроганный Джонс в самых прочувствованных выражениях благодарил Барнса и сказал, что для него Барнс всегда был самым дорогим и самым любимым учеником и что он всегда смотрел на него как на самого достойного продолжателя его дела.

— Я очень рад, что вы так высоко расцениваете мои скромные способности, — сказал Барнс. — Но именно эта моя безграничная преданность вам и вашему учению и ваше лестное доверие ко мне налагают на меня совершенно особенную ответственность и совершенно исключительные обязанности. Я считаю вас истинным совершенством, человеком, стоящим на таком высоком моральном уровне, достигнуть которого за все время существования человечества могли только немногие избранники божии.

— Что вы, Барнс, что вы! Я самый обыкновенный человек, а если во мне и есть какие-либо черты, которые вам кажутся хорошими, то этим я обязан, в конце концов, не себе, а только милости божией, — прервал своего ученика смущенный Джонс.

— Ваша исключительная скромность, дорогой учитель, давно известна нам и лишь подтверждает то, что я только что сказал о вас. Я считаю это положение ясным и не требующим доказательств. Исходя из этого бесспорного тезиса, я считаю своим долгом перед вами со всей определенностью заявить вам, что вы вполне созрели для того, чтобы, в соответствии с духом и смыслом вашего учения, перейти с нашей низшей ступени жизни в жизнь высшую, вечную. Это, помимо всего прочего, и ваш личный долг по отношению к провозглашенной вами новой истине: вы должны стать для всех нас примером последовательного проведения учения...

— Дорогой Барнс, но я, во-первых, не чувствую себя достаточно совершенным для этого решающего шага. Во мне еще много неизжитой земной суетности. В моей душе еще много...

— Нет! Нет! Нам лучше судить об этом. Ваша чрезмерная скромность лишает вас должного масштаба для оценки ваших личных моральных качеств. Я уже сказал, что с этой стороны вопрос ясен и не нуждается ни в каких доказательствах.

— Но мое учение? Оно только что делает первые успехи! Я не могу бросить дело на половине! Это мой долг перед человечеством!

— Доктор Джонс! Вы уже немало потрудились на этом поприще: не забудьте, что ваша книга вышла в 1899 году, а сейчас мы живем уже в 1930! Кроме того, вы не раз говорили и только сегодня подтвердили это еще раз, что вы можете умереть спокойно, зная, что ваше дело останется в надежных руках. Вы, в частности, почтили меня и сегодня столь лестным для меня именем вашего самого верного и самого любимого ученика, последователя и продолжателя. Это и дает мне моральное право ставить перед вами вопрос о необходимости для провозвестника новой истины стать образцом последовательного доведения ее до конечного вывода. Я полагаю, что сейчас нам следует говорить только о практической стороне дела! Что вы предпочитаете для осуществления перехода к вечному

блаженству: стакан доброго портвейна с унцией хлоральгидрата, шприц с более чем надежной дозой морфия или револьвер? Я все это захватил с собой... О, дорогой доктор Джонс, учитель! Увенчайте дело вашей жизни! Заставьте посрамленно замолчать тех, которые уже давно шипят о расхождении между словом и делом в вашей жизни, о том, что вы, подобно Сенеке, проповедуете то, что не делаете и не собираетесь делать сами!...

— Барнс, я запрещаю вам говорить со мной таким образом: ведь мне же, в конце концов, лучше судить о том, когда я созрею для ухода из этой жизни... Не внешние причины, не желание посрамить кого-либо из моих злостных критиков, а глубокое внутреннее убеждение в своевременности этого шага будет являться основой для моего решения. Моя жизнь, как главы нового учения, не принадлежит только мне...

— Доктор Джонс! Этот довод мы также уже разобрали и отвергли. Для судьбы вашего учения ваш уход сейчас будет более полезным, чем продолжение вашей деятельности при усиливающемся ехидном подсмеивании наших врагов! Я не могу не видеть в ваших словах лишь проявление слабости и колебания. Я боюсь, что ваша дальнейшая жизнь при таком настроении повлечет вас к новым отступлениям от истинного пути. Я чувствую, что мой долг истинно верующего человека повелевает мне руководствоваться тем тезисом вашего исповедания веры, который гласит: истинно верующие люди не могут ограничиваться личным спасением. Их долг — помочь слабым и колеблющимся — да, да! Вы принадлежите к таким! — избавиться от их телесной оболочки. Молитесь, да просветит вас господа! — и Барнс торжественным движением поднял руку с браунингом.

— На помощь! На помощь! Спасите! — закричал Джонс и ринулся к двери.

Барнс, вряд ли до этой минуты когда-либо державший в своих руках огнестрельное оружие, вместо того чтобы стрелять, кинулся вдогонку, старательно продолжая вытягивать вперед руку с револьвером. Джонс, с неожиданной для его возраста скоростью, вылетел на лестницу и бросился вниз. Барнс, грузный и неповоротливый мужчина, безнадежно отстал на поворотах лестницы. Он услышал, как громко хлопнула входная дверь подъезда. Тотчас же вслед за этим раздался истерический гудок автомобиля и короткий, быстро захлебнувшийся крик. Барнс вздрогнул, выронил револьвер, нагнулся и, спрятав его в карман, запыхавшись, выскочил на улицу. Прямо против подъезда на мостовой стоял грузовой автомобиль. У его передних колес шофер, опустившись на колени, в ужасе рассматривал измятые останки брэнной телесной оболочки доктора Джонса, неожиданно нашедшего свой путь к вечной жизни.

ПЕРВАЯ УДАЧА

В. А. Остапенко,

кандидат биологических наук

Московская ветеринарная академия им. К. И. Скрябина

В. И. Перерва,

кандидат биологических наук

Всесоюзный научно-исследовательский институт
охраны природы и заповедного дела

Т. И. Шурыгина

С. К. Рыжов

Московский зоопарк

САМО НАЗВАНИЕ тихоокеанского орлана (*Haliaeetus pelagicus*) — птицы из отряда дневных хищников — говорит о местах его обитания. Этот орлан распространен по южным берегам Охотского моря вплоть до Татарского пролива и Северного Сахалина. Зимой часть птиц откочевывает на юг: достигает Приморья, Корейского п-ова и Японии.

Тихоокеанского орлана называют еще белоплечим за яркую белоснежную окраску на сгибе крыла между кистью и плечом. Кроме плеч у него белые хвост и «штанишки», белые пятна на лбу. Близна этих частей резко контрастирует с общим бурым оперением и делает орлана одним из красивейших крупных пернатых хищников. По величине ярко-желтого клюва и тела (масса самцов достигает 7,5 кг, самок — даже 9, а максимальный размах крыльев — 2,5 м) тихоокеанскому орлану нет равных среди сородичей.

В связи с ограниченным ареалом и малой изученностью он внесен в «Красную книгу СССР» как вид, нуждающийся в изучении и ох-

ране. Одной из важных охран-ных мер в последние годы признается разведение редких видов в неволе. Для этого создаются специальные условия в зоопарках, организуются питомники. До настоящего вре-

Белоплечий орлан.



мени тихоокеанские орланы содержались лишь в немногих зоопарках мира, но ни в одном из них не размножались.

В Московском зоопарке этих птиц не было, но здесь и не собирались приобретать взрослых орланов, а решили создать «популяцию», начав с птенцов. Мы, занявшись созданием популяции орланов в зоопарке, знали, что взятые из природы птенцы быстрее привыкают к новым условиям жизни и к человеку. В 1980 г. мы отравились за птенцами в низовья Амура. Окрестности озера Орель из системы озер Орель—Чья Николаевского района Хабаровского края стали местом нашей стоянки. Первое же путешествие на моторных лодках принесло нам немало радости. Огромные птицы парили над гладью озера или речными протоками, сидели на деревьях. Этих мы издали различали по яркой окраске. Видели мы и орланов-белохвостов, но их было не так много, как тихоокеанских. И те, и другие питались в основном крупной рыбой — щукой, сазаном, некрупной калугой, лососевыми. Пищи хватало, но однажды мы видели, как тихоокеанский орлан напал на несшего добычу белохвоста и вынул бр-

сидеть ее, а сам подхватил рыбу на лету.

С лодки были хорошо видны и гнезда орланов — огромные (диаметром 2—2,5 м и высотой до 1,5 м) кучи веток в развилках близ вершин крупных деревьев. Рядом с гнездами сидели птицы. Обычно у супружеской пары тихоокеанского орлана бывает по 2—3 гнезда, которые используются попеременно в течение нескольких лет и ежегодно подстраиваются, ремонтируются. Под гнездами и в них самих мы находили кости и чешую рыб, изредка попадались остатки ондатры, утки-касатки, озерной чайки, а однажды нашли череп ягненка косули. Хотя рацион и меняется год от года, рыба всегда остается главным продуктом, от ее обилия и доступности зависит, сколько появится птенцов. В лето 1980 г. мы привезли в Москву всего трех птенцов: в большинстве осмотренных гнезд было только по одному птенцу, а мы взяли за правило брать одного из двух. В таком щадящем изъятии был резон и для будущей нашей работы: в группе птиц, которую мы собирали, не могло оказаться близких родственников, стало быть, инбридинг при скрещиваниях в зоопарке был маловероятен.

В июне 1983 г. наша группа снова отправилась за птенцами. На сей раз мы были удачливее. Полноводное в этом году озеро затопило берега, появились мелководья, на которых стали нереститься щука и другие рыбы. Орланы с легкостью добывали пропитание, и в большинстве гнезд было по два птенца, а не по одному, как в 1980 г. Мы отобрали восемь птенцов, которые весили уже от 2,32 до 3,25 кг и были во втором пуховом наряде дымчато-серого цвета, лишь у самых маленьких на голове и спине виднелись остатки белого пуха от первого наряда. Зато у самых крупных уже раскрывались кисточки маховых и рулевых перьев, кроющих перьев крыла.

Поскольку изначально ставилась цель добиться размножения тихоокеанского орлана, была изучена его эколо-



Один из двух птенцов, появившихся в Московском зоопарке.

гия, методы содержания и разведения родственных видов хищников в других зоопарках, в частности зарубежных, где такая работа особенно успешна.

В Московском зоопарке птенцов поселили в отдельном вольере пятиметровой высоты, создали там подобие природ-

ного биотопа: земляной пол засеяли травой, для присады установили несколько древесных стволов, на высоте 2,5 м укрепили две полки, на которых соорудили гнездовые ящики (150×125×25 см) с ветками и сеном. Чтобы орланы могли искупаться, поста-

У подросшего птенца еще нет ни белых плеч, ни белых «штанишек».



вили большое корыто из оцинкованного железа.

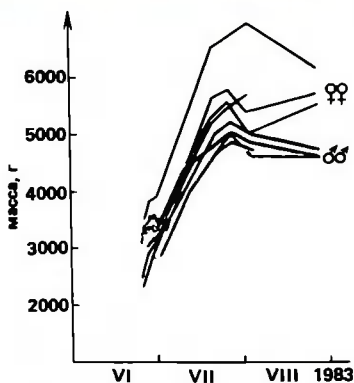
Подростки молодняк перелетели в большой вольер, где жили другие крупные пернатые хищники — беркуты, степные орлы, могильники, грифы, коршуны и другие. Но в этой компании орланы продержались недолго: они оказались настолько агрессивными, что убили степного орла и двух черных коршунов, и их пришлось перевести в отдельный вольер меньшего размера (6×7×5 м).

Осенью и зимой орланов кормили мясом (по 700 г в день), а весной и летом к 600 г мяса добавляли 200 г рыбы. Раз в неделю (весной чаще) вместо кусков мяса орланы получали тушки крыс, цыплят, изредка голубей и ворон, тушки витаминизировали тривитамином. Интересно, что в неволе рыбоядные орланы предпочитали есть мясо, а не рыбу.

За тихоокеанскими птицами все время велись тщательные наблюдения, из которых обрисовалась картина развития птенцов, формирование брачного поведения, выяснился срок наступления половозрелости. Первые два года оперение молодняка было темнотелым, на третьем году жизни на тех местах, которые у взрослых птиц белые как снег, начал медленно проявляться белый цвет. С годами он становился все отчетливее, и только в шести-семилетнем возрасте птицы оделись во взрослый наряд.

Будучи четырехлетними, орланы впервые попытались построить гнездо и даже спариваться. В 1986 г. брачное поведение выглядело уже достаточно активным: в середине февраля самец и самка начали подстраивать гнездовой лоток и охранять гнездо, проявляя при этом агрессивность к обслуживающему персоналу. С конца февраля до мая спаривание неоднократно повторялось, птицы часто и подолгу сидели в пустом лотке. Все это было как бы тренировкой, ибо к концу мая брачное поведение прекратилось, не завершившись откладыванием яиц.

Следующие брачные игры



Изменение массы тела птенцов белоплечего орлана в период искусственного вскармливания.



Хотя птенец уже выглядит взрослым, он не приобрел еще полного наряда взрослой птицы.

начались еще в декабре того же года, началось первое робкое строительство гнезда, затем прекратившееся. Зато в середине февраля птицы стали активными, как никогда раньше: перенесли в гнездовой ящик строительный материал (сначала толстые, а потом тонкие ветки), дно овального лотка устлало толстым слоем сена и перьев.

Наконец, долгожданное событие: 14 марта 1987 г. отложено первое яйцо, 18, 22 и 26-го — еще три. Из опасения, что орланы расклевывают или раздавят яйца, как это случается со многими хищными птицами в зоопарках, каждое отложенное яйцо мы убрали из гнезда и передавали

в инкубатор. Яйца были крупными — от 147,12 г (первое) до 130,37 г (последнее), белого цвета со слегка зеленоватым оттенком. Первое и четвертое оказались неоплодотворенными, а из второго и третьего через 38 дней инкубации вылупились птенцы, которых искусственно выкормили сотрудники инкубатория. Скоро этим птенцам будет два года. В зоопарке живет и пара орланов, привезенных из экспедиции 1983 г. Через два года этой паре исполнится семь лет, птицы станут половозрелыми (судя по нашим наблюдениям за перахой парой), и мы надеемся получить от них потомство.

Сейчас численность вида в СССР довольно постоянна и оценивается приблизительно в 2 тыс. гнездящихся пар и 5 тыс. неразмножающихся птиц. Но если будут осваиваться прибрежные дальневосточные леса, для орлана наступят черные дни, он будет вытеснен из своих угодий. В природе пара тихоокеанского орлана способна вырастить одного, реже двух птенцов в год, а при бескормице и вовсе не размножается. Поэтому создание популяций в неволе и их размножение приобрело международный характер. Кроме СССР в международное сотрудничество включились ГДР, ФРГ и Голландия, для комплектования пар в зоопарки и питомники этих стран были переданы из Московского зоопарка подростки птенцы, привезенные нами из экспедиций, а два птенца — Алма-Атинскому зоопарку, который смог бы дублировать работу Московского. Пока нет известий о размножении тихоокеанского орлана хотя бы в одном из них. Московский остается единственным, которому удалось вывести птенцов в неволе.

Космические исследования

Запуски космических аппаратов в СССР: июль — август 1988 г.

В июле-августе 1988 г. в Советском Союзе было запущено 18 космических аппаратов, в том числе 10 спутников серии «Космос». На «Космосе-1961» дополнительно установлена экспериментальная аппаратура для ретрансляции телеграфно-телефонной информации, работающая в сантиметровом диапазоне волн.

Аппаратура «Космоса-1957 и -1965» предназначена для продолжения исследований природных ресурсов Земли.

Автоматические межпланетные станции «Фобос-1» и «Фобос-2» направлены к Марсу для исследований этой планеты, ее спутника Фобоса, Солнца и межпланетного пространства. На станциях установлены научные приборы, созданные в рамках широкой международной кооперации ученых.

Основная задача спутника «Океан» — получение оперативной океанографической информации и данных о ледовой обстановке.

Метеорологический спутник «Метеор-3» запущен для дальнейшего совершенствования метеорологической системы с использованием искусственных спутников Земли, в том числе отработки информационно-измерительной аппаратуры и методов дистанционного зондирования атмосферы и поверхности Земли.

Очередной спутник связи «Горизонт» выведен на близкую к стационарной орбиту в соответствии с программой дальнейшего развития связи и телевизионного вещания с использованием спутниковых систем; очередной спутник связи «Молния-1» предназначен для эксплуатации системы дальней телефонно-телеграфной радиосвязи и передачи программ

Космический аппарат	Дата запуска	Параметры начальной орбиты			
		перигей, км	апогей, км	наклонение, град.	период обращения, мин
«Океан»	5.VII	651	680	82,5	97,8
«Космос-1957»	7.VII	194	256	82,6	88,7
«Фобос-1»	7.VII	—	—	—	—
«Фобос-2»	12.VII	—	—	—	—
«Космос-1958»	14.VII	375	417	65,8	92,4
«Прогресс-37»	19.VII	194	273	51,6	88,8
«Космос-1959»	19.VII	975	1019	83	104,8
«Метеор-3»	26.VII	1198	1221	82,5	109,4
«Космос-1960»	28.VII	475	518	65,9	94,5
«Космос-1961»	2.VIII	36 312	36 312	1,4	1463
«Космос-1962»	8.VIII	215	297	70	89,4
«Молния-1»	12.VIII	617	40 754	62,9	738
«Космос-1963»	16.VIII	181	376	64,8	89,8
«Горизонт»	18.VIII	35 772	35 772	1,3	1435
«Космос-1964»	23.VIII	216	297	70	89,4
«Космос-1965»	23.VIII	195	265	82,3	88,7
«Союз ТМ-6»*	29.VIII	238	262	51,6	89,4
«Космос-1966»	30.VIII	617	39 299	62,6	708

* Параметры орбиты после коррекции.

Центрального телевидения СССР на пункты сети «Орбита».

Транспортный космический корабль «Союз ТМ-6» доставил на пилотируемый орбитальный комплекс «Мир» советско-афганский международный экипаж в составе: В. А. Ляхов (командир), В. В. Поляков (врач-исследователь), гражданин Республики Афганистан А. А. Моманд (космонавт-исследователь), а грузовой автоматический корабль «Прогресс-37» — различное оборудование, аппаратуру, расходные материалы.

Перечисленные выше спутники и космические аппараты были запущены с помощью ракет-носителей «Космос», «Союз», «Молния», «Циклон», «Протон».

Космические исследования

Экспедиция на «Мире»: июль — август 1988 г.

В июле — августе 1988 г. космонавты В. Г. Титов и

М. Х. Манаров продолжили работу на орбите, начатую 21 декабря 1987 г.

Была выполнена разгрузка автоматического грузового корабля «Прогресс-37».

Продолжались астрофизические исследования с помощью аппаратуры модуля «Квант». Телескопы обсерватории «Рентген» вели наблюдения нового рентгеновского источника в созвездии Лисичка, источника в центре нашей Галактики, рентгеновских пульсаров Геркулес X-1, а также в созвездиях Южный Крест, Центавр и в Малом Магеллановом Облаке. С помощью УФ-телескопа «Глазар» были выполнены съемки отдельных участков звездного неба вблизи α Змееносца.

Много времени уделялось геофизическим исследованиям и дистанционному зондированию Земли с целью изучения ее природных ресурсов и окружающей среды.

Экипаж принял участие в аэрокосмическом эксперименте «Кубань-88», в котором, в частности, исследовались при-

брежные районы пахотных земель, подверженные ветровой эрозии, выявлялись участки сельскохозяйственных угодий, перенасыщенные минеральными удобрениями, оценивалась степень зарастания лиманов Азовского моря. По заданиям специалистов космонавты вели фотосъемки и спектрометрирование территорий Краснодарского и Ставропольского краев, а также визуальные наблюдения и съемки отдельных участков суши и акватории Мирового океана, в частности побережий Азовского и Черного морей.

23, 27 и 28 августа экипаж участвовал в международном аэрокосмическом эксперименте «Тянь-Шань — Интеркосмос-88». Одна из его задач — совершенствование методов и средств изучения сейсмически активных районов Земли. С помощью стационарных фотокамер и спектрометрической аппаратуры космонавты выполнили несколько серий съемок отдельных участков территории СССР вблизи города Душанбе и Фрунзе и в районе Токтогульского водохранилища.

По программе геофизических исследований продолжалось изучение земной атмосферы, определение ее оптических характеристик, получение данных об аэрозольном слое на высоте около 100 км. В очередных сериях измерений с помощью магнитного спектрометра «Мария» изучался механизм генерации частиц высоких энергий в околоземном космическом пространстве.

Был проведен ряд технических экспериментов. С использованием ИК-радиометра определялась температура отдельных конструктивных элементов внутри орбитального комплекса и устанавливались возможные зоны конденсации влаги. С помощью новых оптических приборов оценивалась эффективность отождествления звезд.

По программе биологических исследований на установке «Светоблок-Т» проведен синтез полиакриламидного геля, необходимого для совершенствования технологии получения на Земле биологически активных соединений.

По-прежнему большое место в исследовательской работе экипажа занимали медицинские эксперименты.

С 31 августа по 5 сентября В. Г. Титов и М. Х. Манаров в составе советско-афганского экипажа принимали участие в выполнении международной научной программы.

Космические исследования

«Фобосы» на пути к Марсу

7 и 12 июля 1988 г. в Советском Союзе были запущены автоматические межпланетные станции (АМС) «Фобос-1» и «Фобос-2»; запуски осуществлены четырехступенчатыми ракетами-носителями «Протон» в соответствии с международным проектом «Фобос» для проведения комплексных исследований планеты Марс, ее спутника Фобоса, Солнца и межпланетного пространства.

АМС «Фобос» стали первыми представителями нового поколения советских научных космических аппаратов, созданных в Научно-испытательном центре им. Г. Н. Бабакина Главкосмоса СССР с участием многих конструкторских и промышленных предприятий страны. Эти аппараты способны решать сложные многоцелевые задачи по исследованию разнообразных объектов Солнечной системы. Масса, например, «Фобоса-1» составляет 6220 кг.

В разработке научной программы проекта «Фобос», создании комплекса научной аппаратуры и оборудования вместе с советскими участвовали специалисты Австрии, Болгарии, Венгрии, ГДР, Ирландии, Польши, Финляндии, Франции, ФРГ, Чехословакии, Швейцарии, Швеции и Европейского космического агентства. На каждой АМС установлена научная аппаратура массой около 300 кг (не считая посадочных зондов). Научный руководитель проекта — академик Р. З. Сагдеев.

Перелет к Марсу продлится около 200 сут. — в конце января 1989 г. АМС должны достиг-

нуть окрестностей планеты и провести дистанционные исследования ее поверхности и атмосферы с ареоцентрических орбит. В дальнейшем планируется сближение АМС с Фобосом: станции должны пролететь в нескольких десятках метров от его поверхности. Впервые в истории планетных экспериментов предполагается исследовать элементный и изотопный состав грунта небесного тела с помощью лазерного и ионного зондирования.

При сближении АМС с Фобосом на минимальное расстояние будут отделены автономные посадочные зонды, которые проведут научные эксперименты и телевизионную съемку на поверхности марсианского спутника. Программа предусматривает длительные наблюдения за ними с помощью системы наземных радиотелескопов СССР, США и международной радиоастрономической сети. Основное отличие станций в том, что «Фобос-1» оснащен посадочным зондом, позволяющим вести исследования только в месте посадки (долгоживущая автономная станция), а на «Фобосе-2» дополнительно установлен посадочный зонд, который может совершать скачкообразные перемещения по поверхности для получения данных о ее характеристиках в различных точках (после одного цикла измерений устройство отталкивания обеспечивает прыжок зонда на расстояние до 20 м; число циклов может достигать 10).

Программа включает также длительные исследования Солнца, межпланетной среды, космического пространства около Марса, гамма-всплесков. Общая продолжительность экспедиции почти 1,5 г. (460 сут.).

2 сентября очередной запланированный сеанс связи со станцией «Фобос-1» провести не удалось. Последующие попытки восстановить связь с автоматической межпланетной станцией «Фобос-1» не дали результатов.

9 сентября был проведен сеанс связи с «Фобосом-2»; по данным телеметрической информации бортовые системы и научная аппаратура АМС работают нормально.

Космические исследования

Полет советско-афганского экипажа

29 августа 1988 г. в 8 ч 23 мин московского времени с космодрома Байконур стартовал космический корабль «Союз ТМ-6» с международным экипажем в составе: летчик-космонавт СССР В. А. Ляхов (командир), В. В. Поляков (врач-исследователь) и гражданин Республики Афганистан А. А. Моманд (космонавт-исследователь)¹. Этот полет проводился в соответствии с договоренностью между правительствами СССР и Республики Афганистан.

После стыковки корабля с орбитальным комплексом 31 августа экипаж «Союза ТМ-6» перешел на станцию «Мир» и вместе с членами основной экспедиции приступил к выполнению научной программы, включающей геофизические и медико-биологические исследования и эксперименты.

За 6 дней работы на орбите международная программа научных исследований была выполнена полностью.

Значительное место отводилось медицинским экспериментам. С помощью аппаратуры, созданной болгарскими специалистами, проводилось дальнейшее изучение работоспособности человека в космическом полете и реакций его организма в острый период адаптации к невесомости; выполнены эксперименты «Потенциал», «Статокинетика», «Лабиринт», «Прогноз», «Сон-К», «Опрос».

По программе экспериментов «Шамшад» велись визуальные наблюдения, фото-съемка и спектрометрирование территории Республики Афганистан с помощью стационарного фотоаппарата КАТЭ-140, ручных камер, спектрометров

МКС-М и «Спектр-256». Полученные результаты будут использованы афганскими специалистами для изучения природных ресурсов Афганистана. В частности, планируется: —

— выявить новые и уточнить известные системы линейных нарушений земной коры, кольцевых и купольных структур, и сопоставить их расположение с данными о размещении месторождений полезных ископаемых; цель эксперимента — определение неизвестных ранее рудоносных зон и структур, перспективных для поиска нефти, газа и рудного сырья;

— исследовать снежно-ледовые и водные ресурсы, что позволит получить сведения о площади оледенения высокогорных районов, морфологии, динамике и режиме ледников, о снежно-ледовых ресурсах не только отдельных бассейнов рек, но и целых районов оледенения, величине ледникового стока и гидроэнергетическом потенциале рек;

— провести изучение районов сейсмической, лавинной и селевой опасности для предварительной оценки сейсмических условий территории Афганистана, определить дальнейшее направление этих исследований, установить зоны развития экзогенных геологических процессов, которые могут активизироваться или проявляться при сейсмическом воздействии (обвалы, оползни, сели).

Приземление спускаемого аппарата было намечено на утро 6 сентября 1988 г. В 2 ч 55 мин «Союз ТМ-5» с В. А. Ляховым и А. А. Момандом (В. В. Поляков остался на станции «Мир» и вместе с В. Г. Титовым и М. Х. Манаровым продолжает работу на орбите) был отстыкован от орбитального комплекса. В 3 час 35 мин от корабля отделился шарообразный бытовой отсек. Однако в дальнейшем две попытки устойчиво включить двигатель корабля на торможение оказались неудачными — происходило автоматическое преждевременное отключение программы спуска (в первом случае из-за неустойчивой работы ИК-построителя вертикали, во втором, когда В. А. Ляхов перешел на ручное

управление, — из-за того, что своевременно не была изменена программа работы автоматики). Посадка корабля была отложена на сутки.

В результате тщательного анализа возникшей ситуации в Центре управления полетом 7 сентября в 4 ч 01 мин по командам бортовой автоматики двигательная установка корабля была включена на торможение; двигатель проработал расчетное время. Затем спускаемый аппарат отделился от приборно-агрегатного отсека, совершил управляемый спуск в атмосфере и благополучно приземлился в 160 км юго-восточнее г. Джезказгана. Продолжительность полета советско-афганского экипажа составила 8 сут 20 час 27 мин.

С. А. Никитин
Москва

Метеорология

Микроволновые датчики — метеорологам

Британская метеорологическая служба решила установить на метеоспутниках высокочувствительные микроволновые датчики, собирающие информацию о температуре и содержании водяных паров в нижней атмосфере. Отсутствие таких данных до сих пор отрицательно сказывалось на точности прогноза погоды.

Измерения основаны на регистрации испускаемого молекулами кислорода и водяных паров микроволнового излучения на частотах 50—200 ГГц.

Такие микроволновые системы, разрабатываемые английскими фирмами, будут установлены на спутниках «TIROS-N», принадлежащих Управлению по изучению океана и атмосферы США; аппараты предполагается запустить весной 1993 г. Два из них будут выведены на полярные орбиты с таким расчетом, чтобы они проходили над одной и той же точкой Земли с интервалом 6 ч.

Кроме того, аналогичные приборы будут размещены на

¹ Дублирующий экипаж: летчик-космонавт СССР А. Н. Березовой (командир корабля), Г. С. Арзамасов (врач-исследователь), М. Дауран (Республика Афганистан, космонавт-исследователь).

борту принадлежащего Европейскому космическому агентству спутника "Meteosat-2", который выводится на геостационарную орбиту. Находясь на высоте 36 тыс. км над экватором, этот аппарат позволит вести круглосуточные наблюдения за погодой во всей Европе. Так как его расстояние от поверхности Земли велико, он потребует установки приборов особой чувствительности.

New Scientist. 1988. Vol. 117. № 1605. P. 34 (Великобритания).

Астрофизика

Открыты еще два миллисекундных пульсара

В начале 1988 г. было сообщено об открытии в шаровом скоплении 47 Tuc (созвездие Тука) двух двойных радиопулсаров PSR 0021-72A и 0021-72B с периодами пульсаций излучения 4,48 мс и 6,13 мс соответственно. Они представляют собой молодые быстро вращающиеся нейтронные звезды — компоненты двойных звездных систем.

Периоды большинства пульсаров заключены в пределах от нескольких десятков миллисекунд до нескольких секунд. Из общей массы таких «долгопериодических» пульсаров выделяется всего несколько миллисекундных.

Среди приблизительно 400 открытых на сегодня в Галактике пульсаров менее десяти входят в состав двойных звездных систем, причем только два из них — миллисекундные. Открытие сразу двух столь редких источников в скоплении, насчитывающем всего несколько сот тысяч звезд (10^{-6} от общего числа звезд Галактики), — полная неожиданность. Впрочем, известно, что вероятность образования двойной системы с нейтронной звездой в шаровых скоплениях гораздо выше, чем вне их. Это связано с тем, что концентрация звезд в шаровых скоплениях очень высока и объединение звезд в пары происходит здесь чаще,

чем в среднем по Галактике. Следует отметить, что 47 Tuc — одно из самых плотных шаровых скоплений.

Первый из обнаруженных пульсаров имеет и другие необычные свойства. Период его орбитального обращения равен 1924 с, т. е. самый короткий из известных. Обычная для двойных систем оценка величины $a \cdot \sin i$ (a — большая полуось орбиты, i — угол между нормалью к плоскости орбиты и лучом зрения) у этого пульсара составляет всего 585 км.

Природа второго компонента пока неясна, так как малый размер орбиты и низкая оценка массы накладывают серьезные ограничения на его свойства. Согласно одной из теорий, для образования миллисекундного пульсара необходимо, чтобы нейтронная звезда входила в состав тесной двойной системы, причем второй компонент должен обладать достаточно малой массой. Только тогда он остается на стадии красного гиганта достаточно долго для того, чтобы вещество, интенсивно перетекающее с него на нейтронную звезду, успело раскрутить ее до частоты вращения более 100 об/с. Но это — лишь одна из многих теорий, имеющая свои внутренние трудности.

Остается неясным, действительно ли обнаружены редкие во всех отношениях объекты, или мы имеем дело с чем-то довольно частым в космосе, только до сих пор нам неизвестным.

Телеграммы Международного астрономического союза. 1988. № 4602.

Астрономия

Космические «снежки» — источник Мирового океана?

Группа Л. А. Франка (L. A. Frank; Университет штата Айова, Айова-Сити, США), обработав данные спутника "Dynamics Explorer-1", высказала предположение, что за время существования Земля ежегодно подвергалась бомбардировке

миллионов кометообразных небольших тел. Вывод основан на необычном распределении в земной атмосфере кислорода, излучающего в ультрафиолетовой части спектра. Спутник зафиксировал «дыры» протяженностью около 2 тыс. км, в пределах которых подобное свечение на 5—20 % ниже средней величины по планете. Возможно, «дыры» образуются под воздействием небольших комет, состоящих из рыхлого снега, покрытого непрочной и тонкой коркой пыли.

Дальнейшие расчеты показали, что для возникновения наблюдаемого количества «дыр» с Землей должно было сталкиваться ежегодно около 18 млн комет диаметром около 12 м, несущих не менее 100 т воды каждая; этого было бы достаточно для образования со временем на Земле всего Мирового океана.

Однако специалисты, считающие, что океаны получили свою влагу в результате вулканической деятельности, не согласны с Франком; они указывают, что в случае существования столь большого числа комет в Солнечной системе должно присутствовать огромное количество ранее не обнаруженной материи, возможно, равное 1 % массы Солнца (что превышает общую массу всех планет). Незамеченными подобные тела оставаться не могли, поскольку объекты массой даже менее 1 г оставляют в атмосфере след, различимый с поверхности Земли.

Сторонники гипотезы Франка возражают, что «его» объекты отличаются хрупкостью и разрушаются на высотах, много превышающих метеорные (около 100 км), а осколки рассеиваются. Яркость подобных объектов сравнима с Венерой, но так как через секунду они исчезают, то земной наблюдатель мог бы увидеть не более одного случая за 100 ч наблюдений. На высоте 1 тыс. км над планетой эти осколки превращаются в содержащие влагу облака поперечником 50 км и более. В изображениях, получаемых со спутников, облака и выглядят как «дыры».

Т. Донахью (T. Donahue;

Университет штата Мичиган, Анн-Арбор, США) обнаружил присутствие в космическом пространстве водорода, очевидно испарившегося из тела комет. Его количество и отсутствие пыли свидетельствуют, что водород поступает от малых небесных тел, не превышающих десятков метров.

Еще одно подтверждение гипотезы Франка получили К. Йитс (С. Yates; Лаборатория реактивного движения, штат Калифорния) и Т. Герелс (Т. Gehrels; Лаборатория лунных и планетарных наук Университета штата Аризона). Фотографируя небо с помощью высокочувствительного электронного прибора, они обнаружили на снимках следы, по длине и яркости соответствующие взаимодействию «объектов Франка» с верхними слоями атмосферы.

Однако многие специалисты, и среди них известный исследователь малых тел Солнечной системы Ф. Уиппл, считают утверждения Франка и его сторонников еще не доказанными.

Geophysical Research Letters. 1988. Vol. 13. P. 303, 307 (США).

Физика атмосферы

Как «устроена» гроза

Установлено, что во время грозы число разрядов в одной местности намного больше, чем в другой. Это явление изучали специалисты по атмосферному электричеству во главе с Р. Орвиллом (R. Orvill; Университет штата Нью-Йорк, Олбани, США).

Развернутая ими широкая сеть приборов, регистрирующих разряды, впервые зафиксировала, что во время многих гроз, особенно осенью и зимой, электрическое поле атмосферы приобретает необычное строение. Большинство молний, возникающих на «переднем крае» бури (по направлению ветра), обладает положительным зарядом, т. е. ток течет с облака к поверхности Земли. Однако всего в

100 км, в «тылу» грозы, большинство молний несет к Земле отрицательный заряд.

Такое биполярное строение грозы было обнаружено, когда несколько локальных сетей, измеряющих атмосферное электричество, объединили в единую систему. В качестве предполагаемой причины биполярности гроз называют горизонтальные ветры. Обычно грозовое облако имеет вертикальное строение: верхняя часть несет положительный заряд, а нижняя — отрицательный. Однако наблюдения показывают, что при горизонтальном ветре на уровне верхней части облака оно начинает клониться к Земле и положительный заряд смещается в направлении ветра. Со временем такое смещение приводит к появлению в «передней» части грозы центра с положительным зарядом.

Противники подобного объяснения отмечают, что горизонтальные ветры обычно слишком слабы, чтобы перенести такой заряд в район грозового фронта. Для решения проблемы необходимо сопоставление спутниковых и радарных данных с данными наземных наблюдений атмосферного электричества.

Science News. 1988. Vol. 133. № 6. P. 87 (США).

Физика

Сверхпроводники из «стеклянных» керамик

Японские специалисты во главе с К. Мацусита (K. Matsuta; Технологический университет в Нагаока) синтезировали высокотемпературные сверхпроводящие «стеклянные» керамики на основе висмута.

Образцы готовились сплавлением различных комбинаций оксидов висмута, кальция, стронция, алюминия, свинца и меди при 1150 °С. Затем расплавы быстро охлаждались в результате разлива на стальную поверхность и прессовались в пластины.

Состав соединений: $\text{Bi}_{1.5}\text{-CaSrCu}_2$; $\text{Bi}_{1.5}\text{Ca}_{1.5}\text{CrCu}_2\text{O}_x$. Образцы аморфны; при медленном нагреве от 400 до 500 °С происходит их экзотермическая кристаллизация, а затем эндотермический переход в состояние типа стекла.

Последующий отжиг при 820 °С и быстрое охлаждение в жидком азоте превращают образцы в сверхпроводник, названный «стеклянной» керамикой. Наиболее высокое значение критической температуры, $T_c = 78 \text{ K}$, достигнуто у образцов состава $\text{BiAl}_{0.3}\text{CaSrCu}_2\text{O}_x$.

Преимущество «стеклянных» керамик в том, что им можно придать различную форму, например вытягивать тончайшие проволоки методом, применяемым для создания оптических волокон.

Nature. 1988. Vol. 332. № 6165. P. 575 (Великобритания).

Физика

Высокотемпературные сверхпроводники на основе таллия

Недавно был синтезирован новый класс сверхпроводников на основе таллия с критической температурой сверхпроводящего перехода $T_c = 125 \text{ K}$. Кроме того, предсказана структура соединения на основе таллия, которая может стать сверхпроводящей при температуре 200 K. (До сих пор новые структуры сверхпроводников синтезировались эмпирически.)

Об этом сообщил на заседании Американского физического общества А. Херман (A. Herman). В отличие от известных сверхпроводников новые материалы не содержат редкоземельных элементов, которые считались неотъемлемой принадлежностью сверхпроводников.

Херман получил три соединения. Первое содержит оксиды таллия, бария, меди и становится сверхпроводником при 80 K.

Во втором ($T_k=105$ K) к этим элементам был добавлен кальций. Соотношение атомов Ti, Ca, Ba и Cu в этом сверхпроводнике составляет 2:1:2:2.

Третье соединение содержит те же атомы (Ti, Ca, Ba и Cu) в соотношении 2:2:2:3 и имеет $T_k=123$ K. Этот результат был воспроизведен в другом исследовательском центре П. Грантом (P. Grant; фирма «IBM»), зарегистрировавшим значение $T_k=125$ K.

При изучении кристаллической решетки нового материала оказалось, что T_k увеличивается с ростом числа слоев окиси меди в кристаллической решетке. Так, первое соединение имеет один слой окиси меди; соединение с $T_k=105$ K — два слоя, а третье соединение ($T_k=125$ K) — три слоя.

Ожидают, что структура с четырьмя слоями окиси меди будет иметь $T_k=150$ K, а с 10 слоями — 200 K. Другими словами, с увеличением плотности состояний в модели Бардина — Кулера — Шриффера по экспоненте растет и значение T_k , достигая предела 200 K при 10 и большем числе слоев окиси меди.

В настоящее время для проверки гипотезы делаются попытки создать четырехслойный материал. Из-за высокой токсичности таллия, 1—2 г которого смертельны для человека, материалы на его основе непригодны для коммерческого применения. Их назначение — исследовательское.

New Scientist. 1988. Vol. 118. № 1607. P. 28 (Великобритания).

Молекулярная биология

Зачем белок РНКазе Р1

Открытие в начале 80-х годов рибозимов — необычной группы ферментов — показало, что ферментами могут быть не только белки, но и рибонуклеиновые кислоты (РНК). Механизм действия рибозимов пока неизвестен, хотя имеется множество гипотез, а результаты экспери-

ментов открывают новые интересные свойства этих соединений.

Известно, что открытие первого рибозима связано с ферментом РНКазой Р. Этот фермент участвует в формировании транспортных РНК. Оказалось, что чистая РНК (без белка) способна выполнять функции самой РНКазы Р. Зачем же нужен белок РНКазе Р? Группа американских биологов под руководством Н. Пейса (N. Pace; Университет штата Индиана, Блумингтон) обнаружила, что чистая РНК работает как «полноценный» фермент только в концентрированных растворах солей — вероятно, соли экранируют заряды на поверхности РНК-фермента и РНК-субстрата, благодаря чему облегчается их контакт. Авторы предполагают, что и белок РНКазы Р, имеющий положительный заряд, выполняет аналогичную роль — нейтрализует заряд молекул РНК и способствует их взаимодействию при ферментативном катализе.

Science. 1988. Vol. 239. № 4836. P. 178—181 (США).

Биохимия

Эволюция активного центра протеаз

Сериновые протеазы — ферменты, расщепляющие белки по амидным связям, играют важнейшую роль в метаболизме белка и регуляции различных процессов практически во всех живых организмах. Характерной особенностью строения активного центра сериновых протеаз является наличие аминокислотных остатков серина, гистидина и аспартата («каталитическая триада»), а также участка связывания молекулы субстрата. Скорость ферментативного гидролиза амидных связей превышает скорость неферментативной реакции как минимум в 10^9 — 10^{10} раз. П. Картер и сотрудники (P. Carter; Отдел биомолекулярной химии фирмы Генентек, Сан-Франциско, штат Калифорния) исследовали роль отдель-

ных аминокислотных остатков каталитической триады активного центра фермента субтилизина, выделенного из бактерии *Bacillus amyloliquefaciens*, и характер их взаимодействия в ходе катализа путем единичных и множественных замен на аминокислоту аланин.

Замена серина, гистидина или аспартата вызывала уменьшение скорости реакции в $2 \cdot 10^6$, $2 \cdot 10^6$ и $3 \cdot 10^4$ раз соответственно. При этом наблюдалось только небольшое изменение в связывании субстрата на активном центре фермента. Анализ последствий подобных замен одного или нескольких аминокислотных остатков каталитической триады показал, что влияние трех аминокислотных остатков на скорость ферментативной реакции не аддитивно, т. е. они действуют согласованно. Интересно, что замена даже всех трех остатков не приводила к полной потере активности фермента. Как считают исследователи, остаточная активность является результатом образования комплекса между субстратом и ферментом, что способствует стабилизации переходного состояния гидролитической реакции.

С эволюционной точки зрения, маловероятно, что каталитическая триада возникла одновременно: скорее всего ее образование связано с существованием ряда предшественников. Однако в связи с этим трудно объяснить тот факт, что аминокислотные остатки триады функционируют взаимосвязанно. Результаты анализа аминокислотных замен указывают на возможность двух путей эволюции каталитической триады, при реализации которых последовательное появление остатков каталитической триады в активном центре приводит к увеличению скорости ферментативной реакции. В первом случае за серином появляется гистидин, за ним — аспартат. Появление каждой новой аминокислоты приводит к увеличению скорости в 8, 9 и $3 \cdot 10^4$ раз соответственно. Второй путь связан с возможностью замены гистидина каталитической триады гистидином, входящим в состав самой молекулы субстрата. В этом слу-

чае порядок появления в активном центре гистидина и аспартата мог быть иным.

Nature. 1988. Vol. 332. № 6164. P. 564—568 (Великобритания).

Биофизика

Синхротронное излучение — для изучения ферментативного катализа в кристаллах

Многие ферменты сохраняют активность в кристаллах. Это объясняется тем, что кристаллы белка содержат 20—80 % воды и имеют каналы, по которым субстраты могут диффундировать к активному центру фермента. Ограничения, накладываемые на подвижность белка или субстрата кристаллической решеткой (порядком расположения молекул фермента в кристалле), могут значительно уменьшать ферментативную активность. Однако некоторые ферменты, например папаин, более активны в кристалле, чем в растворе.

Для понимания механизма ферментативного катализа необходимо знание структуры промежуточных фермент-субстратных комплексов, образующихся в ходе ферментативной реакции. До недавнего времени определение структуры этих комплексов казалось неразрешимой задачей, так как проведение рентгеноструктурного анализа занимало дни или месяцы, а ферментативная реакция протекает в течение 10^{-12} — 10^3 с. Однако появление новых методик с использованием источников синхротронного излучения позволяет уменьшить продолжительность проведения анализа. В частности, использование источников монохроматического рентгеновского излучения позволило непосредственно наблюдать образование промежуточного комплекса между ферментом фосфорилзой и его субстратами.

Принципиальное решение проблемы может дать проведение стробоскопических экспери-

ментов, основанных на импульсной природе синхротронного излучения. Продолжительность импульса составляет сотни пико-секунд, а паузы между ними — наносекунды, причем временные характеристики пульсации зависят от типа ускорителя и режима его работы. Современные ускорители высоких энергий теоретически дают возможность получить всю необходимую информацию о структуре молекулы с помощью единичного импульса.

Таким образом, может быть определена структура фермент-субстратного комплекса, если время его жизни не меньше сотен пикосекунд, что открывает перспективу детального объяснения механизмов многих ферментативных реакций.

Trends in Biochemical Sciences. 1988. Vol. 13. № 3. P. 104—109 (Великобритания).

Биохимия

Причины возникновения болезни Альцгеймера уточняются

Болезнь Альцгеймера — распространенная причина возникновения слабоумия у пожилых людей¹. Она проявляется в виде нарушений памяти и интеллекта и сопровождается разрушением мозговых клеток и появлением характерных для этого заболевания образований в мозгу, которые носят название сенильных бляшек. В их состав входит амилоид A4 — вещество белковой природы. Исследователям удалось идентифицировать ген предшественника этого белка и определить его локализацию в 21-й хромосоме человека.

Недавно американскими и японскими биологами была открыта вторая форма белка-предшественника, которая, как и первая, может играть определенную роль в развитии болезни Альцгеймера. Новая форма бел-

ка похожа на предыдущую, за исключением того, что содержит еще дополнительную молекулу вещества, химическая структура которого напоминает структуру белковых ингибиторов ферментов, в частности трипсина. Обе формы белков-предшественников по-разному распределяются в организме больных: вторую, более длинную молекулу, включающую в себя «ингибитор ферментов», можно найти в большинстве тканей организма, а первую — главным образом, в мозгу.

Полагают, что образование бляшек в мозгу людей, страдающих болезнью Альцгеймера, может быть вызвано изменениями в общем балансе двух форм белков-предшественников.

Nature. 1988. Vol. 331. № 6156. P. 530—532 (Великобритания).

Физиология

Животные синтезируют морфин

Известно, что впервые морфин был выделен из опийного мака (*Papaver somniferum*). Затем его обнаружили и в тканях животных, однако вопрос о том, может ли морфин животных синтезироваться из тех же промежуточных соединений, что и у мака, был выяснен лишь недавно, благодаря исследованию биохимиков Х. Кодир и С. Спектора (H. Kodira, S. Spector; Институт молекулярной биологии в Нью-Джерси, США). Поскольку морфин синтезируется из своего предшественника тебаина двумя путями: 1) тебаин — орипапин — морфин; 2) тебаин — кодеин — морфин, исследователи добавляли тебаин к содержимому разрушенных клеток печени, почек или мозга крысы и регистрировали продукты реакций. Оказалось, что максимальный синтез кодеина, орипапина и морфина происходит спустя 2—3 ч после добавления тебаина, а затем начинает снижаться. Удалось установить, что синтез морфина происходит с участием цитохромной систе-

¹ См.: Ген старческого слабоумия // Природа. 1987. № 7. С. 110.

мы Р-450 — железосодержащих белков, переносчиков электронов. Кроме того, было установлено, что добавление кофакторов — веществ, необходимых для действия ферментов, — усиливало синтез морфина почти в 10 раз. При этом кофактор никотинамидадениндинуклеотид-фосфат (НАДФ) — по второму. Какие конкретно ферменты регулируют биохимические реакции, лежащие в основе синтеза морфина, пока неясно. Предпринимаются попытки их идентификации.

Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA. 1988. Vol. 85. P. 1267—1271 (США).

Физиология

Выделено новое опиоидное соединение

После того как из нервной ткани человека были выделены опиоидные пептиды — энкефалины, динарфины и эндорфины, обладающие наркотическим действием, исследователи продолжают поиск новых опиоидов. Было обнаружено, что одна из фракций хроматографического разделения веществ спинномозговой жидкости человека (так называемый «пик Б») обладает опиоидной активностью. Проведя повторное хроматографическое разделение и очистку «пика Б», группа биохимиков под руководством Б. Миллера (B. Miller; Университет штата Теннесси, США) обнаружила присутствие неизвестного опиоидного соединения с молекулярной массой меньше 10 кД в концентрации, эквивалентной 1,4 пиколю молекулы морфина в 1 мл. Новый опиоид после введения в мозг мышей вызывал обезболивание — тем сильнее, чем выше была его концентрация, а опийный антагонист налоксон подавлял его обезболивающее действие. Обработка протеолитическими ферментами трипсином и α -химотрипсином не лишала новый

опиоид активности, что свидетельствовало об отсутствии связей между аминокислотами лизиним, аргинином, фенилаланином и тирозином в его молекуле. Это, по мнению авторов, указывает на сходство нового опиоида с известными ранее. Структура нового вещества расширявается.

Life Sciences. 1987. Vol. 41. P. 2535—2545 (США).

Медицина

Алюминий поражает сердце

Известно, что алюминий вызывает гибель нервных клеток; его токсичность возрастает, когда алюминий входит в состав прочного химического комплекса. Недавно группа физиологов из научных центров Италии исследовала действие одного из таких «плохоперевариваемых» организмом соединений — ацетилацетоната алюминия на сердечную ткань. Оказалось, что на 9-й день после введения кроликам этого соединения в довольно низкой концентрации (30 мкг/кг веса тела) животные погибали от паралича сердца. Как показал гистологический анализ, в ткани сердца погибших животных присутствовали обширные очаги патологического новообразования соединительной ткани, которая утрачивала фибриллярную сеть. Под действием ацетилацетоната алюминия происходил отек желудочков сердца, его мышечные волокна разрушались, в различных участках сердца шел воспалительный процесс. Высокая токсическая специфичность соединений алюминия в отношении сердца, позволит, по мнению авторов, использовать эти соединения в качестве инструмента для экспериментального моделирования паралича сердечной деятельности с целью направленного поиска лекарственных препаратов, предотвращающих это заболевание у людей.

Toxicolog Letters. 1987. Vol. 39. P. 185—188 (USA).

Биология

Кофеин: мутаген или антимуутаген?

Около 10 лет назад появились сведения о мутагенности кофеина, однако затем представления о мутагенности кофе и пищевых продуктов, содержащих кофеин, существенно изменились. Японские исследователи Х. Обана, С. Накамура и Р. Танака (H. Obana, S. Nakamura, R. Tanaka; Институт общественного здоровья, г. Осака) сообщили, что растворимый кофе оказывает антимуутагенное действие на микроорганизмы, подвергшиеся мутагенному действию химических соединений. С. Омиши с сотрудниками (S. Omishi et al; Университет г. Осака) показали, что кофе, черный и зеленый чай существенно снижают частоту повреждений хромосом, вызываемых канцерогеном афлатоксином В₁ в клетках костного мозга крыс. Подобные результаты содержатся и в совместных работах индийских и японских исследователей о действии на клетки бактерий *Salmonella typhimurium* черного и зеленого чая.

Итак, накапливаются экспериментальные данные о том, что кофеин, содержащийся в кофе, черном и зеленом чае, оказывает антимуутагенное действие на организмы. Вероятно, выводы о мутагенности кофе были обусловлены действием не столько кофеина, сколько продуктов, возникающих при обжаривании зерен кофе.

Mutation Research. 1987. Vol. 182. No 6. P. 372; там же, P. 374 (Нидерланды).

Зоология

«Древесные» головастики

Общезвестно, что личинки лягушек и жаб обитают в болотах, прудах, лужах и других небольших наземных водоемах. Но не многие знают, что у ряда

бесхвостых земноводных тропической зоны головастики развиваются в пазухах листьев, в различных неровностях коры, в дуплах. Американские исследователи из Музея естественной истории им. Филда, обобщив собственные и литературные данные, подразделили таких головастиков на шесть групп — в зависимости от их морфологических особенностей и образа жизни.

В одну из групп, например входят головастики с коротким коренастым телом, хорошо развитыми жаберными ветвями, через которые они фильтруют воду, и роговыми зубчиками на губах. Такие головастики питаются крупными частицами детрита, осевшими на фильтре, а развиваются в «водоемах», образовавшихся в дуплах деревьев. Сюда можно отнести некоторых веслоногих лягушек из рода *Rhacophorus*. У листолазов (*Phylllobates*) личинки имеют удлинненное тело; они тоже снабжены хорошо развитыми жаберными ветвями и большим числом роговых зубчиков. Питаются они в основном мелким детритом. Но есть группы личинок, основную пищу которых составляют яйца собственного вида. К ним относятся некоторые квакши и многие лягушки-древолазы из рода *Dendrobates*. Личинки этих видов отличаются сильно вытянутым телом, слабо развитыми жаберными ветвями, малым числом рядов роговых зубчиков. В то же время у них есть признаки специализации в скелете и мускулатуре, что и позволяет им питаться яйцами собственного вида и другими крупными объектами. Развиваются так же личинки в основаниях листьев бромелии и иных тропических растений. В столь малом объеме воды, которая скапливается в пазухах листьев, пищи головастикам может не хватить, поэтому самки откладывают там и неоплодотворенные яйца — специально в качестве корма.

Исследователи предполагают, что «древесные» головастики произошли от «обычных», развивавшихся в наземных условиях и питавшихся в основном растениями и детритом. Головастики с тонким удлинненным телом приспособились к жизни в

меньшем объеме воды, а головастики с крупным, коренастым телом — в дуплах и других более крупных полостях. Питание же кройкой собственного вида — это проявление специализации в процессе эволюции уже самих «древесных» личинок; видимо, оно возникло у тех форм, у которых уменьшилось число рядов роговых зубов.

Fieldiana: Zoology. 1987. № 38. P. 1—30 (США).

Палеогеография

Климат океана в неогене

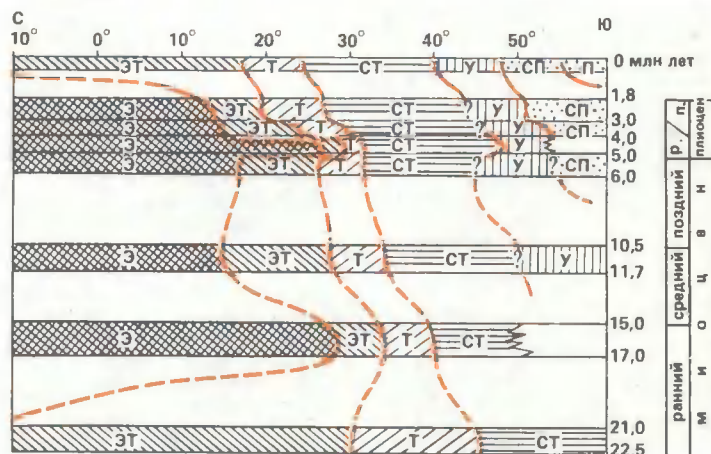
Известно, что в неогене (22,5—1,8 млн лет назад) климат планеты и ее отдельных регионов неоднократно менялся, но как именно? Был ли климатический тренд однонаправленным в масштабах миллионов лет или имел синусоидальный характер? Ответ на этот вопрос дают реконструкции климатической зональности Мирового океана для семи временных интервалов неогена, проведенные Н. С. Оськиной и автором (Институт океанологии им. П. П. Ширшова АН СССР) совместно с Н. С. Блюм (Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова) по материалам отчетов глу-

боководного бурения и другим работам.

Климатическая зональность реконструирована по методике авторов на основе данных о распространении в донных осадках раковин планктонных фораминифер. Различные виды фораминифер при жизни обитали в поверхностных водах разных климатических зон с наиболее благоприятными для каждой группы видов температурами. Это позволило восстановить положение зон в древних океанах по соотношению видов. Относительная тепловодность или холодноводность ископаемых видов устанавливалась сопоставлением их ареалов с одновозрастными ареалами ныне живущих видов.

Полученные реконструкции показали, что климатический тренд не был одинаковым для высоких и низких широт. В течение неогена в высоких широтах Южного полушария (по Северному данным значительно меньше) прогрессировало похолодание, связанное с изоляцией Антарктиды от теплых тропических вод Циркумполярным течением и с ростом ледникового щита; оно ослабевало, вероятно, лишь в раннем плиоцене (5—4 млн лет

Миграция климатических зон восточной части Индийского океана в неогене (Э — экваториальная, ЭТ — экваториально-тропическая, Т — тропическая, СТ — субтропическая, У — умеренная, СП — субполярная, П — полярная).



назад). В низких широтах климатическим оптимумом неогена был конец раннего миоцена (17—15 млн лет назад); в среднем миоцене потепление сменялось похолоданием. Следующее потепление отмечается в конце миоцена — начале плиоцена (особенно 5—4 млн лет назад), за ним вновь последовало прогрессирующее похолодание.

Положение и размеры климатических зон океана менялись в соответствии с описанными тенденциями. Границы самых холодноводных полярных и умеренных зон постепенно смещались к экватору. Самые тепловодные экваториальная и тропические зоны сужались во время похолоданий и расширялись во время потеплений в низких широтах. Промежуточные субтропические зоны служили «буфером»: их ширина была максимальной при глобальных похолоданиях и минимальной при противофазном состоянии климата высоких и низких широт.

На фоне описанных длиннопериодных колебаний климата в неогене многочисленными исследованиями установлены чередования похолоданий и потеплений длительностью в сотни и десятки тысяч лет, сопоставимые с плейстоценовыми, но, по-видимому, меньшие по амплитуде.

Е. В. Иванова,
кандидат геолого-
минералогических наук
Москва

Палеоантропология

Неандерталец и зубочистка

Как избавиться от застрявшей между зубами пищи — эта проблема была знакома, вероятно, и нашим отдаленнейшим предкам. Окончательно очевидным это стало, когда антропологи Д. Фрейер и М. Расселл (D. Frayer, M. Russell; Университет штата Канзас, США) изучили остатки жевательного аппарата десяти неандертальцев, населя-

вших пещеру Крапина в Югославии в период между 100 и 50 тыс. лет назад.

На зубах сохранились свидетельства их регулярной чистки — расположенные по бокам бороздки, которые могли образоваться лишь в случае, если между зубами взад-вперед водили неким заостренным предметом. Предположения, будто такие бороздки возникли вследствие кариеса или обильного отложения зубного камня, или естественного стирания поверхности при пережевывании грубой пищи, специалисты решительно отвергли. Установлено также, что применение древней зубочистки нередко приводило к воспалению корневой ткани зубов.

Аналогичные бороздки характерного направления обнаруживали и на зубах таких древнейших предков человека, как *Homo habilis*, впервые овладевший орудиями труда, и даже *H. erectus*, освоивший прямохождение. Но объяснения этим бороздкам ранее не было.

American Journal of Physical Anthropology. 1988. Vol. 74. P. 393; New Scientist. 1988. Vol. 117. № 1601. P. 34 (США).

Палеонтология

Древние млекопитающие Америки

В Туипампе (южная часть Боливии) совместная франко-американско-боливийская палеонтологическая экспедиция, возглавляемая Ж. де Муизоном (Ch. de Muizon; Национальный музей естественной истории, Париж, Франция) и Л. Маршаллом (L. Marshall; Институт происхождения человека, Беркли, штат Калифорния, США), обнаружила и раскопала крупное местонахождение млекопитающих меловой эпохи.

Определены остатки представителей 5 отрядов примитивных млекопитающих, среди которых по меньшей мере 11 видов сумчатых и 7 видов ранних плацентарных. Сумчатые представлены ранее неизвестны-

ми видами семейства дидельфидов (к этому семейству принадлежит и современная сумчатая крыса — опоссум). Среди плацентарных обнаружено несколько видов примитивных копытных. Из них особенно интересна находка древнейшего представителя полностью вымершего отряда пантодонтов. Прежде эти примитивные копытные были известны только из палеогеновых отложений Северной Америки, Европы и Азии.

Научный анализ новых находок дал основание предположить, что 75—66 млн лет назад происходило переселение ряда групп млекопитающих из Южной Америки в Северную (а не наоборот (!), как до сих пор считалось), где в дальнейшем шло их активное приспособление к новым условиям и расселение.

National Geographic Research. 1988. Vol. 4. P. 23 (США).

Палеонтология

Ископаемые остатки гигантской морской птицы

При строительстве аэропорта в Чарлстоне (штат Южная Каролина, США) найдены окаменевшие остатки самой крупной из когда-либо существовавших и найденных морских птиц. Она весила около 41 кг, а размах крыльев достигал 5,5 м. Рядом с этой древней птицей самые большие из ныне живущих морских птиц показали бы карликами. Например, странствующий альбатрос (*Diomedea exulans*) весит около 9 кг, а размах крыльев имеет примерно 3,5 м.

Ученые из Смитсоновского института и Чарлстонского музея относят эту гигантскую морскую птицу к ныне вымершим ложнозубным птицам; это отдаленные родственники современных пеликанов, жившие в период 50—5 млн лет назад. Возраст морской птицы, обнаруженной в Южной Каролине, определен в 30 млн лет.

International Wildlife. 1988. March — April. P. 32 (США).



Охрана природы

Пятнистая сова под угрозой исчезновения

В США в государственный перечень животных, находящихся под угрозой исчезновения, включена северная пятнистая сова (*Strix occidentalis*), пока еще встречающаяся в старых лесах тихоокеанского Северо-Запада.



Северная пятнистая сова.

Места обитания совы быстро исчезают в результате хозяйственной деятельности человека, в том числе из-за заготовки леса. Лесная служба США давно уже определила: если лесозаготовки будут продолжаться с такой же скоростью, что и в наши дни, по всей вероятности, в следующем столетии пятнистые совы исчезнут.

В настоящее время популяция пятнистых сов оценивается специалистами в 4—6 тыс. особей.

National Wildlife. 1988. February — March. P. 31 (США).



Охрана природы

Кондор родился в неволе

В мае 1988 г. в Парке диких зверей Сан-Диего (штат Калифорния, США) птенец ка-

лифорнийского кондора вылупился из яйца, снесенного там же. Через два дня новорожденный весил 206,9 г. Пол птенца, которого нарекли Моллоко, можно определять лишь через месяц, когда он окрепнет и появится возможность взять кровь на анализ.

Пять раз в сутки птенец получает измельченную тушку мышонка и пищу, оторыгнутую ястребами.

Первый случай рождения калифорнийского кондора в неволе дает надежду на его возвращение в природную среду обитания. На сегодня же все известные представители этого вида живут в неволе: 14 из них — в том же Парке диких зверей Сан-Диего, а еще 13 — в зоопарке Лос-Анджелеса.

New Scientist. 1988. Vol. 118. № 1611. P. 25 (Великобритания).



Охрана природы

Марки с изображением дикой природы

В 1988 г., к 50-летию первого выпуска популярных в США благотворительных марок с изображением диких животных и растений, Национальная федерация США по охране дикой природы выпустила серию, включившую наиболее интересные марки прежних лет.

Ежегодный выпуск подобных марок — это программа, имеющая не только просветительное значение, но и приносящая доход, используемый на финансирование деятельности Федерации по охране дикой природы. А началось все с анонимного письма, полученного в 1937 г. Дж. Дарлингом, президентом только что созданной тогда Федерации, с предложением «выпустить миниатюрные красочные картинки из жизни животных с клеем на оборотной стороне». И Дарлинг, художник-карикатурист, подготовил первую такую серию из 16 марок. С тех пор лучшие художники-анималисты страны создали более 5000 оригинальных рисунков для марок. Все художественные

работы обязательно просматриваются специалистом-биологом.

Ежегодно Федерация выпускает для любителей природы коллекционный альбом с марками животных и их описанием. Издан такой альбом и в 1988 г.

National Wildlife. 1988. February — March. P. 30 (США).

Геология

118-й рейс «ДЖОЙДЕС Резолюшн»

В соответствии с Международной программой океанского бурения 118-й рейс научно-исследовательского бурового судна «ДЖОЙДЕС Резолюшн» проходил в октябре-декабре 1987 г. в юго-западной части Индийского океана. В нем участвовали специалисты из США, Канады, Японии, ФРГ, Франции, Бельгии и Швеции. Научные руководители рейса — П. Т. Робинсон (P. T. Robinson; Университет им. Далхаузи, Канада) и Р. П. фон Герцен (R. P. Von Herzen; Вудсхолский океанографический институт, США). Главная задача рейса — изучение глубинного строения океанической коры.

Сложная техника бурения позволяла до сих пор успешно изучать таким способом лишь два верхних слоя океанической коры — осадочный и базальтовый, более глубоко залегающие слои оставались недоступными бурению. Однако детальное исследование именно этих глубинных пород и их взаимопереходов позволяет решить фундаментальную проблему: из какого материала мантии и каким образом выплавляется основная магма, что происходит с ней в процессе кристаллизации, каким вторичным процессам подвергаются образовавшиеся из этой магмы глубинные породы.

Местом проведения этих исследований был выбран трансформный разлом Атлантик II, пересекающий Западно-Индийский хребет. Разлом протягивается с севера на юг на 210 км

при ширине 22—38 км; дно долины лежит на глубине в среднем около 5800 м. Почему был выбран именно разлом? Считается, что в зоне трансформного разлома, особенно в области его пересечения с хребтом, океаническая кора наиболее тонкая и возможность достичь глубинных слоев максимально вероятна.

В четырех различных пунктах разлома Атлантис II было пробурено по несколько неглубоких (3—57 м) скважин, и лишь в одной глубина забоя достигла 500,7 м. Эта скважина (735 В, координаты 32°43,4' ю. ш. и 57°15,9' в. д.) и представляет наибольший интерес. Выход керна в ней составил 434,8 м.

Расположение континентальных блоков и подводных хребтов к юго-востоку от побережья Африки и район бурения в одной из зон трансформных разломов — Атлантис II.

Скважина заложена на вершине одного из тектонических блоков, осложняющих западный борт разлома. Блок представляет собой поднятие с платообразной вершиной (результат бывшей волновой абразии) площадью 5 на 2 км. Минимальная глубина моря над поднятием — 700 м. Скважина вскрыла здесь толщу глубинных пород основного состава, представленных главным образом оливиновыми габбро с прослоями рудного (титан-магнетитового) габбро и троктолита. В верхних частях габбрового комплекса наблюдаются структуры, образованные в процессе осаждения минералов из жидкого расплава, а также первичная магматическая слоистость. Нижняя часть комплекса сложена массивными оливиновыми габбро с высоким содержанием MgO (до 25 масс. %).

Специалисты считают, что эти габбро являются первичными выплавками из подстилающей мантии. Габброиды местами, особенно в верхней час-

ти, рассланцованы и милонитизированы. В нижних слоях разреза встречаются следы гидротермальной переработки пород. Наиболее интересный переход от габбро к нижележащим перидотитам не вскрыт, хотя перидотиты обнаружены при драгировании склонов разлома и встречены в других скважинах в виде мелких обломков, входящих в состав брекчий.

Nature. 1988. Vol. 333, № 6169. P. 115 (Великобритания).

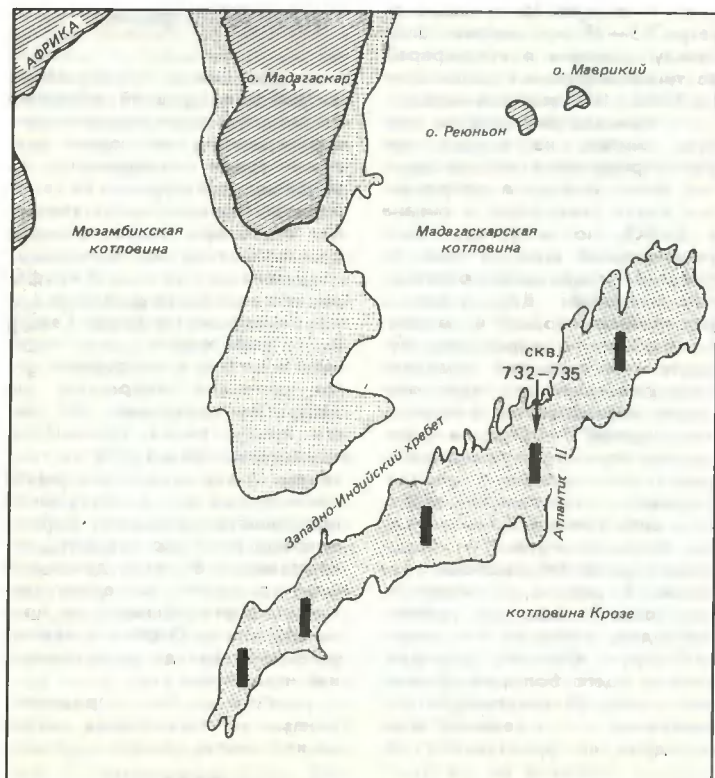
Геология

Золото с океанского дна

Группа геологов и геофизиков, которую возглавляют П. Рона и Дж. Томпсон (P. Rona; Национальное управление США по изучению океана и атмосферы; G. Thompson; Вудсхоллский океанографический институт, США) и которая включает специалистов из Торонтского университета (Канада), обнаружила золото и самородную медь в сульфидных отложениях зоны Срединно-Атлантического хребта.

Подводные отложения, содержащие золото, приурочены к зонам спрединга (растяжения земной коры). По мере раздвигания литосферных плит в образующиеся трещины проникает морская вода. В недрах она разогревается и активно вымывает из вмещающих пород различные металлы, кремний, кальций, калий, серу и другие элементы. Затем эти насыщенные растворы вновь поднимаются к ложу океана; при их соприкосновении с холодной водой происходит осаждение вынесенных из глубин веществ. Формирующиеся при этом трубо- и колоннообразные тела со временем обрушаются, образуя большие холмы. Один из таких золотоносных холмов, открытых в Центральной Атлантике в 1985 г., имеет высоту 50 м при ширине основания около 250 м.

Первичные гидротермальные отложения такого рода содержат до 4 г/т золота.



В дальнейшем происходит его поэтапная концентрация¹.

Обнаружение золота в океанских рудах имеет важное значение и для разработки теоретических вопросов образования металлоносных отложений на суше. До сих пор считалось, что богатые вторичные отложения возникают при окислении подземными водами первичных залежей, обнажающихся в процессе подъема на поверхность или эрозии. Но если обогащение руд происходит еще на дне моря, то, следовательно, многие месторождения на современной суше могли сформироваться аналогичным образом. *Nature*. 1988. Vol. 333. № 6168. P. 64 (Великобритания).

Геофизика

Массо- и энергообмен в океане и атмосфере

Процессы обмена влагой и энергией между океаном и атмосферой являются определяющими в формировании климата и погодных условий на земном шаре. Недостаточно точный учет такого взаимодействия приводит к плохой оправданности долгосрочных прогнозов погоды, невозможности создать адекватную теорию климата Земли. Особенно важно исследовать эти процессы в зонах, где такой обмен наиболее интенсивен. Среди таких энергоактивных зон океана (ЭАЗО) для формирования погоды в Европе особенно важны район в Атлантическом океане вблизи о. Ньюфаундленд, а также район Гольфстрима у восточного побережья США. Именно в этих ЭАЗО и были проведены комплексные исследования во время 48-го рейса научно-исследовательского судна «Академик Курчатов» Института океанологии им. П. П. Ширшова АН СССР.

Основная задача рейса: исследовать механизмы массо- и энергопереноса в приводном слое атмосферы и верхнем слое океана. Поскольку в большинстве случаев такой перенос обеспечивается турбулентными движениями воздуха и воды, мы специально разработанными приборами с высокочувствительными датчиками измеряли мелкомасштабные пульсации скорости ветра (течений), температуры, влажности воздуха, солёности воды. В воде измерения проводились методами вертикального зондирования и буксировки приборов за судном, а на различных высотах в атмосфере — с помощью телескопического устройства. Выполнялся также комплекс радиационных измерений, акустическое зондирование атмосферы, определялось содержание аэрозолей в воздухе.

Потоки тепла, кинетической энергии, влаги, изменение солёности, как оказалось, варьируют в весьма широких пределах. Так, в Ньюфаундлендской ЭАЗО при разности температур воды и воздуха 15° и скорости ветра 15–20 м/с потоки тепла между океаном и атмосферой достигали огромных величин — 1–2 кВт с 1 м² водного зеркала.

Важным результатом следует считать не только сам факт определения потоков энергии, влаги и соли в пограничных слоях атмосферы и океана в ЭАЗО, но и установление зависимостей этих потоков от средних гидрометеорологических условий. Для этого в экспедиции наряду с мелкомасштабными измерениями осуществлялся широкий комплекс метеорологических и гидрологических исследований. В Ньюфаундлендской ЭАЗО были определены параметры теплового Североатлантического течения, формы его изменчивости, структура фронтальной зоны между его теплыми водами и холодными водами Лабрадорского течения. В районе энергоактивной зоны Гольфстрима удалось наблюдать отрыв от его основной струи крупного меандра, переносщего большое количество тепла. Установлено, что в различных частях течений, в их меандрах, во фронтальных зо-

нах взаимодействие океана и атмосферы осуществляется по-разному. Естественно, что расчеты параметров взаимодействия следует производить с использованием либо различных формул, либо с меняющимися, зависящими от гидрометеорологических условий коэффициентами в них. Очевидно, это даст возможность усовершенствовать методы расчета влияния океана на формирование погодных условий в Северной Атлантике и Европе, а также позволит разработать более совершенные методы параметризации мелкомасштабных процессов обмена в теоретических моделях погоды и климата на Земле.

Р. В. Озмидов,
доктор физико-математических наук
Москва

Метеорология. Химия атмосферы

Количество метана в атмосфере растёт

Динамика содержания метана в воздушной оболочке Земли длительное время остается предметом оживленной дискуссии среди метеорологов, существенно расходящихся в своих оценках. Крупный шаг в уточнении характера этого процесса сделала группа новозеландских специалистов по химии атмосферы, возглавляемая Д. Лоу (D. Lowe; Университет в Лоуэр-Хатте).

Установлено, что количество метана в атмосфере ныне ежегодно возрастает на 0,8 %. За последние 200 лет его концентрация увеличилась примерно с 650 до 1700 частей/млрд. Среди источников, выделяющих метан в воздушное пространство, называют болота, рисовые поля (по существу искусственные болота), домашний скот, а также каменноугольную и нефтедобывающую промышленность. Особенно разнятся оценки вклада двух последних источников.

Группа Лоу определяла динамику концентрации метана по количеству содержащегося в

¹ Подробнее см.: Батулин Г. Н. Золото в океанских рудах // Природа. 1988. № 3. С. 93.

нем радиоактивного изотопа углерода ^{14}C , период полураспада которого составляет 5730 лет. Метан, заключенный в каменном угле и нефти, ^{14}C не содержит. Судя по соотношению ^{14}C и других изотопов углерода в образцах воздуха, 32 % всего атмосферного метана приходится на ископаемые топлива, добываемые человеком. Эта величина в 4 раза превышает прежние оценки специалистов.

Nature. 1988. Vol. 332. № 6164. P. 522 (Великобритания).

Климатология

Вулканы и климат

К. Сир (С. Sear; Британское управление антарктической съемки, Лондон) и М. Келли (M. Kelley; Университет Восточной Англии, Норидж) установили, что извержение вулкана в Северном полушарии вызывает там быстрое похолодание, но не меняет заметно температуры в Южном. Вулканическая же активность в Южном полушарии влияет на погоду в обоих полушариях, причем эффект наступает после извержения спустя 6—12 месяцев.

К подобному выходу исследователи пришли, проанализировав достаточно полные данные о температурах на поверхности Земли и сопоставив их с информацией об извержениях ряда вулканов, в том числе Мон-Пеле (о. Мартиника, Карибский бассейн) в 1902 г. и четырех вулканов Южного полушария, включая Кракатау (Индонезия) в 1883 г.

Сразу после извержения в Северном полушарии температура в этой части планеты снижается на несколько десятков градусов и остается низкой в течение двух лет, причем наиболее сильно это отражается на летнем сезоне. Вулканические события в Южном полушарии проявляются в противоположном направлении части света примерно через полгода, но в своем полушарии сказываются лишь через 12 месяцев. По-видимому, связано это с неравномерностью рас-

положения суши и океана в обоих полушариях Земли. Тепловая инерция океана столь велика, что последствия появления в атмосфере вулканической пыли, снижающей солнечную радиацию, сказываются с большим сдвигом.

Nature. 1988. Vol. 330. P. 365; New Scientist. 1988. Vol. 117. № 1597. P. 36 (Великобритания).

Археология

Древние горнорудные выработки Сванетии

Ш. Г. Чартолани (Центр археологических исследований АН ГрузССР) на состоявшемся в августе 1988 г. Башкапсарском археологическом полевом семинаре «Медные рудники Западного Кавказа III—I тысячелетий до н. э. и их роль в горнометаллургическом производстве древнего населения» обобщил результаты исследований возглавляемой им Сванетской археологической экспедиции и высказал утверждение, что горная полоса Западной Грузии в эпоху бронзы являлась одним из главных очагов горнорудного и металлургического производства исторической Колхиды.

Многочисленные находки готовых изделий из бронзы, отдельные следы ее древнего производства, а также наличие сырьевой базы давно уже дали основания ряду исследователей Кавказа предположить существование горнорудного дела и производства бронзы в указанном районе. Первым подтверждением этого стало случайное открытие геологами в 1940—50-х годах в верховьях р. Риони (Верхняя Рача на западе Грузии) древних горнорудных выработок меди и сурьмы. Аналогичное открытие сделано в 1968 г. абхазской геологической партией в верховьях рек Бзыби и Кодори. В 1979 г. подобные выработки в верховьях р. Ингури обнаружила Сванетская археологическая экспедиция. В 1980 г. геологи случайно наткнулись на древнюю штольню

в верховьях р. Цхенисцкали.

На сегодня в ущелье р. Ингури (местечко Зааргаш в высокогорной Сванетии) обнаружено четыре штольни, две из которых изучаются. Полиметаллическое месторождение в этом районе, судя по широкому распространению трещин и кварцевых жил, связано с контактными метаморфизмом. Обе зааргашские выработки относятся к подземному типу. Пока удалось очистить от завалов первые камеры с их ответвлениями, что позволило установить некоторые параметры штолен: глубина (по горизонтали) одной — 29 м, периметр — 46 м; глубина другой — 60 м, периметр — 145 м (но замеры не окончательные, так как низ штольни еще покрыт толстым слоем отвалных пород).

Найдены и вещественные доказательства древности горного дела: обломки и полностью сохранившиеся каменные молоты, молотки и терки, части деревянных балок для крепления кровли, древесный уголь, остатки деревянного корыта для выноса породы. Среди набора каменных орудий есть и никогда прежде не встречавшиеся: например, «молот» весом 40 кг, который, по-видимому, подвешивался на веревке и служил ударным элементом примитивного механического орудия.

По аналогии с уже известными находками в рудниках Верхней Рачи и Абхазии, по идентичности горной техники и технологии добычи меди древние выработки Сванетии можно датировать эпохой поздней бронзы. На глубокие корни металлургии и художественного ремесла в этих местах указывают также лингвистические, топонимические материалы и древние письменные источники.

Тезисы докладов Башкапсарского полевого археологического семинара. Сухуми, 1988. С. 15—16.

30 дней в мире НАУЧНОГО КНИГОИЗДАНИЯ США

Беседа с В. П. Карцевым

ВЛАДИМИР ПЕТРОВИЧ, газета «Известия» 2 августа поместила сообщение, что (цитирую) «директор издательства «Мир» В. Карцев около месяца провел в США, работая дублером шефа Нью-Йоркского издательства «Американский физический институт». Как вы чувствовали себя в чужом директорском кресле!

— Мне было чрезвычайно интересно. «Дублер шефа» — это, как вы понимаете, некий образ. А дело обстояло так. Когда я пришел знакомиться с работой издательства «Америкэн Инститют оф Физикс», мне предоставили оснащенный кабинет, секретаря и сказали: «Давайте мы будем передавать вам всю информацию, которая поступает к директору, все материалы, которыми он будет пользоваться. Вы сможете принимать параллельные решения и посмотрите, как это у нас делается». Такой способ погружения оказался очень эффективным. Но продолжалось оно всего неделю и составляло только часть программы командировки.

Я находился в США в течение месяца в составе делегации из десяти руководителей наших издательств. В нее входили также директора издательств «Прогресс», «Аврора», представитель издательства «Наука», директора издательства Московского и ряда других университетов. Целью поездки было изучение издательского процесса в США, главным образом — всего того, что связано с изданием научно-технической литературы. За месяц мы узнали многое. Обычно зарубежные командировки наших специалистов продолжаются не более 5—10 дней. А на такой срок, по выражению одного из официальных лиц, могут себе позволить ездить только министры или туристы. На самом деле, чтобы узнать что-нибудь более точно, нужно в это вжиться.

Мы побывали в разных издательствах, имели много встреч, бесед, много выступали и были гостями двух конференций — университетских издателей и издателей научной литературы, на которых присутствовали сотни людей из Соединенных Штатов и Канады. Обе конференции прошли под лозунгом «Впервые — советские издатели». По этому поводу был даже выпущен значок.

Американские издатели искренне заинтересованы событиями, которые происходят в нашей стране, желают успеха перестройке. Им импонирует гласность, они потрясены тем, что в СССР практически отсутствует политическая цензура. И, безусловно, стремятся к контактам.

Мы старались сделать все возможное, чтобы американцы открыли для себя советский издательский мир в той же степени, в какой мы — американский.

— И каким вам показался этот мир! Обычно в таких случаях говорят о различиях. Но мне бы хотелось спросить, есть ли общие закономерности и проблемы у издателей научной литературы в СССР и США!

— Конечно, есть. Общая проблема сводится к тому, как получить прибыль от издания малотиражной научной продукции. Там эта область бизнеса малоприбыльная. В СССР эта область убыточная. Американские издательства, выпускающие научные монографии, как и наши, стремятся разбавлять свою продукцию чем-то таким, что принесет значительный доход. Скажем, издательство «Эддисон Уэсли», с которым «Мир» выпустил сейчас совместную книгу «Наш дом — Земля» (виды из космоса), издает много научной литературы, мы переводим ее. Но оно постоянно находится в поисках ресурсов, которые сделали бы его жизнь более полнокровной. Недавно им здорово повезло — они выпустили книгу «Радость фотографии», которая завоевала огромный тираж. Тогда они второй раз сыграли на этом — вышла «Еще радость фотографии», и снова успешно. Большие барыши они получают и от издания «Наш дом — Земля». На конференции книгопродавцев США она признана лучшей подарочной книгой Америки 1988 г.

— Поздравляю вас.

— Спасибо. В нашем издательстве это первый опыт такого контракта, и мы вначале слабо себе представляли, как это делается. Сейчас многое сделали бы по-другому.

— Что заставляет американских книгоиздателей заниматься малотиражной и, следовательно, малоприбыльной научно-технической литературой! Почему в мире свободного предпринимательства все не бросаются на бестселлеры!

— На самом деле бестселлеров не так много. Погоня за ними — большой риск. Вы играете по-крупному, но и проигрываете по-крупному. Научная литература дает небольшой, но прочный доход. Она привлекает тем, что имеет устойчивый рынок. Но борьба за этот рынок ведется постоянно и планомерно. Разными способами, в том числе, конечно, — путем рекламы.

Наша реклама отличается от американской не только несоизмеримо меньшими масштабами. У американцев она принципиально иная. Это направленная реклама. Допустим, они издадут книгу по урологии. Для такой книги магазинная торговля — не лучший способ продажи. Издатели делают иначе. Они купят у общества урологов за 1—2 тыс. долл. список его членов с адресами.

мог бы превратиться в некий общественно-государственный комитет, включающий добровольные объединения, которые будут сообщать распределять средства, полиграфические лимиты, пока они остаются реальностью, устанавливать политику цен.

У нас много бед от того, что существует централизованная и унифицированная ценовая политика. Многочисленные инструкции и преysкуранты ограничивают свободу естественных взаимоотношений книжного мира и читателей. Американцы рассуждают так. Это малотиражное издание, оно может стать убыточным, если его продавать дешево. Но если оно точно отвечает чьим-то запросам, за него заплатят и подороже. Научная книга в 100 долл. (по нашим представлениям фантастическая цена) — не редкость. А, допустим, крупная медицинская энциклопедия может стоить и 2000 долл. — это по карману врачу, имеющему приличную практику.

Цена на книгу назначается только после того, как установлен тираж и подсчитаны все расходы. Издатели считают необходимым получить свои 20—25 % прибыли, и цена автоматически получается, исходя из этих соображений. У нас же цена книги не может быть выше 20 коп. за издательский лист. Это приводит к тому, что книга тиражом менее 5 тыс., а таковы, как правило, все научные монографии, автоматически становится убыточной. В условиях хозрасчета создается реальная угроза их вытеснения, даже «вымывания», как произошло с ассортиментом дешевых товаров в легкой промышленности.

Одно время Госкомиздат держал курс на планомерное сокращение малотиражной продукции. Был приказ, обязывающий все издательства уменьшить (на одну треть!) число наименований книг. Признаюсь, что мы этот приказ не выполнили. И, как показала жизнь, сделали правильно. Теперь, после статей в «Литературной газете» и других органах печати, Госкомиздат утверждает, что он-де имел в виду лишь отдельные многотиражные общественно-политические издания, которые залеживались на прилавках, а не научную литературу, которая составляет соль культуры и интеллектуальный аромат нации.

— Какой объем малотиражной, убыточной продукции падает на издательство «Мир»? Как вы предполагаете решать обрисованные здесь проблемы?

— Наше издательство выпускает в год более 200 (по наименованиям) малотиражных научных книг. Кроме их убыточности есть и еще проблема: их трудно втиснуть в типографию — ей невыгодно, несмотря на взвившиеся сейчас цены за полиграфические работы. Условия хозяйственной самостоятельности ставят нас в трудное положение. Выход из этого положения я вижу в государственном заказе. Государство может себе позволить заказывать научно-техническую литературу, важную для жизнеобеспечения страны, выделять для нее полиграфические лимиты, оплачивать потери.

— Вам не кажется, что в вас заговорил исконный советский функционер?

— Кажется, кажется. Но это естественно в сложившихся обстоятельствах. Добавлю, что мы уже на полпути к госзаказу.

— Неужели нельзя применить ни один из способов, проверенных мировой практикой?

— В будущем многое возможно. Кое-что можно сделать и сейчас. Даже если бы издательствам предоставили больше свободы в вопросах ценообразования, госзаказа не потребовалось бы. Я вижу и другой путь, который способен дать скорый эффект. Нужно во всех издательствах создавать мини-типографии для выпуска малых тиражей. Книгу в 1 тыс. экз. в очень простой обложке мы могли бы издать сами. Ведь ученому — и автору, и читателю — в конце концов неважно, что у книги недорогой вид.

— Вы уверены в этом? Узкоспециальные монографии советских ученых нередко издаются если и не на мелованной бумаге, то во всяком случае в весьма нарядных переплетках.

— Главное в них все же — информация. В Соединенных Штатах появился новый вид издательского процесса — desk top publishing (издательство на столе). С помощью компьютеров и лазерных принтеров вместо машинописного оригинала изготавливаются копии, которые сразу можно класть в офсетную машину. Это резко сокращает сроки, чего не может не оценить научное сообщество. Весь процесс от получения авторского текста до выхода книги длится один-два месяца. Я наблюдал это в издательстве «Америкэн Инстититют оф Физикс» и других.

— Самое время вернуться к тому, с чего мы начали. Вы жили жизнью этого издательства целую неделю. Как оно устроено? Какие там порядки? Но прежде скажите, пожалуйста, почему вы выбрали для изучения именно «Америкэн Инстититют оф Физикс».

— С Американским физическим институтом у нас сложились добрые отношения. Это и институт, и издательство. С издательством мы давно знакомы как деловые партнеры. Оно выпускает и свои, и переводные книги и журналы. Так что деятельность сходная с нашей. Масштабы продукции примерно такие же, как у «Мира».

Но устроено оно совсем иначе. Кажется, что отделы маркетинга — рекламы и распространения — непропорционально велики по соотношению с другими. На них приходится львиная доля всего штата издательства. А редакторов немного, авторские тексты там фактически не редактируются. Функция у редактора совсем иная, организаторская. И это не только в «Америкэн Инстититют оф Физикс». Я знакомился с работой ряда издательств — фирмы «Мосби», которая относится к гигантскому концерну «Таймс Миррор» и специализируется на медицинской тематике, издательства «Ербук» и «Си-Ар-Си Пресс», принадлежащих тому же концерну и выпускающих научную литературу, а также издательств Массачусеттского технологи-

ческого института, Гарвардского и Аризонского университетов.

И везде редактор — это своего рода разведчик. Он возвращается в научных кругах, посещает конференции, симпозиумы, выставки и постепенно выявляет некое новое поле, где еще нет книги, но потребность в ней ощущается. Он старается выяснить, не перебежало ли ему дорогу другое издательство и т. д. В конце концов он приходит с идеей: заказать такую-то книгу такому-то ученому. Кроме того, редактор должен заранее прикинуть ориентировочный тираж, сферы и темпы распространения книги (сколько — в первый год, сколько — во второй), цену и процент прибыли.

Затем начинается апробация идеи. Все пересчитывает финансовый департамент. Запрашиваются научные эксперты — ведущие специалисты. Им посылается анкета с вопросами не только относительно значения темы и компетентности автора, но и такими: как вы считаете, какой будет спрос, на кого нужно в первую очередь ориентироваться и т. д. Много вопросов. Эксперт относится к делу очень ответственно. Его работа высоко оплачивается, и в случае, если он не будет попадать в цель, фирма откажется от его услуг.

После такой апробации, а производится она очень быстро, принимается решение, и с автором заключают договор. Книга рождается на свет и начинает продаваться примерно через год после составления редакторского проекта.

Значительную часть времени редактор находится в вольном поиске. Но он обязан вести процесс издания от начала до конца, следить за компьютером: как движутся все дела вокруг книги, включая денежные расчеты, и как она печатается. Квалификация редактора определяется соответствием его проекта результатам. Если идеи редактора дают сбой, с ним расстаются. Два предупреждения, письменное и устное, — и печальный финал. Профсоюзов в издательствах, как правило, нет. Так что интересы редактора, как и любого другого сотрудника издательства, защитить некому.

Очень высок уровень технического оснащения, безупречная телефонная связь с любой точкой земного шара, экспрессная почта, которая гарантирует доставку чего угодно куда угодно через день. Телексы, телефаксы, телепорты — все это делает связь безупречной, что во многом определяет быстроту и эффективность работы.

Поражает высочайший уровень компьютеризации. Наше издательство тоже располагает немалым числом компьютеров. Но для нас в управленческих делах это еще скорее демонстрационный аппарат. Американцы же не мыслят жизни без компьютеров. Им редко приходится пользоваться библиотекой для уточнения данных или наводить телефонные справки. Например: какой контингент подписчиков на такой-то журнал? На этот вопрос мгновенно ответит компьютер. Компьютер подключен к огромным банкам данных, в которые постоянно вводятся уточнения и дополнения. Но к каждому банку информации нужно, конечно, иметь ключ, получаемый чаще всего за определенную плату.

Компьютерами в издательстве пронизано все, вплоть до кадровой службы. Человек приходит наниматься на работу, заполняет анкету вроде нашей, но от него не требуют ни рекомендаций, ни трудовой книжки, куда занесены все его достоинства и прегрешения. Вместо этого он называет свой файл — номер страхового свидетельства (оно дает право на получение пенсии и определенной суммы денег в случае болезни — и то, и другое за счет отчислений от заработной платы). Отдел кадров (это два-три человека) связывается по компьютеру с общенациональной системой, и файл позволяет мгновенно проверить все, что человек о себе написал. Без файла тебя никуда не примут — это твоё клеймо.

— Как в издательстве «Америкэн Инститют оф Физикс» происходит взаимодействие дирекции с персоналом?

— Чрезвычайно мало совещаний, хотя они все же бывают, главным образом на уровне сеньората — руководящего звена. Если же директору нужно донести до рядовых сотрудников какую-нибудь информацию, он пишет письмо, которое рассылается по назначению. Раз в месяц специальный отдел по связи с общественностью выпускает газету, которая рассказывает о местных событиях. Когда человек впервые приходит на работу, ему выдают выпущенную тем же отделом книжечку «Давайте познакомимся», где описаны история издательства, все правила, установившиеся и внутренний распорядок. Например, что будет, если сотрудник заболел, окажется в нетрезвом виде, примет наркотик; какова страховка на автомобиль; когда он может поесть, где находится кафе-терий; какая касса взаимопомощи, какие существуют льготы, скидки, премии и т. д. В этой же книжке говорится, как человек должен себя вести, если у него разногласия с начальством, в каких случаях он должен обращаться к высшей администрации.

У меня на двери кабинета висит объявление, что директор принимает сотрудников по личным вопросам в такой-то день и в такие-то часы. На самом деле дверь не закрывается, вход свободный. В американском издательстве это совершенно исключено. Там вы должны заранее внести себя в специальный список. Раз в неделю или в месяц директор (в зависимости от того, как он сможет выкроить время) устраивает завтрак. У себя в кабинете он пьет кофе с сотрудниками, которые, как у нас говорят, записаны на прием.

Я присутствовал на одной из таких встреч. Пришло несколько человек, которые высказывали разные личные просьбы, в частности о повышении заработной платы, на что им было отвечено, что такая просьба должна исходить от их непосредственного начальства. Поднимать этот вопрос перед директором — не их дело.

Другая просьба была удовлетворена. Я сначала улыбнулся, думая, что это шутка. Все вместе эти люди хлопотали, чтобы заработная плата выплачивалась им не два раза в месяц, а раз в две недели. Оказывается, дело в том, что

счета (за газ, электричество и другие) приходят еженедельно, и американцам удобнее вести свой семейный бюджет, если производить денежные операции синхронно.

Самое сильно впечатление на меня производило то, как интенсивно они работают — от звонка до звонка (рабочая неделя 37,5 часов). Невозможно увидеть в издательстве болтающих людей.

— Не курят на лестничной площадке!

— Вообще не курят. Зато, правда, кофе пьют. Помещение для редакторов и некоторых других работников — это громадный зал, разгороженный невысокими стенами на кабинки. В каждой — стол, лампа, пишущая машинка, компьютер. Рукописи в конце рабочего дня прячут в сейф во избежание воровства. Контакты работников одной фирмы с работниками другой, конкурирующей, всячески пресекаются, чтобы не было перетекания идей.

— Проявляют ли американцы интерес к советским научным идеям и много ли нас издают!

— Интерес очень велик. Издают порядочно. Особенно журналы. Переводят от корки до корки более 300 советских журналов (из физических — почти все), делают это оперативно, и продают очень дорого: подписка на год стоит 150—200, а то и 400 долл. У нас издается 13 американских журналов (цена годовой подписки — 20—30 руб.). Фирмы «Америкэн Инститют оф Физикс» и «Плиnum» — два довольно мощных канала издания советской научной литературы. Но американцам этого явно недостаточно.

— В нашей стране тоже издаются научные книги на английском и других языках для зарубежных стран. В частности, издательство «Наука» делает сборники из статей, опубликованных в «Природе», и печатает их параллельно для внутреннего и внешнего рынка. Как распространяется такая литература! Какая будет, по вашему мнению, судьба у сборников «Природы»!

— Порадовать вас особенно не могу. Наши издания идут за рубеж через «Международную книгу». Это организация с богатыми традициями и сделала она очень много. Но теперь складываются другие условия, и их нужно использовать. Сейчас книги советских ученых, изданные нами на английском языке, продаются в США только в двух магазинах — «Виктор Камкин» в Вашингтоне и «Импортед Паблейшнс» в Нью-Йорке. Это магазинно-общественно-политической книги, в основном издательства «Прогресс» и АПН, а научная и научно-популярная литература находится где-то на задворках. Впрочем, это и понятно. Американский ученый туда все равно не заходит. По двум причинам. Во-первых, он просто не может предположить, что найдет там что-нибудь интересное по своей специальности, да и не привык искать. Во-вторых, в глазах американских спецслужб эти магазины имеют розоватую окраску. А кому хочется утомляться внимания ФБР?

Цены, которые мы назначаем на эти книги, не делают их более привлекательными. «Международная книга», да и более высокие инстанции находятся в плену ложной концепции. Они считают, что чем дешевле издание, тем больше на него спрос. Но в западном мире психологическая установка у покупателя совсем другая: если товар хорош, он стоит денег. Мы механически перенесли систему нашего ценообразования на внешний рынок и продаем, например, книгу С. Н. Федорова «Главные аспекты микрохирургии глаза» за 15 долл. А она должна стоить 100 долл. Мы думаем, что таким способом повышаем престиж советской науки, а на самом деле — снижаем. Больше того, снижаем, мне кажется, пропагандистский и политический эффект. Не говоря уже о том, что все научные книги, которые мы издаем на зарубеж, — чистый убыток.

— У книг, которые американские издатели покупают через ВААП, другая судьба!

— Конечно, другая. Но я выяснил, что издательству выгоднее брать инициативу на себя и действовать путем совместных предприятий. Иными словами, можно продавать не авторские права, не книгу, а полуфабрикат книги — то, что мы называем оригинал-макет (подготовленная к печати книга в одном экземпляре). У нас она стояла бы год в очереди в типографию, потом полгода (в лучшем случае) печаталась, потом полгода переправлялась в Штаты, а о дальнейшем я уже говорил. В США она будет напечатана через два месяца и начнет продаваться по их точным и прицельным каналам.

Издательству «Мир» удалось заключить такой контракт с фирмой CRC. Число научных книг, которые мы будем поставлять на американский рынок, резко увеличивается. И наконец-то мы будем иметь не потери от этого, а некоторые прибыли.

С такого рода контрактами я связываю серьезное увеличение возможностей пропагандировать достижения советской науки.

— Не могли бы вы в заключение назвать несколько советских научных книг — чемпионов по признанию у современного американца!

— Мне легко сказать о книгах западных авторов, которые сейчас идут как бестселлеры. Это С. Хокинг «Краткая история времени», С. Р. Верт «Ядерный страх», Д. Фланнаган «Версия Фланнагана» (размышления о науке). Среди советских авторов, если судить по книгам, которые издавал «Мир», популярны Е. П. Велхов, Р. З. Сагдеев, А. В. Яблоков. А насчет чемпионов... Об этом говорить преждевременно. Я считаю, что советские издатели научной книги еще не участвуют в соревнованиях на кубок мира. Но, кажется, мы начинаем приобретать спортивный опыт.

Беседу вел Н. В. Успенская

Тематический указатель журнала „Природа“ 1988 года

ФИЛОСОФИЯ И ИСТОРИЯ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ. ОРГАНИЗАЦИЯ НАУКИ

Академик Бухарин	9	80
Автобиография	9	81
Н. И. Бухарин и Академия наук.	9	83
Есаков В. Д.	9	83
Биолог по призванию. Интервью с Ю. И. Поляским	9	64
Важный шаг в развитии физики высоких энергий. Интервью с А. А. Логуновым	1	4
Величие Вернадского. Яншин А. Л.	2	4
Вернадский и XX век. Соколов Б. С.	2	6
«Вернуть науке ее чувственность». Горностаева О. С. Вступительное слово. Капица С. П.	9	54
Дела томатные. Вступительное слово. Созинов А. А.	5	72
Тернистый путь советской генетики. Гайсинович А. Е.	5	73
Своими руками. Керкис Ю. Я.	5	81
30 дней в мире научного книгоиздания США. Беседа с В. П. Карцевым	12	114
Его родословная. Понсов В. А.	2	125
История одного внедрения. Вольфсон С. А.	12	4
Колыбель советской физики. Интервью с Ж. И. Алферовым	11	4
Лауреаты Нобелевской премии 1987 года		
По физике — А. Мюллер и Г. Беднорц. Максимов Е. Г.	1	98
По химии — Ч. Педерсен, Д. Крам, Ж.-М. Лен. Лукьяненко Н. Г.	1	100
По медицине — С. Тонегава. Поляновский О. Л.	1	102
Лидер. Рувицкий А. О.	4	84
Марат как естествоиспытатель. Цаерава Г. К.	4	97
Методологические принципы в творчестве Вернадского. Овчинников Н. Ф.	2	74
Мирный атом: у истоков сотрудничества. Головин И. Н.	5	122
Музеи Вернадского в Москве. Зубрева М. Ю.	2	99
«Научная мысль не считается с рамками наук»		
Записка об основах организации научной геологической работы в Академии наук и в нашей стране. Вернадский В. И. (Публикация Бастраковой М. С.)	2	18
Организационные уроки Вернадского. Бастракова М. С.	2	28
Наш коллега В. В. Парин		
Глава в истории отечественной физиологии. Меерсон Ф. З.	12	83
Р. Т. Джонс — основатель секты акцелерантов. Парин В. В.	12	91
«Не сотвори себе кумира». Каневский З. М.	8	72
Объяснения и понимание в естественных и гуманитарных науках. Рузавин Г. И.	9	72

Памяти Ричарда Фейнмана — замечательного физика и удивительного человека. Гинзбург В. Л.

7 86

Мистер Фейнман едет в Вашингтон. Фейнман Р.

7 90

«Посвятить свои силы работе над историей развития науки» (из писем Вернадского жене). (Публикация Неаполитанской В. С. и Аксенова Г. П.)

2 40

Птолемей и Коперник. Гурштейн А. А.

3 85

Путь исканий (полемические заметки). Баландин Р. К.

2 94

«Родина сумеет еще отблагодарить Вас...» Волков В. П. Вступительное слово. Соколов Б. С.

11 48

Сила братства. Аксенов Г. П.

2 82

Сознание и цивилизация. Мамардашвили М. К. Вступительное слово. Степин В. С.

11 57

Стиль научного мышления. Кравец А. С.

1 26

Увидеть Галилея. Пархоменко Я. М.

10 85

Универсальный эволюционизм или козволюция? Кутырев В. А.

8 4

Эрст Мах — человек и ученый. Филонович С. Р.

12 73

ИСТОРИЯ

К 1000-летию крещения Руси

7 56

Когда христианство пришло на Русь. Рапов О. М.

7 58

Христианизация Руси по археологическим данным. Хоросев А. С.

7 68

О выборе веры в Восточной Европе. Иванов Вяч. Вс.

12 26

АСТРОНОМИЯ. АСТРОФИЗИКА. КОСМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Алмазы в метеоритах-уреилитах*

6 103

Армянские хроники XI—XII вв. о солнечной активности. Барсегян А. Ж.

10 32

Астрофизическое ограничение на магнитный момент нейтрино*

4 106

Баронный остров во Вселенной*

1 106

Биоспутник «Космос-1887». Никитин С. А.

1 105

Быстрый пульсар в радиотуманности*

8 100

Взгляд на геосферы из космоса. Лазарев А. И., Севастьянов В. И.

5 46

Возможно ли образование Вселенной «из ничего»? Зельдович Я. Б.

4 16

Послесловие. Сахаров А. Д.

4 26

Возраст и химический состав Млечного Пути*

7 102

Вселенная Фридмана. Чернин А. Д.

5 87

Вулканы и озоновый слой*

2 119

Галактика «молодеет»*

5 100

Галактические «ураганы» и образование галактик*

7 103

Геологическая история Ариэля*

8 101

Еще одна гравитационная линза?*

9 103

* Опубликовано в разделе «Новости науки».

Загадка облаков «Лайман-альфа»*	7	103	Никитин С. А.	10	102
Запуски космических аппаратов в СССР*			Теневые домены во Вселенной*	11	100
сентябрь — октябрь 1987 г.	2	102	«Травмы биосферы» при столкновении		
ноябрь — декабрь 1987 г.	4	104	Земли с кометами*	5	100
январь — февраль 1988 г.	6	100	«Фобосы» на пути к Марсу*	12	101
март — апрель 1988 г.	8	98	Экспедиция на станции «Мир»*. Никитин С. А.		
май — июнь 1988 г.	10	102	июль — август 1987 г.	1	105
июль — август 1988 г.	12	100	сентябрь — октябрь 1987 г.	2	102
Знакомство с Вестой*	8	100	октябрь — ноябрь 1987 г.	3	100
Изменения диаметра Солнца*	11	101	март — апрель 1988 г.	7	101
Изотоп $^{248}\text{См}$ на стадии формирования			апрель — май 1988 г.	9	102
Солнечной системы?	2	106	июнь — июль 1988 г.	11	100
Изотопная космогония. Левский Л. К.	8	11	июль — август 1988 г.	12	100
Изучается Плутон*	4	106			
Индийский спутник ИРС-1А*. Никитин С. А.	7	101			
Исследуется галактика М 82*	10	103			
Исследуется поверхность Солнца*	6	102			
К чему приводит взаимодействие галактик*	3	101			
Как взорвалась Вселенная. Новиков И. Д.	1	82			
Как образовалась Земля Афродиты*	11	102			
Как увидеть Южное небо из Европы*	3	102			
Как «устроена» гроза*	12	104			
Как устроена Солнечная система*	3	100			
Колебания активности Солнца*	11	65			
Космические «снежки» — источник Мирового океана?	12	103			
Космохимия сегодня. Барсуков В. Л.	10	4			
Крупнейший оптический телескоп*	5	101			
Магнитное поле Урана*	11	102			
Марсианские породы на Фобосе?	1	107			
Межгалактические дуги*	5	98			
Метеоритные кратеры Эстонии. Пиррус Э. А.	11	91			
Микроволновые датчики — метеорологам*	12	102			
На пути к Нептуну*	6	101			
Необычный внегалактический источник ОI 287*	9	104			
Новое о сверхновой в Большом Магеллановом Облаке*	8	99			
Новый класс объектов в гало Галактики?	4	107			
О природе γ-всплесков*	6	101			
Образование Луны при гигантском ударе о Землю: первые полчасы*	2	105			
Озоносфера и Солнце*	2	105			
Органические полимеры в ядре кометы Галлея*	6	102			
Открыты еще два миллисекундных пульсара*	12	103			
Планеты наконец открыты?	3	102			
Плутон-Харон — «двойная планета»*	8	100			
Погода и солнечная активность*	6	104			
Подводный кратер космического происхождения*	3	103			
Полет советско-афганского экипажа*	12	102			
Почему растрескалась Миранда*	6	103			
Почему у галактик такие размеры*	8	98			
Продолжается экспедиция на станции «Мир»*. Никитин С. А.	6	100			
Путешествие среди черных дыр. Торн К. С. (Пер. с англ. Елдышева Ю. Н.)	8	82			
Раскрыт секрет «черной пыли»*	5	101			
Рентгеновское излучение от сверхновой 1987А*	2	104			
Самая длительная экспедиция на станции «Мир»*. Никитин С. А.	4	104			
Самые быстрые звезды*	5	98			
Сверхновая 1987А: полириметрические наблюдения и интерпретация*	7	102			
Скрытая масса или магнитное поле?*	2	103			
Следы космической катастрофы*	1	107			
Снова о десятой планете*	4	105			
Собственное движение квазаров и расширение Вселенной*	9	102			
«Союз ТМ-4». Никитин С. А.	5	98			
СССР — НРБ: второй совместный полет*.					
			ФИЗИКА. ТЕХНИКА		
			Алюминий — вместо бензина?*	1	109
			Американский суперколлайдер и сверхпроводящие керамики*	6	105
			Батарейки будущего*	11	107
			Был ли нейтринный импульс от сверхновой SN 1987А?*	10	104
			Быстрая диагностика рака грудной железы*	9	106
			Влияние бора и серы на прочность никеля и его сплавов*	3	104
			Влияние неоднородностей на джоуль-соновские переходы*	5	103
			Влияние фазового перехода на термодесорбцию*	4	108
			Высокотемпературные сверхпроводники на основе таллия*	12	104
			Гигантская магнитострикция аморфных сплавов*	6	107
			Гипотеза о форме адронов*	3	103
			Дискретный заряд в связанных туннельных переходах*	4	108
			Достижения в области магнитного охлаждения*	11	104
			Еще одна угроза озоновому слою. Аскарьян Г. А., Батанов Г. М., Косый И. А., Костинский А. Ю.	9	20
			Измерены параметры ω-мезона*	5	102
			Изотопные аномалии, полученные в лаборатории*	1	109
			Инфракрасные лазеры в хирургии*	7	107
			Исследование оптических поверхностей сканирующим туннельным микроскопом*	11	106
			Как важно иногда быть консервативным. Фейнберг Е. Л.	6	80
			Как «увидеть» кварки*	2	107
			Компактный источник ионов для масс-спектрометра*	11	105
			Кристаллический ускоритель*	11	103
			Лазерно-дуговое воздействие на металлы*	7	105
			Лазерное сверление под водой*	8	103
			Магнитный порядок в кондо-решетке*. Буздин А. И.	9	105
			Малые металлические частицы в физике и химии. Григорьева Л. К., Нагаев Э. Л., Чижик С. П.	6	4
			Масса покоя нейтрино с точностью 1 эВ*	10	106
			Мезон C(1480) — кандидат в экзотические андроны. Ландсберг Л. Г.	4	69
			Молекулярная решетка*	7	105
			На пути к радиационно стойким материалам. Кошкин В. М., Забродский Ю. Р., Оксенгендлер В. Л.	11	19

Наблюдение неоднородностей в кристаллах*	8 102
Настоящее и будущее атмосферного озона. Кароль И. Л.	9 10
Новая технология имплантации ионов*	8 29
Новое в технике высокотемпературной сверхпроводимости*	8 102
Новые приборы мощной полупроводниковой электроники. Грегов И. В.	10 13
Новый класс полупроводниковых лазеров. Иванов Ю. Л.	4 28
Новый ХеСl-лазер*	10 106
Новый лазерный двигатель*	4 109
Новый метод выделения мюонов*	3 104
О природе шаровой молнии*	2 108
Оптику изготавливает лазер. Гончаров В. А.	3 32
Отклонение релятивистских ядер изогнутым монокристаллом*	5 103
Первый двигатель на высокотемпературных сверхпроводниках*	8 103
Передача изображений рентгеновской линзой*	9 104
Плавление двумерного коллоидного кристалла*	4 109
Плазменная центрифуга. Коробцев С. В., Русанов В. Д.	9 23
Повышение КПД лазера*	11 106
Подтверждена термодинамическая теория плавления*	1 108
Поиск нарушений принципа Паули*	8 101
Природа эффекта инваров*	3 105
Проблемы дифракции в работах В. А. Фока. Вайнштейн Л. А.	11 25
Радиационная стойкость пористых оптических элементов*	6 107
Радиоактивные ядра — источник электронов высоких энергий*	2 106
Радионизлучение и фазовые переходы*	9 105
Рекордные значения плотности тока в керамике*	11 105
Рекордные температуры на токамаках*	2 107
Самофокусировка пучка частиц в кристалле*	9 106
Сверхпроводимость плоскостей двойникования*. Буздин А. И.	10 105
Сверхпроводимость: проблемы и перспективы*	10 107
Сверхпроводники из «стеклянных» керамик*	12 104
Сверхпроводящие пленки из расплава*	11 104
Смерч. Кушин В. В.	7 14
Современные проблемы физики стекла. Клиггер М. И., Кудрявцев В. Г., Рязанов М. И.	12 18
Спиральные волны в космосе и металле. Блюх П. В., Каганов М. И.	8 20
Спирты в качестве топлива*	5 104
Структурные превращения в сверхпроводящей керамике*	6 105
Супердиамагнитная жидкость*	5 102
Теория воды: от Кавендиша до компьютерных моделей. Белая М. Л., Левадный В. Г.	10 22
Технологические возможности новых сверхпроводников*	7 106
Удвояется ли число элементарных частиц? Захаров В. И.	3 4
Ультразвук увеличивает срок службы полупроводниковых приборов*	7 104
Ультрафиолет и растворимость полимерных пленок*	9 30
Ускорение частиц с помощью лазера*	1 108
Ускорители XXI века? (Лазерные методы ускорения частиц в плазме.) Горбунов Л. М.	5 15
Физический пуск токамака ТСП. Чуянов В. А.	10 60

ИНФОРМАТИКА

Двойной облик современной информатики. Шрейдер Ю. А.	5 64
Интеллектуальные системы: ожидания и реальность. Поспелов Д. А.	3 58
Логика рассуждений: от человека к машине. Ефимов Е. И.	6 88
Периодические процессы в музыкальном творчестве. Данилова О. Н., Петров В. М.	10 54
Распознавание образов в молекулярной генетике. Александров Н. Н., Кистер А. Э., Миронов А. А., Певзнер П. А.	4 74

ХИМИЯ

Активация инертных углерод-углеродных связей*	11 106
Водород — топливо будущего*	3 106
От изотопов до белков: развитие и рекорды масс-спектрометрии. Мильман Б. Л.	1 62
Перобрат натрия — новый селективный окислитель*	10 108
Почему скользит графит*	10 108
Проявление на свету. Михайлов О. В., Полоник В. К.	10 38
Прямое получение метанола из метана*	3 106
Строение комплекса серного ангидрида с хлором*	9 107
Устранение сероводорода из углеводородных газов*. Макитра Р. Г.	6 108
Формула ковалентного радиуса*	3 105

ОБЩАЯ БИОЛОГИЯ

Аминокислоты меняют термочувствительность клеток*	8 108
Бессмертна ли культивируемая клетка?*	3 109
Выведение кур в «пробирке»*	7 112
Долгопята и антропоиды*	3 111
Забывший промысел. Люллин А. Г.	8 95
Изменение мембранных белков в онтогенезе*	6 111
К происхождению клеток закарниот*	6 111
Кератины и морфогенез*	4 111
Коралловые рифы — «живые ископаемые» сообщества. Краснов Е. В.	10 40
Логика и аналогии в теории эволюции. Скорцов А. К.	1 16; 3 74
Лунные циклы пресноводного зоопланктона*. Гилларов А. М.	7 111
Митотические часы*	9 109
Могли ли полупроводники участвовать в эволюции? Красновский А. А., Никандров В. В.	12 39
Молекулярная филогения высших приматов*	8 107
Молчать, действительно, нельзя. (Из редакционной почты.) Соколов В. Е., Скорцов А. К.	6 96
Необычный способ передачи признаков*	10 113
Особенности оптической системы глаза птиц*	4 112
Особенность мышечной системы миног*	6 111
Почему пигмеи маленького роста?*	2 112
Растения — активаторы мутагенов*	10 113
Рассудочная деятельность дельфинов*	1 113

Тайна каменных черепах. Чхиквадзе В. М., Тэрбиш Х.
Гля, тополь и естественный отбор*. Гиляров А. М.
Успешное обучение попугаев*
Форма клетки влияет на синтез ферментов*
«Фотосинтезирующие» инфузории*
Число видов живых организмов на Земле*. Гиляров А. М.
Эволюция вирусов. Жданов В. М. Вступительное слово. Львов Д. К.
Язык муравьев*. Карцев В. М.
Язык муравьев и теория информации. Резникова Ж. И., Рябко Б. Я.

6 42

3 110

4 115

4 111

6 112

1 112

5 4

2 112

6 64

БОТАНИКА. ЗООЛОГИЯ. МИКРОБИОЛОГИЯ

Большая белая акула. Мягков Н. А.
Водоросли горячих сернистых источников*
Возрождение европейского байбака. Бибииков Д. И., Дажкин А. В.
Гигантский злак. Полов К. П.
Дальность полета осы. Карцев В. М.
Двуголовость у змей*
«Древесные» головастики*.
Забота о потомстве у лягушек-древолазов*
Зайсанская круглоголовка. Дунаев Е. А., Семенов Д. В.
Заповедные лужайки помацентровых рыб. Несис К. Н.
Защитная окраска ушей*
Как жабы находят дорогу*
Как личинка мухи выбирает корм*
Как одиночная пчела впервые ищет свой цветок*. Карцев В. М.
Как плавают латимерия*. Несис К. Н.
Клесты на солонцах. Плешак Т. В.
Краб надевает маскхалат*. Несис К. Н.
Куриные гуси. Величко В. П.
Магнитосомы бактерий и глубоководных осадков*
Многоликая жемчужина Крыма. Белянова Л. П.
Музей царства животных. Потапов Р. Л.
Назначение морщинистой кожи у слонов*
О жизни листоноса*
О свечении морских губок. Гительзон И. И.
Островные ящерицы мельчают*
Открыт неизвестный примат*
Первая удача. Остапенко В. А., Перерва В. И., Шурыгина Т. И., Рыжов С. К.
Полифилетичное происхождение сосудистых растений*
Путешествие в Трой. Проскурякова Г. М., Смирнова Т. М.
Разнообразие конечностей у красноспинной саламандры*
Растения приспосабливаются к потеплению*
Редчайшая среди мух*
Сибирская рысь размножается в зоопарке. Бондаренко Т. Г., Топчий В. Н.
Симбиоз митотрофных бактерий и глубоководных моллюсков*
Территориальное поведение игуан*
Тунцы — рыбы без родины. Озернюк Н. Д.
Уникальная ботаническая находка. Бурдин А. Г., Лящук С. Ф., Шокало С. И.
Эволюция цветковых растений*
Этологические зарисовки. Ивановичий В. В.
Ядовитый осьминог-красавец. Несис К. Н.

9 51

11 111

3 46

10 62

1 71

11 111

12 107

3 52

4 54

8 32

4 115

4 115

6 113

5 109

7 112

7 77

9 110

10 64

8 105

8 46

11 34

2 114

6 112

1 47

2 113

11 110

8 108

1 54

1 114

9 111

11 111

4 42

9 110

6 113

11 44

6 62

9 116

9 34

3 50

ГЕНЕТИКА

Ген и психические заболевания*
Ген поведения дрозофил*
Генно-инженерное молоко*
Генофонд диких баранов в отдаленной гибридной. Воронцов Н. Н., Гаспарян К. М.
Гены рака легких*
Как нарушается нормальное соотношение полов у ос-наездников*
Кофеин: мутаген или антимутаген*
Одни и те же гены работают по-разному*
Онкоген вируса HTLV-1*
Растения, устойчивые к гербицидам*
«Следы» родителей в организме детей*
Физическая карта бактериальной хромосомы*
Что кодирует антионкоген*?

2 111

3 109

3 109

4 49

8 104

1 110

12 107

7 107

6 109

2 111

2 111

5 107

7 107

МОЛЕКУЛЯРНАЯ БИОЛОГИЯ. БИОХИМИЯ. БИОФИЗИКА

Антитела с ферментативной активностью*
Белки преодолевают мембранный барьер*. Колот М. Н.
Белки, узнающие раково-эмбриональный антиген*
Большие и малые пептиды*
Вирус гепатита В подавляет синтез интерферона*
Вкус и циклические нуклеотиды*. Калюжный А. Е.
Выделено новое опиоидное соединение*
Ген животного в клетках растений*
Генная дактилоскопия. Рысков А. П.
Еще один белок, преобразующий химическую энергию в механическую*. Верховский А. Б.
Еще одна плазмада эвкарот*
Еще раз об онкогенах*
Зачем белок РНКазе Р*
Из чего сделан хрусталик*
Интерлейкин-2 стимулирует моноциты*
Как сворачиваются белки*
Клеточная стенка дрожжей неоднородна*
Клеточный белок — регулятор транскрипции*
Липосомы — переносчики плазмидной ДНК*
Маггенины — новые бактерицидные вещества*
Метанол — потенциальное сырье для биотехнологических процессов*
Молекулярная хирургия: избирательное уничтожение клеток*
Необычная аминокислота*
Новое в изучении нейронов*
Новый тип энергетического обмена бактерий*
Опыты по отпугиванию пчел*
По одному волосу — найти преступника*
Пушка для клеток*
Сенсация, артефакт или повод для серьезного исследования? Кульберг А. Я.
Синхротронное излучение — для изучения ферментативного катализа в кристаллах*
Структура белка и ЯМР*
Структура цитоплазмы*
Третья бактериальная нитрогеназа*
Тромбоциты — свидетели депрессии*
Туннельная микроскопия липидной мембраны*
Ферменты по заказу*

9 108

5 105

4 110

3 108

11 108

7 108

12 107

2 110

3 56

2 109

6 108

3 107

12 105

3 107

1 111

11 108

5 105

3 108

5 104

6 108

9 110

4 111

10 109

7 110

3 107

6 109

8 104

2 109

11 97

12 106

11 107

4 110

11 108

7 109

2 108

5 105

Ферментативный катализ в неводных растворах*	Уткин И. Б.	10	109
Число «механохимических» белков растёт*		8	104
Эволюция активного центра протеаз*		12	105

ФИЗИОЛОГИЯ. ПСИХОЛОГИЯ. МЕДИЦИНА

Алкоголь вызывает дефекты развития плода*		6	109
Алюминий — не причина старческого слабоумия*		6	110
Алюминий поражает сердце*		12	107
Антибиотик вызывает обезбоживание*		5	106
Антимутагенные диеты*. Порошенко Г. Г.		11	109
Антитела обнаруживают опухоль*		1	112
Аспирин против инфаркта*		9	107
Атеросклероз можно лечить. Репин В. С.		11	12
Барьер несовместимости преодолевается*		8	106
Безопасная вакцина*		3	109
Вакцина против шистосомоза*		1	110
Вирус СПИДа действует иначе*		7	109
Влияние алкоголя на центральную нервную систему человека*		5	108
Гепарин против диабета*		2	112
Диагностика катаракты*		11	108
Еще один метод консервирования тромбоцитов*		4	114
Животные синтезируют морфин*		12	106
Зачем млекопитающим синтезировать морфин? Цибульский В. Л.		9	108
Иммуномодуляторы ослабляют действие наркотиков*		6	110
Инсулин в таблетках*		10	112
Ишемическая болезнь сердца старит*		7	111
Кадмий подавляет секрецию белков печени*		5	107
Как действует героин*		11	109
Как действует токсин, вызывающий ботулизм*		9	109
Как сохранить консервированную кровь*		9	107
Как устроен естественный интеллект. Величковский Б. М.		12	62
Клетки крови восстанавливают костный мозг*		10	112
Курение и ишемическая болезнь сердца*		6	110
Курение и рак легких*		1	112
«Легендарный» чеснок*		4	113
Макрофаги активируют синтез половых гормонов*		10	111
Мозговые процессы чтения — на экране*		10	110
Нейролептик нарушает синтез белка*		4	112
Нейролептики изменяют активность нейронов*		9	109
Нервная ткань стимулирует иммунитет*		7	109
Новый эмбрионный токсин*		6	110
Новый метод диагностики СПИДа*		2	112
Новый тест для диагностики рака*		8	106
Новый этап в изучении СПИДа. Кульберг А. Я.		5	60
О механизме происхождения диабета*		1	111
Опиоидные пептиды мозга и хирургические операции*		10	110
Опиоидный пептид снижает кровяное давление*		10	110
Память на имена и профессии*		4	114
Пептиды и голодание*		8	105
Поиски геронпротекторов*		1	111
Почему гормоны снимают воспаление?*		10	111
Почему ухудшается память?*		10	113
Причины возникновения болезни Альцгеймера уточняются*		12	106
Причины миопатии*		8	106
Психофизиологическая предрасположенность к шизофрении*		8	107

Раннее определение пола плода и его последствия*		10	112
Сперматозоиды проникают в лимфоциты*		10	111
СПИД и нравы*		4	113
Тяжелые металлы нарушают синтез липидов*		7	110
Успехи трансплантации органов*		5	108
Фактор роста нервов и старение мозга*		7	110
Чувствительность нейронов меняется в онтогенезе*		4	113
Чужим умом		10	66
Страдающее сознание. Гульдэн В. В.		10	67
Реальность-2, или Возвращение Мефистофеля. Гангнус А. А.		10	74
Лицом к человеку. Зинченко В. П.		10	81
На паперти храма науки. Капица С. П.		10	83
Эволюционная консервативность активаторов плазмидогена*		5	108
Язык при измененных состояниях сознания. Сливак Д. Л.		5	24
ЯМР в ранней диагностике рака*		9	107

ЭКОЛОГИЯ. ОХРАНА ПРИРОДЫ

Акулы — угроза подводным кабелям*		7	113
Акустический режим дискотек*. Смирнова Т. Г.		11	112
Бабочки и погода*		5	109
Бабочки против наркомафии*		10	116
Белый призрак. Моуэт Ф. (Пер. с англ. Фейгина Ю. М.) Вступительное слово. Успенский С. М.		3	34
Биосферные заповедники: цели и проблемы. Соколов В. Е., Пузаченко Ю. Г., Гунин П. Д., Зыков К. Д.		1	34
Ворона в городе*		1	115
Восстановление традиционного английского ландшафта*		6	37
Вспышки численности кроликов*		6	115
Выведение игуан в неволе*		4	115
Год белого аиста на Украине*. Борейко В. Е., Грищенко В. Н., Серебряков В. В.		6	114
Долговременные последствия нефтяного загрязнения*		6	116
Железо, фитопланктон и глобальные уровни CO ₂ в атмосфере*		7	118
Жизнь как враг			
Экология и защита от биоповреждений. Соколов В. Е., Ильичев В. Д.		6	24
Микроорганизмы — разрушители памятников архитектуры. Лялик-ва Н. Н., Петушкова Ю. П.		6	31
За спасение пуэрториканских лесов*		3	111
Закон и природопользование*		10	116
Заповедник в Северной Осетии. Комаров Ю. Е., Попов К. П.		12	42
Игрушки, возможно, будут спасены*		11	112
Как остановить пустыню?*		9	112
Каравайка остается зимовать. Хохлов А. Н., Заболотный Н. Л.		6	59
Кислотность почв и распределение саламандр*		10	115
Кондор родился в неволе*		12	110
Лягушки пользуются «подземкой»*		9	113
Мониторинг ведут моллюски*		6	116
Морские суда влияют на климат*		7	118
Нашествие азиатского таракана*		10	114
Новый способ «раскисления» озер*		2	116
Орлан-белохвост. Белик В. П.		5	57
Остров Элсмир взят под охрану*		1	114
От биоэкологии к нооэкологии. Агаджанян Н. А.		9	4

Переселение каланов*	5	110
Песец уступает лисце*	10	115
Поиски хохлатой пеганки*. Грищенко В. Н.	9	71
При сжигании городского мусора образуются диоксины*	10	116
Против разрушающихся пластиков*	11	112
Птицы Северного моря*	10	115
Пятнистая сова под угрозой исчезновения*	12	110
Ради защиты морских черепах*	8	108
Размышления о пользе и вреде химии. Вельфсон С. А., Енколопов Н. С.	7	4
Североамериканский аселенец в Азии*	8	108
Сельская кошка — серьезный хищник*	6	115
Соколу грозит опасность*	11	111
Состояние рек в США*	8	109
Сохранить естественные дубравы. Смирнова О. В., Чистякова А. А.	3	40
Судьба черного грифа*	7	113
Трагический круговорот веществ*	9	112
Трудное лето в Афинах*	4	116
Тысячи окисленных озер*	11	113
Тюленей детенышей убивают снова*	2	115
Ураганы и парниковый эффект*	8	110
Условия восстановления тропического леса*	2	115
Утечка нефти в океан уменьшилась*	1	114
Фитоценология в охране растительности. Миркин Б. М.	7	32
Химические элементы в организме моллюсков*	10	114
Шанс для носорога*	9	113

ГЕОЛОГИЯ. ГЕОТЕКТОНИКА

Аметист в Таджикистане*	5	115
Библейская легенда глазами геологов. Трифонов В. Г., Эль-Хаир Ю.	8	34
Бурения в Антарктиде*	2	116
В карстовых горах Южного Китая. Федорчук В. П.	12	54
Вокруг «озонной дыры». Цигельницкий И. И.	4	93
Геодинамика Северной Атлантики*	4	119
Глубинная разведка полезных ископаемых*	5	110
Древнейшие офиолитовые породы*	9	114
Еще раз об Атлантиде Атлантида как объект научного исследования. Резанов И. А.	6	44
Катастрофа на вулканическом острове. Милановский Е. Е.	6	55
Золото и ртуть Амазонии*	1	115
Золото с океанского дна*	12	111
Изучается Восточно-Африканский рифт*	3	113
Как «приручили» дикий флиш. Леонов М. Г.	9	42
Колчеданные руды на суше и в океане. Краснов С. Г., Попов В. Е.	6	12
Лавинная седиментация в южных морях. Хрусталева Ю. П., Артюхин Ю. В.	9	31
Можно ли увидеть конвекцию в мантии? Кравченко С. М.	7	78
Научное бурение в Арктике — мечта или реальность? Здоровенни В. В.	4	56
Необычные ледяные кристаллы в Центральной Антарктиде. Остроумов М. Н., Глазов А. И.	9	97
Новая геодинамическая модель*	11	113
«Новое» золото Аляски*	6	117
Облачные автографы земных недр. Морозова Л. И.	5	55
Озеро в Камеруне таит новую угрозу*	5	111
Океанский апвеллинг и кислотные дожди*	2	119
Открыт нефтегазоносный бассейн*. Базилювская О. Л.	8	109

Разлом Долдрамс в приэкваториальной Атлантике*. Разницы Ю. Н.	9	114
113-й рейс «ДЖОЙДЕС Резолюшн»*	1	116
114-й рейс «ДЖОЙДЕС Резолюшн»*	3	111
115-й рейс «ДЖОЙДЕС Резолюшн»*. Мурдма И. О.	4	117
116-й рейс «ДЖОЙДЕС Резолюшн»*. Мурдма И. О.	7	114
117-й рейс «ДЖОЙДЕС Резолюшн»*	11	113
118-й рейс «ДЖОЙДЕС Резолюшн»*	12	110
Руда и ее истоки. Наумов Г. Б.	3	16
С какой скоростью растут горы? Никонов А. А.	7	24
Самородное железо. Вахрушев В. А., Рябов В. В.	6	60
Синтетический малахит*	6	119
Удивительный мир пегматитов. Шмакин Б. М.	4	58
Физико-химический эксперимент в геологии. Интервью с В. А. Жариковым	4	4
«Чемпионы» геологической древности. Шуколюков Ю. А.	1	104
Что происходит при расколе континента? Шведская сверхглубокая. Николаевский В. Н.	11	115
	11	40

ГЕОФИЗИКА. ГЕОХИМИЯ

Аномальный ксенон природного ядерного реактора. Шуколюков Ю. А., Мешки А. П.	8	30
Биогеохимия — поиски и проблемы. Добровольский В. В.	2	68
Биосфера глазами натуралиста. Флоренский К. П. Вступительное слово. Базилювский А. Т., Николаева О. В., Бурба Г. А.	2	52
XIX Генеральная ассамблея МГГС. Пущаровский Ю. М.	7	43
Геомагнитные предвестники землетрясений*	10	117
Глобальные геохимические аномалии и биосферные кризисы. Неручев С. Г.	1	72
Действующий вулкан далеко за Полярным кругом*	1	117
Изотопная геохимия сегодня. Интервью с К. Аллегром. Вступительное слово. Шуколюков Ю. А.	1	92
Изотопный состав углерода и вымирание фауны*	8	112
Как образуется вулканический купол*	10	118
Кипящий океан молодой Земли*	9	115
Массо- и энергообмен в океане и атмосфере*. Осминдов Р. В.	12	112
Новый взгляд на происхождение биосферы*	10	116
О биологическом значении некоторых геохимических проявлений жизни. Вернадский В. И. (Пер. с фр. Илмашвили Л. Б.)	2	33
Послесловие через 60 лет. Ярошевский А. А.	2	39
О геохимической эволюции биосферы. Ярошевский А. А.	2	59
О форме земного ядра*	4	116
Образование самородного алюминия*	4	118
Оледенения и вулканизм*	3	113
Планктон и химия морской воды*	8	112
Почему длина суток меняется?*	6	117
Сверхлегкий водород*	2	118
Сейсмичность Африки*	9	115
Сейсмичность Земли и межпланетная среда*	7	115
Скорость изменения магнитного поля*	9	115
Структурная геология глубоких недр Земли. Винник Л. П.	5	36
«Тяжелая вода» в гранитах. Шуколюков Ю. А., Девириц А. Л.	6	40

Уроки сан-сальвадорской катастрофы*	8	111
Флюиды в мантии Земли. Рябчиков И. Д.	12	12
Эль-Ниньо и землетрясения*	7	115
Эффективный метод датирования урановых минералов*	2	118

ГЕОГРАФИЯ. КЛИМАТОЛОГИЯ

В аляскинской тундре становится теплее	7	118
Вулканы и климат*	12	113
Дрейфует гигантский айсберг*	8	111
Загрязнение атмосферы Арктики*	3	115
Засухи предсказуемы*	5	115
Затерянный мир Путторана. Пармузи Ю. П.	7	44
История с географией Березани. Шилин К. К.	11	86
Какой быть дельте Дуная? Левинтов А. Е.	1	48
Кислород в древней атмосфере*	8	115
Климат Земли в палеозое и мезозое*	1	119
Климат океана в неогене*. Иванова Е. В.	12	108
Количество метана в атмосфере растет*	12	112
Лаврентьевский и Западно-Антарктический ледниковые щиты*	2	120
Луна и разливы Нила*	7	117
Метеорологическая катастрофа в Азии и Африке*	10	119
Море или ледник? Биджиев Р. А., Авдалович С. А., Брызгалова М. М.	3	53
Мягкие зимы на европейской территории СССР*. Клименко Л. В.	11	115
Новая суша в Ледовитом океане		
Имени Бориса Вилькицкого. Водопьянов Б. П.	10	92
«Таймыр» и «Вайгач» в морях Арктики. Бережной А. С.	10	95
Новорожденный феномен Черного моря. Фащук Д. Я.	6	19
Обмен влагой между океанами*	5	114
Осадки в Сахаре*	9	116
Почему похолодали летние сезоны? Клименко Л. В.	4	119
Пыльные бури над Азовом*	11	115
Пыльные бури против кислотных дождей*	10	119
Русский чертеж — прообраз тематической карты. Кусов В. С.	4	38
Эль-Ниньо и засуха в Африке*	3	114
Эль-Ниньо и снежный покров Евразии*		

ОКЕАНОЛОГИЯ

Гидротермальная активность в тропе Окинава*	7	116
Гидротермальные мегаплумы*. Базилевская Е. С.	2	117
Глубоководные обитаемые аппараты «Мир». Михальцев И. Е.	6	38
Донная фауна океанических поднятий. Келлер Н. Б.	8	80
Железомарганцевые конкреции в Тихом океане*. Базилевская Е. С.	1	117
Золото в океанских рудах. Батурин Г. Н.	3	93
К загадке Бермудского треугольника. Соколов Б. А.	5	34
Мировой океан расширяется*	4	118
Новая подводная лаборатория*	7	117
Планктонные экосистемы тихоокеанских апвеллингов*. Виноградов М. Е.	6	118
Самые прозрачные воды — в море Уэдделла*	3	114
Сверхдлинный океанографический разрез*	7	116
Спрединг в Командорской котловине*. Селиверстов Н. И., Баранов Б. В.	5	113
Строение дна Берингова моря*	6	118
Циркуляция вод в Средиземном море*. Виноградов В. Н.	5	112

ПАЛЕОНТОЛОГИЯ.
ПАЛЕОАНТРОПОЛОГИЯ

Болезни мезозавров*	3	115
Двуногий крокодил*	11	116
Древнейшее среди позвоночных*	10	119
Древние млекопитающие Америки*	12	109
Ископаемые остатки гигантской морской птицы*	12	109
История четвероногих на 50 млн лет древнее? Лебедев О. А.	2	114
Когда страусы «разучились» летать?*	8	113
Лягушка в янтаре*	7	119
Международный проект «Динозавр»*	5	116
Найдено «гнездовье» динозавров*	9	116
Найдены останки протокромеонцев*	11	68
Неандерталец и зубочистка*	12	109
Новые гоминины*	1	119
Палеонтологические находки в Антарктиде*	11	117
Птицы все-таки произошли от динозавров?*	6	120
Снова о мамонтах — от Англии до Сибири*. Шер А. В.	10	120
Эмбрион ископаемого ящера*	12	41

АРХЕОЛОГИЯ. ЭТНОГРАФИЯ

Гибель этрусков. Мавлеев Е. В.	8	60
Древнейшее поселение человека в Южной Америке*. Березин Ю. Е.	3	116
Древнейшие пивовары*	7	119
Древнейший австралиец*	2	121
Доска Неварташир (к истокам календаря). Хлопин И. Н.	6	72
Древние горнорудные выработки Сваветии*	12	113
Когда была заселена Южная Аравия? Амирханов Х. А.	11	66
Когда человек заселил Америку? Нессис К. Н.	2	120
Круговорот жизни в представлениях древних. Давлет М. А.	4	82
Культ быка в Центральной Азии. Давлет М. А.	10	35
Модель мира у охотников и собирателей. Кабо В. Р.	3	26
Палеолитический человек в горах Западного Саяна. Васильев С. А.	3	94
Племена хахаэе угрожает исчезновение*	6	120
Протозороастрийский храм в Каракумах*. Сарманиди В. И.	11	117
Растения и животные в японской поэзии. Ермакова Л. М., Мещеряков А. Н.	11	69
«Сауна» первобытного человека*	7	119
Скульптура мамонта из Северного Приангарья. Васильевский Р. С., Дроздов Н. И.	4	46
Цунами, изменившее ход истории в Древнем Перу? Березин Ю. Е.	8	114
Шаман и его практика. Касахин И. Т.	11	78

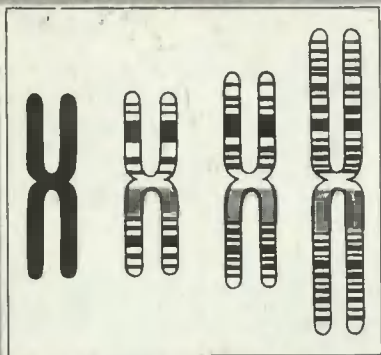
РЕЦЕНЗИИ

Американская книга о палеолите на территории СССР (на кн.: O. Soffer. The Upper Paleolithic of the Central Russian Plain). Долуханов П. М.	6	121
В поисках общих законов эволюции (на кн.: Н. Н. Моисеев. Алгоритм развития). Заварзин Г. А.	2	123

Вернадский остается лидером (на кн.: А. В. Лапо. Следы былых биосфер, или Рассказ о том, как устроена биосфера и что осталось от биосфер геологического прошлого). Покаржевский А. Д.	2	122	Современный взгляд на рефлексию (на кн.: Проблемы рефлексии. Современные комплексные исследования). Тоом А. Л.	7	120
«Гамбургский счет» науки (на кн.: Ю. Б. Татаринов. Проблемы оценки эффективности фундаментальных исследований). Гурштейн А. А.	4	121	Судьба «Происхождения» (на кн.: Ч. Дарвин. Происхождение видов путем естественного отбора). Бородин П. М.	4	123
Еще одна ода преобразованию фауны (на кн.: И. Е. Литус. Аклиматизация диких животных). Чесноков Н. И.	3	119	Так ли развивалась жизнь? (на кн.: И. Б. Люрин, В. С. Уткин. Как развивалась жизнь на Земле). Макридин В. П., Зиновьев М. С., Кац Ф. И.	5	117
Злободневные вопросы эволюционной теории (на кн.: Л. П. Татаринов. Очерки по теории эволюции). Яблоков А. В.	9	120	Химические смеси и живой организм (на кн.: Methods for assessing the effects of mixtures of chemicals). Бочаров В. Б.	9	118
И снова — об океане (на кн.: Е. М. Емельянов. Океан известный и загадочный). Пушаровский Ю. М.	8	116	НОВЫЕ КНИГИ		
Математика с человеческим лицом (на кн.: И. Р. Шафаревич. Основные понятия алгебры). Арнольд В. И.	3	117	1 125; 3 121; 4 126; 5 119; 6 124; 7 123; 8 45, 119; 9 79, 121; 10 124; 11 123		
Мистерии квантовой механики (на кн.: The Ghost in the Atom). Кобзарев И. Ю.	1	120	ВСТРЕЧИ С ЗАБЫТЫМ		
Наука в системе общественных отношений (на кн.: А. М. Кулькин. Капитализм, наука, политика). Шрейдер Ю. А.	8	117	В. В. Набоков — энтомолог. Свиридов А. В.	10	126
Одержимый идеей космических полетов (на кн.: В. И. Прищепа, Г. П. Дронова. Ари Штернфельд — пионер космонавтики. 1905—1980). Масевич А. Г.	10	121	Воспоминания об А. Ф. Иоффе. Рожанский И. Д.	11	125
Палеонтология в фотографиях и рисунках (на кн.: М. Ф. Ивахненко, В. А. Корабельников. Живое прошлое Земли). Лебедев О. А.	7	122	Гербарий Екатерины II и английский «дипломатический букет». Караваев М. Н., Баландин С. А.	7	125
Почти все о лесе (на кн.: Лесная энциклопедия. В 2-х т.). Некрасов В. И.	11	121	Д. И. Менделеев и фотограф С. Л. Левицкий. Никитин В. А.	9	123
Пути книгопечатания (на кн.: В. И. Васильев. Развитие издательско-полиграфической техники). Пархоменко А. А.	10	123	Древнерусский трактат о «человеческом естестве». Гаврюшин Н. К.	1	126
Светлая книга о первых палеонтологах (на кн.: Р. Ф. Геккер. На Силурийском плато. Очерки по истории геологических знаний). Крылов И. Н.	11	119	Итоги. Виноградский С. Н. (Публикация и комментарий Косминского А. В.)	3	123
			Как попал в роман М. А. Булгакова чернокнижник Герберт? Боголюбов А. Н.	8	122
			Первый воздушный полет в России. Цвирева Г. К.	6	127

Авторский указатель журнала „Природа” 1988 года

[illegible]

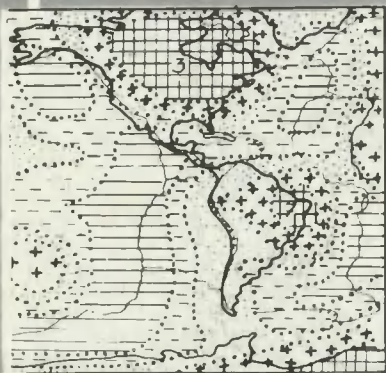
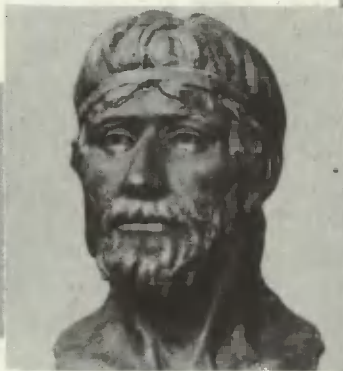


Здоровье будущих поколений — основная забота медицинской генетики. Остановить рост наследственных заболеваний, связанных с угрожающим состоянием планеты, поможет своевременный прогноз и профилактика наследственных болезней.

Бочков Н. П. НАСТОЯЩЕЕ И БУДУЩЕЕ НАСЛЕДСТВЕННОСТИ ЧЕЛОВЕКА

Изучение внешнего облика славян помогает прояснить некоторые вопросы их истории.

Алексеева Т. И., Алексеев В. П. АНТРОПОЛОГИЯ О ПРОИСХОЖДЕНИИ СЛАВЯН

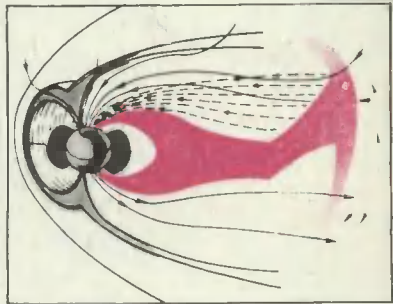


Предложена модель, объединяющая мобилизм с пульсационной теорией. Основная причина тектонических процессов в этой модели — чередование сжатий и расширений Земли.

Кропоткин П. Н. НОВАЯ ГЕОДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ

Чем отличается стратегия космических исследований в СССР и на западе? Как сделать космические проекты более дешевыми? Пришли ли перестройка и гласность в космическую промышленность? На эти и многие другие вопросы отвечает один из руководителей советской космической программы.

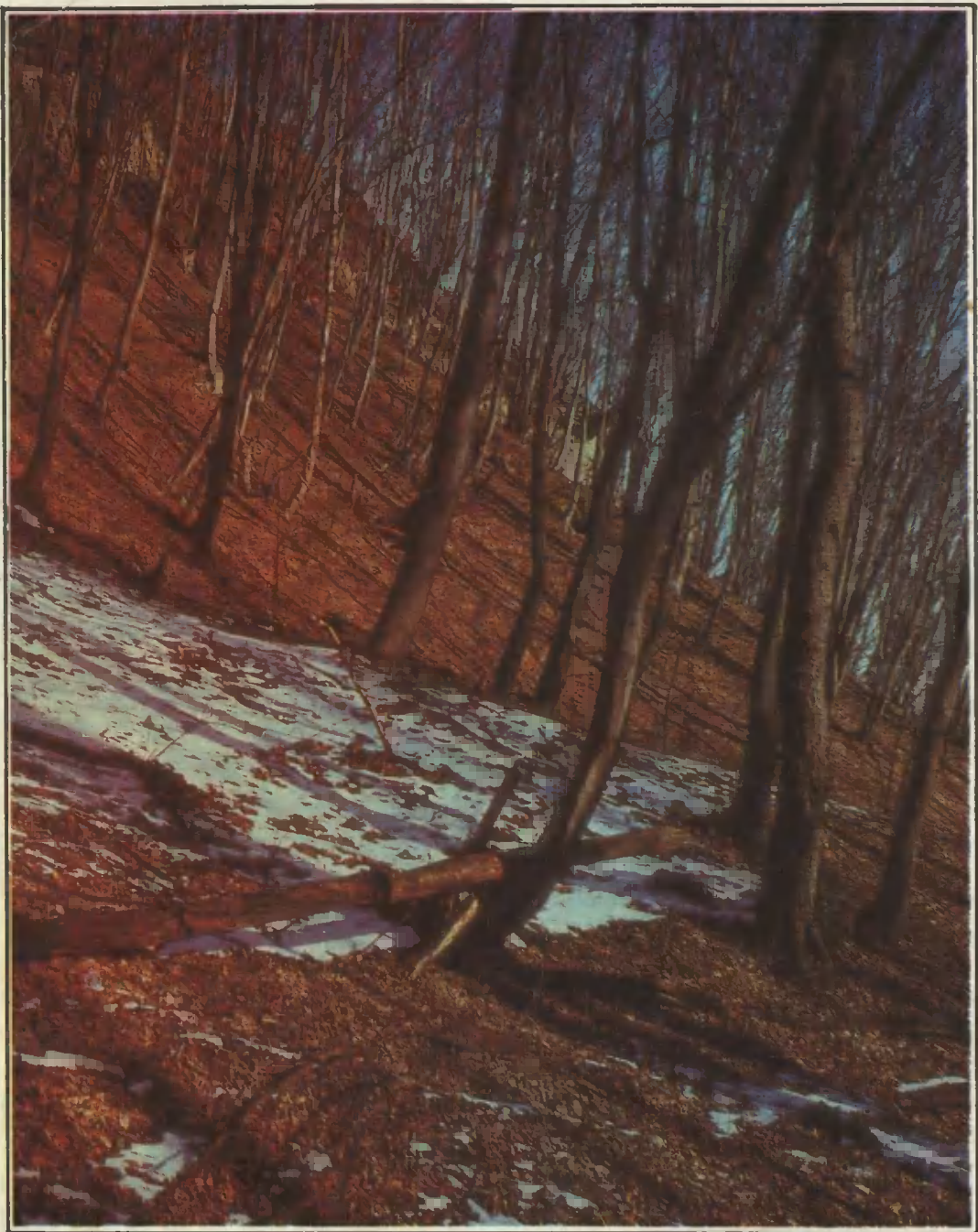
НЕ СТАНОВИТЬСЯ В ПОЗУ МЛАДШЕГО ПАРТНЕРА! (Интервью с Р. З. Сагдеевым)



Один из крупнейших советских физиков Л. В. Шубников пал жертвой сталинских репрессий. Долгое время его имя было окружено вынужденным молчанием, и его вклад в мировую науку еще по-настоящему не осознан.

Веркин Б. И., Гредескул С. А., Пастур Л. А., Фрейдман Ю. А., Храмов Ю. А. ЛЕВ ВАСИЛЬЕВИЧ ШУБНИКОВ





Природа, 1988, № 12, 1—128.

Цена 80 к.
Индекс 70707