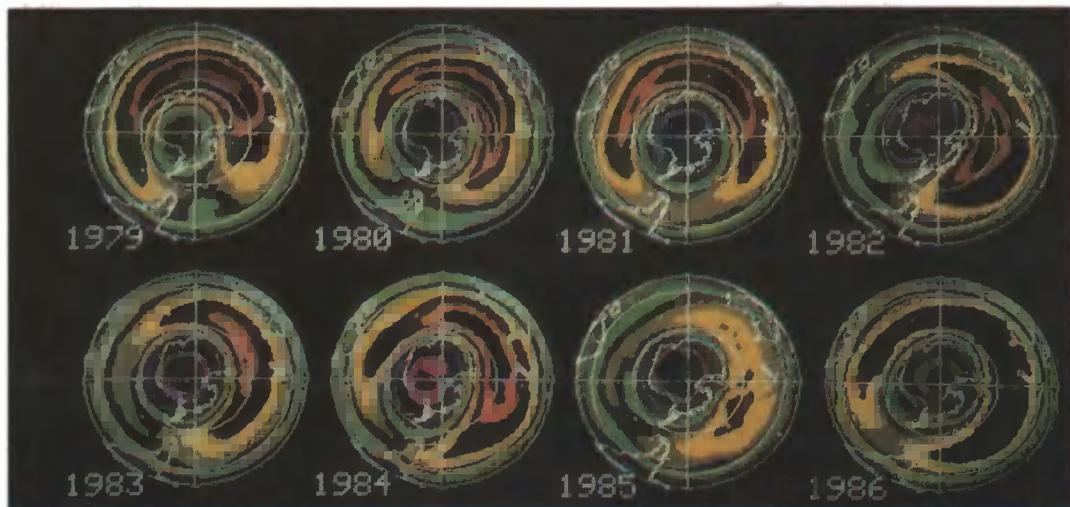
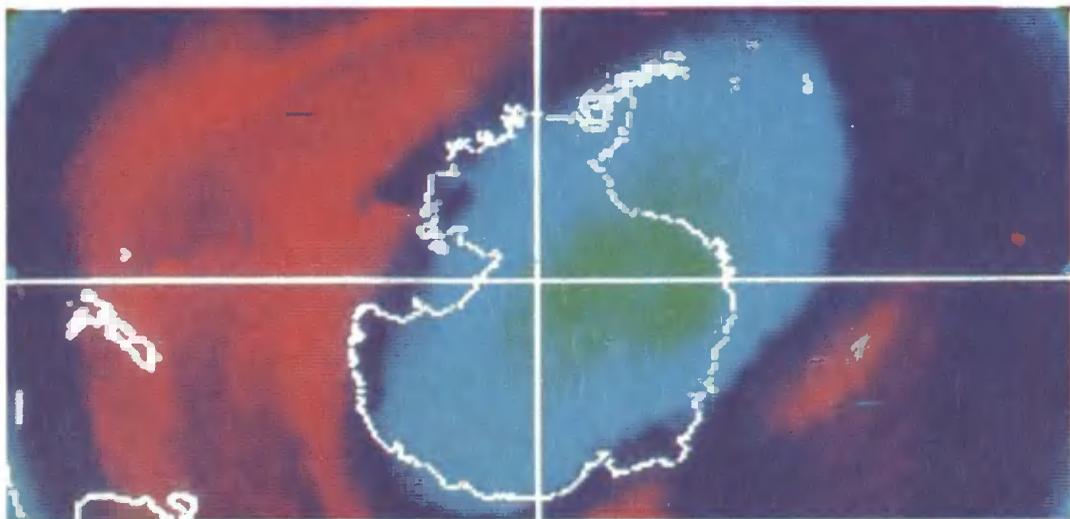


ПРИРОДА

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ ПОПУЛЯРНЫЙ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ АКАДЕМИИ НАУК СССР



**НАСТОЯЩЕЕ И БУДУЩЕЕ
АТМОСФЕРНОГО ОЗОНА**

СЕНТЯБРЬ **9** 1988



00:05
00:02

сентябрь
1988

ПРИРОДА

Основан
в 1912 году

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ ПОПУЛЯРНЫЙ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ АКАДЕМИИ НАУК СССР

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

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

НА ПЕРВОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ. Среднемесячное общее содержание озона над Антарктикой в октябре (1979—1986 гг.), по измерениям со спутников. Красно-фиолетовые тона — низкий уровень; желтый, коричневый, зеленый — высокий уровень. См. в номере: Кароль И. Л. Настоящее и будущее атмосферного озона.

НА ВТОРОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ. Современное учебное и научно-популярное кино вырабатывает киноязык, обращающийся к глубинным, общим для науки и искусства структурам понимания. См. в номере: Горностаева О. С. «Вернуть науке ее чувственность». Кадры из фильма В. М. Кобриня.

НА ЧЕТВЕРТОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ. Прав ли человек, безоглядно уничтожающий эту морскую хищницу, прослышавшую людоедом? См. в номере: Мягков Н. А. Большая белая акула.

Фото Р. Фокса.



© Москва «Наука»
Природа 1988



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

В номере:

4 Агаджанян Н. А. ОТ БИОЭКОЛОГИИ К НООЭКОЛОГИИ

Антропогенное влияние на окружающую среду достигло таких масштабов, что под угрозой поставлена сама жизнь на планете. Решить насущные глобальные проблемы можно, только перейдя от охранительной экологии к экологии сознательной.

10 Кароль И. Л. НАСТОЯЩЕЕ И БУДУЩЕЕ АТМОСФЕРНОГО ОЗОНА

Уменьшение содержания озона в атмосфере Земли, особенно заметное в последние годы весной над Антарктидой,— вероятно всего, результат сочетания естественных и антропогенных процессов.

20 Аскарьян Г. А., Батанов Г. М., Косский И. А., Костинский А. Ю. ЕЩЕ ОДНА УГРОЗА ОЗОННОМУ СЛОЮ

Реализация крупномасштабных проектов, связанных с возбуждением электрических разрядов в стратосфере, чревата серьезной опасностью для атмосферного озона.

23 Коробцев С. В., Русанов В. Д. ПЛАЗМЕННАЯ ЦЕНТРИФУГА

Вовлекая плазму во вращение, можно не только разделять химические элементы и изотопы по массам, но и управлять химическими реакциями, протекающими в ней.

31 Хрусталев Ю. П., Артюхин Ю. В. ЛАВИННАЯ СЕДИМЕНТАЦИЯ В ЮЖНЫХ МОРЯХ

При экстремально быстром — «лавинным» — накоплении осадков на дне южных морей нашей страны создаются благоприятные условия для образования скоплений нефти и газа.

34 Иваницкий В. В. ЭТОЛОГИЧЕСКИЕ ЗАРИСОВКИ

Почему два вида рядом живущих воробьев в Средиземноморье скрещиваются, а в Средней Азии — нет? Причина, оказывается, этологическая.

42 Леонов М. Г. КАК «ПРИРУЧИЛИ» ДИКИЙ ФЛИШ

Долгое время в понимании природы хаотических комплексов горных пород существовал не меньший хаос, чем в их внутреннем строении. Сегодня основные особенности геологии и генезиса этих специфических образований выяснены.

51 Мягков Н. А. БОЛЬШАЯ БЕЛАЯ АКУЛА

Хотя эта хищница и прослыла людоедом, вряд ли можно оправдать ее нынешнее истребление.

54 Горностаева О. С. «ВЕРНУТЬ НАУКЕ ЕЕ ЧУВСТВЕННОСТЬ»

Научное кино является, пожалуй, первым «переводчиком» с языка науки на язык художественный, образный. Сегодня научный кинематограф все больше утрачивает иллюстративный характер и становится проблемно-поисковым, как и сама наука.

64 БИОЛОГ ПО ПРИЗВАНИЮ (интервью с Ю. И. Полянским)

Отечественная биология прошла нелегкий путь развития, и до сих пор ей приходится расплачиваться за ошибки прошлого. Ее настоящее и будущее во многом определяют кадры. Сегодня — это один из главных вопросов перестройки науки в нашей стране.

72 Рузавин Г. И. ОБЪЯСНЕНИЕ И ПОНИМАНИЕ В ЕСТЕСТВЕННЫХ И ГУМАНИТАРНЫХ НАУКАХ

Прогресс научного познания опирается на диалектическое взаимодействие объяснения и понимания. При этом на разных этапах и в разных науках преобладает тенденция либо к объяснению, либо к пониманию фактов, событий и процессов.

80 АКАДЕМИК БУХАРИН

За истекшее после реабилитации время мы уже много узнали об Н. И. Бухарине — политическом деятеле. Значительно меньше известно о Бухарине-ученом, одном из первых коммунистов, выбранных в Академию наук СССР.

АВТОБИОГРАФИЯ (81)

Есаков В. Д. Н. И. БУХАРИН И АКАДЕМИЯ НАУК (83)

97 Остроумов М. М., Глазов А. И. НЕОБЫЧНЫЕ ЛЕДЯНЫЕ КРИСТАЛЛЫ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ АНТАРКТИДЕ

В уникальном месте нашей планеты — на полюсе холода, где располагается советская антарктическая станция Восток,— обнаружены не встречавшиеся ранее на Земле ледяные кристаллы.

102 Ультрафиолет и растворимость полимерных пленок (30) • Поиски хохлатой пеганики (71) • Экспедиция на «Мире»: апрель — май 1988 г. (102) • Собственное движение квазаров и расширение Вселенной (102) • Еще одна гравитационная линза? (103) • Необычный внегалактический источник OI 287 (104) • Передача изображений рентгеновской линзой (104) • Магнитный порядок в кондо-решетке (105) • Радиоизлучение и фазовые переходы (105) • Самофокусировка пучка частиц в кристалле (106) • Быстрая диагностика рака грудной железы (106) • Структура комплекса серного ангидрида с хлором (107) • Аспирин против инфаркта (107) • Как сохранить консервированную кровь? (107) • ЯМР в ранней диагностике рака (107) • Антитела с ферментативной активностью (108) • Зачем млекопитающим синтезировать морфин? (108) • Как действует токсин, вызывающий ботулизм? (109) • Нейролептики изменяют активность нейронов (109) • Митотические часы (109) • Метанол — потенциальное сырье для биотехнологических процессов (110) • Симбиоз метилотрофных бактерий и глубоководных моллюсков (110) • Краб надевает маску (110) • Растения приспосабливаются к потеплению (111) • Трагический круговорот веществ (112) • Как остановить пустыню? (112) • Лягушки пользуются «подземкой» (113) • Шанс для носорога (113) • Разлом Долдрамс в приэкваториальной Атлантике (114) • Древнейшие фиолитовые по-

роды (114) • Сейсмичность Африки (115) • Скорость изменения магнитного поля (115) • Кипящий океан молодой Земли (115) • Осадки в Сахаре (116) • Найдено «гнездовье» динозавров (116) • Эволюция цветковых растений (116)

РЕЦЕНЗИИ

118 Бочаров В. Б. ХИМИЧЕСКИЕ СМЕСИ И ЖИВОЙ ОРГАНИЗМ (на кн.: Methods for assessing the effects of mixtures of chemicals)

Яблоков А. В. ЗЛОБОДНЕВНЫЕ ВОПРОСЫ ЭВОЛЮЦИОННОЙ ТЕОРИИ (на кн.: Л. П. Тартинов. Очерки по теории эволюции) (120)

НОВЫЕ КНИГИ

121 Ученая корреспонденция Академии наук XVIII в. Научное описание (79) • Беллер Г. А. Экзамен разума (121) • Ильичев В. Д., Бутыев В. Т., Константинов В. М. Птицы Москвы и Подмосквы (122) • Ветрова В. В., Смирнова Е. О. Ребенок учится говорить (122) • Тадеев В. А. От живописи к перспективной геометрии (122)

ВСТРЕЧИ С ЗАБЫТЫМ

123 Никитин В. А. Д. И. МЕНДЕЛЕЕВ и ФОТОГРАФ С. Л. ЛЕВИЦКИЙ

Научные редакторы:

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

Литературные редакторы:

Н. Б. ГОРЕЛОВА,
И. В. ДМИТРИЕВА,
Г. И. ПАНКОВА

Художник

С. И. МИРОНЕНКО

Художественные редакторы:

Л. М. БОЯРСКАЯ,
Д. И. СКЛЯР

Заведующая редакцией

О. В. ВОЛОШИНА

Корректоры:

О. Н. БОГАЧЕВА,
Т. Д. МИРЛИС

В номере использованы фотографии:

В. А. КУПРИЯНОВА,
С. В. ПАНАСЮКА,
К. П. ПОПОВА,
Р. ФОКСА

В художественном оформлении номера принимали участие:

С. Г. ГУНДЛАХ,
В. С. КРЫЛОВА,
Б. И. КУЗЬМИН,
Е. К. ТЕНЧУРИНА,
В. Н. ХАЛИН

Ордена Трудового Красного
Знамени издательство «Наука»

Сдано в набор 01.07.88
Подписано в печать 17.08.88

Т—15962
Формат 70×100 1/16

Офсетная печать
Усл. печ. л. 10,32

Усл. кр.-отт. 1445,6 тыс.
Уч.-изд. л. 15,1

Бум. л. 4

Тираж 54 000 экз.

Заказ 1760

Ордена Трудового
Красного Знамени
Чеховский полиграфический
комбинат

ВО «Союзполиграфпром»
Государственного
комитета СССР

по делам издательства,
полиграфии

и книжной торговли.
142300, г. Чехов

Московской области

Адрес редакции:

117049, Москва, ГСП-1,
Мароновский пер., 26,
тел. 238-24-56, 238-26-33

ОТ БИОЭКОЛОГИИ

Н.А. Агаджанян



Николай Александрович Агаджанян, член-корреспондент АМН СССР, профессор, заведующий кафедрой нормальной физиологии Университета дружбы народов им. Патриса Лумумбы, председатель секции экологии человека Научного совета АН СССР по проблемам биосферы, действительный член Международной академии астронавтики. Область научных интересов связана с проблемами адаптации человека к экстремальным условиям, биоритмологии и экологии человека. Автор ряда научных и научно-популярных работ по этим вопросам. Неоднократно публиковался в «Природе».

В НАШ век одна за другой накатываются на мир волны научных открытий и технических новшеств. Пожалуй, ни один вид человеческой деятельности не остается вне их влияния. Достижения науки и техники вызывают глубокие преобразования, потрясая экономические и социальные структуры, организацию производства, изменяя отношения между людьми.

События второй половины нашего столетия, действительно, грандиозны. Человечество вступает в качественно новую эпоху существования. Выход в космическое пространство, овладение ядерной энергией, биологическая и информационная революция... Каждое из этих величайших достижений человечества могло бы составить целую эпоху в истории цивилизации. Рост могущества современной цивилизации и стремительные темпы научно-технического прогресса обеспечили человечество большим количеством благ. Но современное человечество оказалось перед лицом парадоксального феномена: достижения науки и техники, с одной стороны, создают условия для всестороннего развития каждой личности, с другой — эти же творения ума и рук человеческих угрожают самому существованию человеческого рода. На первом месте сегодня остается опасность ядерной войны. Но привести к катастрофе может не только ядерная война, но и экологические проблемы.

Истребляя гигантские лесные массивы, загрязняя воды, человек ежегодно делает непригодными для жизни огромные пространства суши и Мирового океана. За этими безразличными действиями часто стоит и преступный перед будущими поколениями недальновидный императив: «на наш век хватит». Из-за низкой экологической культуры и реализации недостаточно обоснованных «проектов века» и в нашей стране, к сожалению, не удалось избежать разрушительных технократических воздействий на природу.

В. И. Вернадский впервые осуществил научный синтез роли совокупного живого вещества в эволюции планеты, геологической вечности жизни. Он дал весьма емкое и глубокое толкование понятию биосферы и закономерностей становления ноосферы, мощной созидающей роли человека и научной мысли как планетному явлению.

Переход биосферы в ноосферу вовсе не означает какую-либо «смену» сфер. Речь идет о новом состоянии той же биосферы. В своей концепции ноосферы В. И. Вернадский отводил человеку роль не только закономерного звена эволюционно направленной цефализации, но и совершенно новой разумной силы с творческими способностями сознательного организатора биосферного процесса «в интересах мыслящего человечества как единого целого».

К НООЭКОЛОГИИ

Биосфера как единая и очень сложная система изучается многими частными науками, включая социальные. Экология человека и должна объединить эти науки для решения наиболее важных общих проблем.

ЭКОЛОГИЯ И НАУКА О ЧЕЛОВЕКЕ

Комплексное изучение человека как научное направление и экология человека, в сущности, одна наука. Поскольку человек — мера всех вещей, он должен постоянно быть в фокусе, занять центральное место при решении важнейших проблем человечества. В самом общем виде можно сказать, что, собственно, «экология человека» — это наука, изучающая взаимодействие человека как биосоциального существа со сложным многокомпонентным окружающим миром, с постоянно усложняющейся динамичной средой обитания.

Экология человека — это не столько медико-биологическое, географическое, социально-экономическое знание, не столько конкретная наука, сколько прежде всего знание и воспитание нравственного и духовного мира человека, неисчерпаемые и безгранично важные для перестройки нашего мышления и перехода от биосферы к ноосфере.

Сейчас постоянно ведется много споров о точности определения этого понятия, о том, как назвать это научное направление: экология человека, социальная экология, экология и ноосферогенез; что считать главной целью исследования — человека или популяцию, какая из отраслей знаний должна быть ведущей при разработке проблемы экологии человека, какие специалисты должны осуществлять координацию исследования — философы, физиологи и медики, географы, антропологи или социологи. Все эти споры, на наш взгляд, бессмысленны.

Сегодня мы с полным основанием можем сказать, что экология человека — это междисциплинарная область знаний. Экология человека — это комплексная синтети-

ческая проблема, требующая объединения усилий ученых различных специальностей. Именно здесь мы должны все более специализироваться по проблемам, общим научным направлениям, а не по научным дисциплинам.

Мы должны посмотреть на проблему экологии человека с позиции специалистов различных отраслей знаний, глазами философа, физиолога, географа, антрополога, социолога, гидрогеолога, токсиколога, а учитывая общие интересы, каждый со своих позиций должен рассматривать разрабатываемую проблему уже глазами эколога. Это уже как бы коллективное зрение. Сам по себе экологический подход к любой разрабатываемой проблеме требует более широкого мировосприятия и мироощущения, нового более глубокого мышления. Экологические исследования не только проникнуты прагматизмом, но и воспитывают гражданскую ответственность за состояние окружающей среды, отношение к ресурсам природы, отношение к самому ценному биологическому капиталу — человеку.

Сложность этой работы обусловлена отсутствием до сего времени разработанной стройной концепции экологии человека, такой концепции, которая позволила бы создать и планомерно исследовать качественные и количественные модели этой многокомпонентной и динамичной системы, стимулировать не только смысл самого понятия экологии человека, но и основные принципы функционирования системы человек — общество — окружающая среда.

ЧЕЛОВЕК, ПРИРОДА, ОБЩЕСТВО

В недалеком прошлом самой жизни противопоставляли болезнь, смерть. Да и окружающую природу, непосредственно связанную с жизнью, считали не союзником, с которым надо жить в гармонии, а недоброжелательным противником человека, которого надо безжалостно, безмерно и стремительно покорять. Вопрос о защите жизни и

об отношении к природе сейчас встал в принципиально новом ракурсе, требует переориентации на основе нового мышления и переоценки ценностей.

Природу и общество надо рассматривать как неразрывное целое. Теперь уже становится очевидным, что главная причина всех негативных экологических процессов, происходящих в биосфере, — непрерывно возрастающая нагрузка, порождаемая прежде всего производственной деятельностью человека. В этой далекой от совершенства деятельности мы, непрерывно создавая различного рода широкомасштабные проекты, бездумно, без оглядки уничтожаем природу, игнорируя ее законы.

Масштабы производственных мощностей из года в год возрастают, а экология человека, как бедная Золушка, и по сегодняшней день остается в тени. Уже пора понять, что во всех отношениях, а не только в экономическом и политическом, экология — одна из первостепенных актуальных проблем человечества.

Исторически понятное стремление к росту производства привело нас к тому, что мы постепенно стали забывать, что производство не самоцель, а лишь средство, причем средство достаточно дорогое. Ведь расплачиваться за рост производства приходится главным образом за счет природы. Не случайно на XXVII съезде КПСС подчеркивалось, что сейчас речь идет не просто о повышении темпов роста народного хозяйства, а о принципиально новом качестве нашего развития. Для рационального природопользования, перестройки и ускорения нам недостает знаний о человеческом мышлении и мотивах его деятельности, не хватает знаний для аргументации своих знаний, не хватает нравственности, чтобы в этом признаться. Следовательно, в таких случаях нельзя разрабатывать и реализовывать крупномасштабные по своим социальным и экологическим последствиям проекты. Если то или иное ведомство не может доказать социальной и экологической эффективности или хотя бы безвредности своих замыслов, то реализовывать такую разработку только на основе экономической эффективности нецелесообразно.

Каковы же основные причины возникновения экологических проблем? Прежде всего — это ограниченность природных ресурсов Земли и многофункциональность их использования.

Природная среда по отношению к человеку выполняет три главные функции: экономическую — обеспечивает народное хозяйство ресурсами, биологическую — бес-

печивает физическое здоровье человека и социальную — обеспечивает духовное развитие человека и общества в целом. Под необходимостью охраны и воспроизводства природной среды мы прежде всего подразумеваем обязательное выполнение экономической и биологической функций. При этом часто недооценивают социальную функцию природы, ее важную роль в духовном и нравственном развитии человечества.

Природная среда, с одной стороны, питает наше материальное производство, с другой — дает ему здоровье. В самом понятии «природная среда» выявляется отчетливая антропоцентричность, т. е. связь с человеческой деятельностью. Следовательно, проблемы взаимоотношения человека с окружающей средой нельзя рассматривать вне связи с социально-экономическими.

В этом сложном мире для достижения гармонических отношений общества и природы с целью сохранения биосферы необходима разработка теории устойчивости и резервов биологических, экологических и географических систем от локального до глобального уровня. Применительно к человеку одно из приоритетных направлений — разработка теории экологии человека, теории и методов адаптации, хозяйственной деятельности к условиям биосферы, получения максимальных народнохозяйственных результатов при минимальных затратах природных ресурсов и применении естественных условий. Разрабатывая вопросы стабилизации и улучшения состояния окружающей среды, ликвидации и предотвращения региональных и глобальных экологических кризисов, сохранения генетических ресурсов и самовосстановительного потенциала биосферы, мы должны все проблемы рассматривать, повернувшись к человеку, его прошлому, настоящему и будущему. При этом важное место должно отводиться теории и методам адаптации человека в различных производственных и природно-климатических условиях.

ЭКОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА, ПРОБЛЕМЫ АДАПТАЦИИ И ЗДОРОВЬЯ

Современная эпоха характеризуется дальнейшим ускорением темпов урбанизации, расширением промышленного освоения новых ранее не обжитых климатогеографических зон, все большим проникновением человека в экстремальные регионы планеты (Крайний Север, приполярные районы, арктическая зона, высокогорье, шельф, глубины Мирового океана) и околоземное космиче-

ское пространство. В этих условиях чрезвычайно важно изучение адаптации человека к новой среде обитания, выяснение резерва адаптации различных групп (этнических, половозрелых, профессиональных и др.) к изменяющимся условиям среды. Для этого необходимы комплексные исследования функционального состояния человека (групп населения) и состояний природной, природно-антропогенной, производственной и социальной среды.

Среди первостепенных теоретических проблем, стоящих перед экологией человека, такие, как эволюция механизмов адаптации на индивидуальном, групповом, организменном и популяционном уровне; выявление специфических, неспецифических и конституциональных реакций на воздействие среды; роль сильных и слабых воздействий среды в эволюции человека; изучение эволюционно-генетической типологии и особенностей адапционных механизмов — экологических портретов различных групп населения; роль фактора времени в формировании адекватных реакций; роль космических, земных и социальных факторов и их ритмов (здоровье биосферы) в формировании уровня и состояния здоровья, в возникновении нарушений адапционных механизмов.

Размах антропогенного влияния на окружающую среду в последние годы достиг таких масштабов, что под угрозу поставлен весь земной шар, сама жизнь на планете. Экологическое сознание сегодня опирается в неучтенные и неконтролируемые последствия техногенного воздействия на природное окружение. Многие реальные последствия резко расходятся с ожидаемыми прогнозами. И это очень настораживает.

Не случайно некоторые ученые сравнивают проблему загрязнения биосферы и окружающей среды с химической войной технологий против населения. Расчеты показывают, что за последние 25—30 лет в этой войне уже пострадали миллионы людей. Производство химических элементов к 2000 г. возрастет в 2—3 раза, что значительно ухудшит экологическую обстановку в нашей стране. Величина материальных потерь, происходящих вследствие антропогенных изменений в биосфере, уже сейчас составляет десятки миллиардов рублей. Но самое главное, в результате загрязнения среды обитания появились различные заболевания, снижающие дееспособность человека и уносящие ежегодно многие тысячи жизней. Среди них — генетическая отягощенность, сердечно-сосудистые и психические заболевания, социальные пороки, травматизм различного происхождения и т. д.

По мнению ученых, самое серьезное следствие загрязнения биосферы среды заключается в генетических последствиях. В результате повышения радиоактивности, химического загрязнения среды увеличивается число патологий при беременности, деторождении, раковых опухолей, психических нарушений и т. д.

Однако до сих пор имеется лишь общее представление о последствиях, возникающих в результате нарушений экологического равновесия, достигших уже катастрофического уровня и угрожающих существованию самого *Homo sapiens*.

Вопросы генетического груза и его отношение к здоровью населения пока освещены недостаточно и, как правило, ограничиваются представлением о наличии в геноме хромосомных и генных мутаций, в основном доминантных, с явным летальным или сублетальным исходом. Мало изучены генетические повреждения, а также те массовые болезни человека, генетическая детерминированность которых не вызывает сомнений, такие как атеросклероз, гипертоническая болезнь, сахарный диабет, эндокринные нарушения, язвенная болезнь, дегенеративные поражения центральной и периферической нервной системы, психические болезни и др. Эти болезни в основном и определяют уровень заболеваемости и позволяют судить о здоровье популяции.

При изучении зависимости между состоянием среды обитания и генетическим грузом обращает внимание особая уязвимость нервной-психических функций человека. Так, по минимальным оценкам, нарушения психики наблюдаются примерно у 10 % населения нашей страны, что составляет около 30 млн человек. По общемировым данным, наблюдается ежегодный рост общего количества генетически неполноценных детей. При существующих темпах роста к 1990 г. их число достигнет 15 %. Эти негативные тенденции косвенно связаны с нарушением экологического состояния среды. Статистические данные последних лет свидетельствуют о весьма неутешительных и об очень низких основных показателях биологического состояния населения нашей страны. Так, по средней продолжительности жизни СССР занимает 27 место в мире (мужчины — 31-е, женщины — 24-е), по уровню смертности детей до года наша страна находится в конце третьего десятка стран¹.

Существуют большие региональные

¹ Народонаселение стран мира. Справочник под ред. Б. И. Урланиса и В. А. Борисова. М., 1983. С. 125.

различия в темпах прироста и воспроизводства населения. Например, в Прибалтийских республиках в 1981 г. коэффициент естественного прироста населения был в 20 раз ниже, чем в Туркменской и Таджикской ССР. Низкая рождаемость и стабильно высокая смертность отражаются на снижении естественного прироста населения². Эти тенденции у некоторых народов могут привести к серьезным социальным и биологическим последствиям. Известно, что ежегодные экономические потери по медицинским показателям составляют в нашей стране 21 млрд руб., из них по болезни — 4,5 млрд, по преждевременной смертности людей — 7,2 млрд, от детской смертности — 9 млрд руб.

Проблемы генетики, экологии и адаптации человека особую остроту приобрели в связи с современной интенсификацией общественной жизни и все возрастающей ролью человеческого фактора. При изучении этих проблем мы зачастую упускаем из виду их специфику, отличие человека от других биологических видов. Ведь человек, будучи существом социальным, включен также и в общественно-исторический, надбиологический процесс.

Любая экологическая проблема так или иначе затрагивает генетику, а генетическое загрязнение планеты опаснее всех других. В постановлении ЦК КПСС и Совета Министров СССР о перестройке здравоохранения в связи с этим указано: «Сконцентрировать усилия на научных исследованиях в области геной инженерии и биотехнологии, разработке современных средств, приборов и автоматизированных систем, методов дистанционного и автоматизированного контроля окружающей среды. Активизировать разработку новых принципов организации и управления научными учреждениями, реализацию достижений научно-технического прогресса, создание современных информационно-поисковых систем. На этих важнейших направлениях сконцентрировать усилия не только специалистов в области медицины, но и социологов, экономистов, демографов, математиков и представителей других отраслей науки и техники».

Вопросы, решаемые в рамках проблемы «Экология человека», касаются многих сторон жизни и развития общества. Здесь тесно переплетаются вопросы биологии и генетики человека, медицины и социальной политики. Все это требует коренных социально-экономических преобразований.

По данным Всемирной организации здравоохранения, значительная часть болезней (80 %) является производной от состояния экологического напряжения. Следовательно, эффективность вложений в народное хозяйство будет тем выше, чем скорее и успешнее будут решаться, в частности, эколого-физиологические и социальные проблемы адаптации человека к новым природно-климатическим и производственным условиям среды. От разрозненных аналитических исследований, от огромного числа наблюдений надо перейти к глубокому обобщению, к синтезу знаний. Для решения частных задач в различных отраслях знаний необходим не только мозговой центр, но и головное учреждение, где концентрируются знания, создаются и уточняются целевые научные программы, координируются исследования в соответствии с требованиями народного хозяйства и комплексом природоохранительных законодательств. Работа по управлению этим процессом может быть успешной, если будут квалифицированные кадры. Уже сейчас было бы целесообразно сосредоточить подготовку экологов при крупных университетах на специализированных кафедрах и в проблемных научных лабораториях, ориентированных на разработку и внедрение конкретных социально-экономических и медико-биологических проектов и программ. И еще. Уже давно назрела необходимость в создании в системе Академии медицинских наук Института здорового человека. Этого настоятельно требует жизнь.

В 1970 г. известный американский эколог Дж. Хатчинсон писал: «Под ноосферой Вернадский понимал сферу разума, которая должна прийти на смену биосфере, сфере жизни. К сожалению, за четверть века, прошедшую после этих слов, мы могли убедиться в том, насколько неразумными были почти все изменения, внесенные человеком в биосферу. И все же предсказанный Вернадским переход — в его глубочайшем смысле — единственный выход для человечества, продолжающего укорачивать свою жизнь на миллионы лет».

Сейчас надо действовать осмотрительно. Важно в хаосе мнений и программ, среди разнообразных точек зрения найти для экологии, наконец, правильный путь, достойный природы.

Нам представляется, что перейти от биосферы к ноосфере можно только в том случае, если мы от охранительной экологии — биоэкологии — перейдем к сознательной, мыслительной, нравственной экологии — нооэкологии.

² Там же. С. 154.

ЭКОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ПРАВДСТВЕННОСТЬ

Сегодня жизнь цивилизованного человека подвергнута экологическому сомнению. Необходима переоценка ценностей, а для этого многие привычные способы мышления и деятельности нужно переориентировать. Стратегия экстенсивного роста уже не может удовлетворить экологически ориентированное общественное сознание. Прежде всего надо ограничить и умерить производительный и потребительский энтузиазм, рачительно относиться к ресурсам природы. Большинство ресурсов невозобновимы, и нужда в них будет и у будущих поколений.

Необходимо кардинально изменить не только организационно-управленческий подход к технологии добычи ресурсов, но и глубоко и всесторонне осмыслить все звенья деятельности природной системы. При решении глобальных экологических проблем должна быть многомерная система оценки: медико-биологическая, социальная, экономическая, а самое главное — нравственная.

Экологический кризис можно преодолеть лишь при условии, что человек к природе будет относиться не как к внешнему объекту, а как к субъекту. Планету Земля надо рассматривать как организм, здоровье которого зависит от здоровья всех его частей. По своему интеллекту человечество уже подошло к той черте, за которой начинается переход биосферы в ноосферу, сферу разума. Готово ли оно по своему духовно-нравственному содержанию к этому шагу?

В основе нового мышления лежит уме-

ние мыслить, учитывая интересы всего человечества, понимание его единства и неразрывной связи. Человечество не может развиваться дальше без широкой экологической ориентации во всех областях своей жизни — от экономики до общественного сознания и культуры.

Именно поэтому экологическую ориентацию надо дать всей системе общественного образования и воспитания. Чем сложнее экосистема, чем богаче и многокрасочнее проявляется в ней жизнь, тем она устойчивее.

Тревога о судьбе человека, природы и общества, всего человечества, о судьбе нашей планеты должна волновать каждого из нас. Равнодушие и безответственность могут привести к непредсказуемым и необратимым последствиям — девальвации самого ценного качества человеческого духа — морали. Тревожно в нашем мире из-за нерешенности многих глобальных проблем. Земля одна на всех и каждый несет ответственность за ее сохранность. Слишком долго формировался и существовал антагонизм между человеком и природой. Глубокое, хотя и запоздалое осознание этого факта человеком разумным вызывает чувство горечи и стыда за свои «творенья» и постоянно поддерживает неуспокоенность нашей обостренной совести, нравственности. Возбужденная совесть призывает к действию. Человечество должно обладать знаниями о самом себе и об окружающем мире. «Научная мысль как планетарное явление» должна служить общечеловеческим целям, должна обеспечить не только устойчивость природной системы для развития жизни, нравственности и культуры, но и ее защиту.

НАСТОЯЩЕЕ И БУДУЩЕЕ

И.Л.Кароль



Игорь Леонидович Кароль, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий лабораторией теории климата Главной геофизической обсерватории Государственного комитета СССР по гидрометеорологии. Специалист в области теории климата и физики атмосферы. Автор многих работ по этим проблемам, и в том числе монографии: Введение в динамику климата Земли. Л., 1988.

БЕСПОКОЙСТВО специалистов о состоянии и судьбе озонового щита земной атмосферы возникло около 15 лет назад — еще в начале 70-х годов было высказано предположение о возможном воздействии на озон выбросов двигателей сверхзвуковых транспортных самолетов¹. С тех пор было выполнено немало теоретических исследований и модельных расчетов, подтвердивших опасения за будущее озонового слоя атмосферы. Но до начала 80-х годов существенных его изменений не наблюдалось. В наши дни, когда они налицо, об Антарктической весенней озоновой «дыре» пишут газеты, сообщает радио и телевидение. Что же случилось с атмосферным озоном, каково его будущее, насколько опасно для него воздействие хозяйственной деятельности человечества? Попытаемся ответить на эти вопросы, исходя из современных научных представлений.

ОЗОН В АТМОСФЕРЕ

Напомним, что молекула озона состоит из трех атомов кислорода, а образуется и разрушается в атмосфере путем фотохимических реакций с участием молекул многих газов воздуха и фотонов излучения Солнца. Озона в атмосфере Земли очень мало — толщина его слоя при стандартном давлении на уровне моря и температуре в 0 °С составит в среднем около 3 мм, или 300 единиц Добсона (е. Д.), наиболее часто используемых для измерения общего содержания озона в столбе атмосферы. Однако этого количества достаточно для полного поглощения жесткого ультрафиолетового излучения Солнца с длиной волны $\lambda < 280$ нм и заметного ослабления излучения с $280 < \lambda < 315$ нм (полоса УФ-Б), наносящих серьезные поражения клеткам живых организмов. В меньшей степени озон ослабляет излучение с $315 < \lambda < 400$ нм (полоса УФ-А), которое вызывает загар у человека.

Таким образом, слой озона в атмосфере (озоносфера) служит щитом, охраняющим биосферу Земли от губительной части радиации Солнца. Существует гипотеза, что появление и развитие слоя озона, связанное с ростом содержания свободного кислорода в атмосфере Земли, позволило древним живым организмам выйти из океана, охранявшего их от воздействия жесткого ультрафиолетового излучения Солнца в атмосфере с малым содержанием кислорода и озона, и распространиться по поверхности суши².

Концентрация озона весьма неравномерна в пространстве и времени. Меньше всего озона в тропиках, где его содержание слабо изменяется по сезонам, достигая плохо

¹ Хргиан А. Х. Озоновый щит Земли // Природа. 1973. № 11. С. 22—27.

² Эволюция атмосферы // Океан — атмосфера. Л., 1983. С. 440.

АТМОСФЕРНОГО ОЗОНА

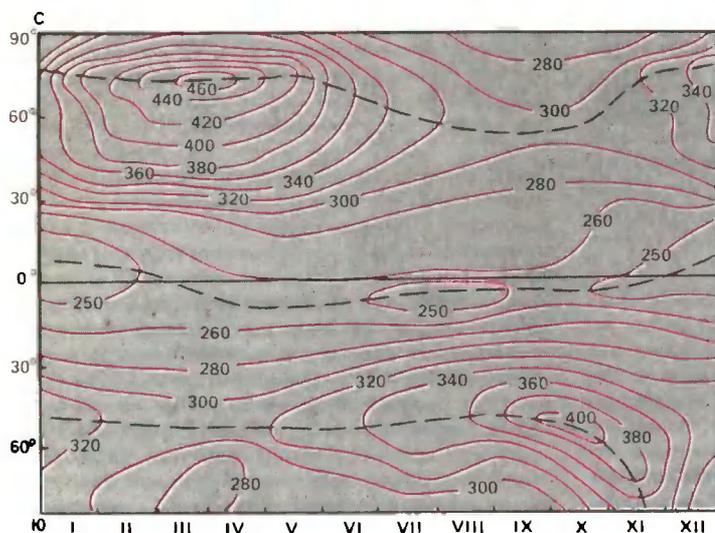
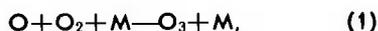
выраженного максимума летом и минимума зимой. В Северном полушарии, где озона больше, наивысшая его концентрация наблюдается в конце зимы — весной около полюса, здесь же отмечается и осенний минимум. В Южном полушарии, где озона чуть меньше, чем в Северном, его максимум приходится на 50—60° ю. ш., а амплитуда сезонного колебания между весенним максимумом и осенним минимумом несколько меньше. Максимум отношения смеси озона (отношение числа молекул озона к числу молекул газов воздуха в определенном объеме) наблюдается на высоте 30—40 км и мало изменяется с широтой.

Плотность озона (число молекул в единице объема) максимальна на высоте 24—26 км в тропиках и 18—20 км в полярной зоне, а основное различие в содержании озона на разных широтах Северного полушария приходится на слой атмосферы, расположенный на высоте 10—20 км.

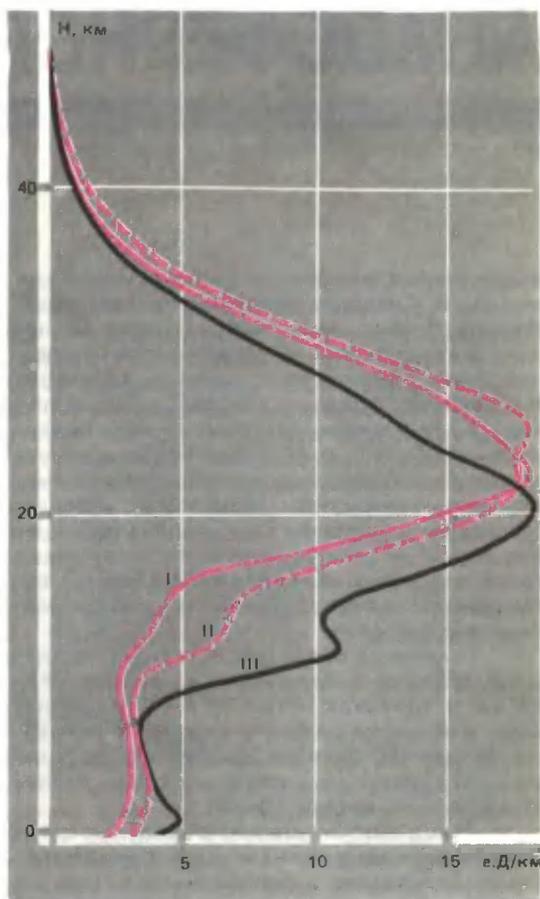
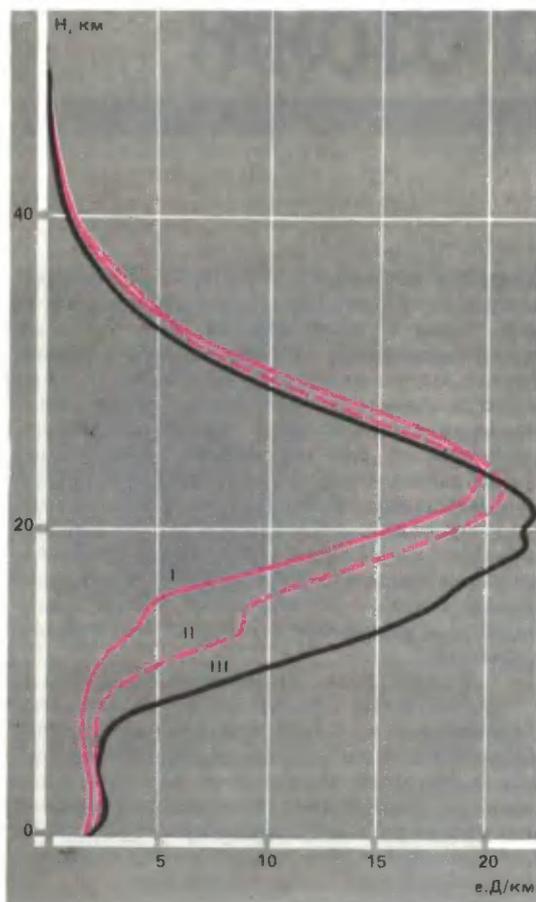
Такое глобальное распределение среднего содержания озона в атмосфере Земли было установлено в основном наземными и отчасти спутниковыми измерениями с конца 50-х годов и мало менялось до начала

80-х. При небольших изменениях среднемесячных и среднегодовых значений концентраций озона и его плотности, их суточные и внутрисуточные изменения в отдельных точках могут достигать 50—100 % и чаще всего связаны с горизонтальным переносом, подъемом и опусканием отдельных воздушных масс с разным содержанием озона в результате атмосферных циркуляций разных масштабов. Поэтому изменчивость суммарного содержания озона и его концентрации при их усреднении в пространстве и времени достаточно высока, что затрудняет определение и исследование малых изменений со временем (трендов) их средних значений.

В 70-х годах П. Крутценом (ФРГ) и Г. Джонстоном (США) была теоретически разработана и затем подтверждена лабораторными и натурными измерениями новая фотохимия образования и разрушения озона в атмосфере, существенно уточнившая прежнюю схему, созданную геофизиком С. Чепменом в 20-х годах. Непосредственно озон образуется лишь в реакции:

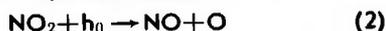


Распределение среднезонального общего содержания озона в течение года (цифры на изолиниях, в. д.) до 1980 г.

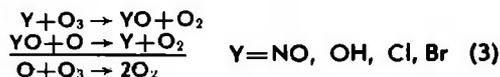


Вертикальные профили плотности озона в атмосфере Северного полушария в январе (слева) и июне за период с 1975 по 1983 г. На графиках приведены средние значения для тропических (I), умеренных (II) и арктических широт (III).

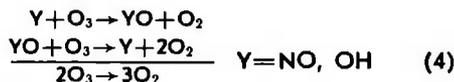
где M — молекула любого газа, входящего в состав воздуха и участвующая в реакции без изменения своих свойств. Необходимый для этой реакции атомарный кислород O выше уровня 20 км образуется при диссоциации молекул O_2 фотонами жесткого ультрафиолета с $\lambda < 240$ нм. Ниже этого уровня такие фотоны почти не проникают, и атомы кислорода образуются в основном при фотодиссоциации двуокиси азота



фотонами $h\nu$ мягкого ультрафиолета с $\lambda < 400$ нм. Разрушение молекул озона (их переход в O_2) происходит при их попадании на поверхность частиц аэрозолей или на поверхность Земли, но основной сток озона определяют циклы каталитических реакций в газовой фазе:



или

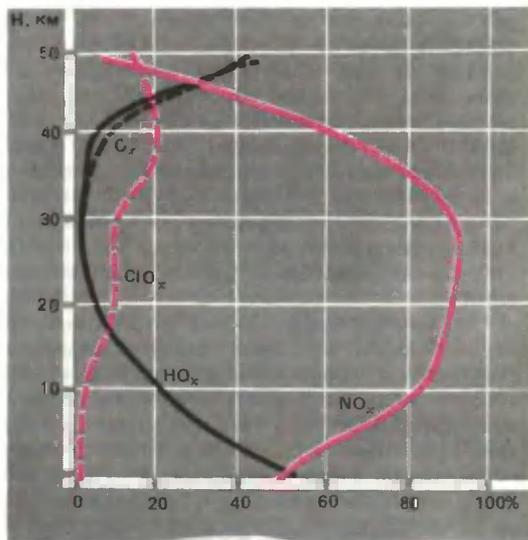


Здесь Y означает атом или радикал, участвующий в реакции как катализатор, не изменяя своего количества. Наряду с прямой реакцией разрушения озона $O + O_3 \rightarrow 2O_2$, указанной С. Чепменом, каталитические пары $NO-NO_2$, $HO-HO_2$, $Cl-ClO$ образуют соответственно азотный, водородный, хлорный и бромный циклы разрушения озона, точнее, нечетного кислорода (O и O_3), который принято обозначать O_x .

Все радикалы и атомы каталитических пар участвуют еще во многих других газофазных фотохимических реакциях, образуются и исчезают, успев провести в среднем от десятков до тысяч каталитических разрушений O_3 за короткое время своей «жизни» в разных частях атмосферы. С этим связан и разный вклад этих циклов в суммарное разрушение O_3 в стратосфере. Расчеты по фотохимическим моделям показали, что цикл Чепмена, считавшийся до 70-х годов единственным разрушителем озона, занимает заметную долю в этом процессе лишь на высотах 40—60 км, т. е. значительно выше слоя максимального содержания озона, лежащего на высотах 15—30 км, в котором главную роль катализаторов — разрушителей играют окислы азота NO и $NO_2(NO_x)$.

Роль радикалов хлора Cl и $ClO(ClO_x)$ в разрушении озона в слое 35—50 км возрастает вместе с ростом их содержания в стратосфере, где они образуются при фотодиссоциации жестким ультрафиолетом ряда хлор-, бром- и фторсодержащих органических газов. К этим газам относятся: $CFCl_3$ (фреон-11), CF_2Cl_2 (фреон-12), CCl_4 (четырёххлористый углерод), CH_3CCl_3 (метилхлороформ) и в меньшей степени $CHClF_2$ (фреон-22), $CF_2ClCFCl_2$ (фреон-113), CF_2ClBr (галон-1211) и CF_2Br (галон-1301). Эти газы, кроме CCl_4 , не встречаются в природе (небольшое количество фреона-11, однако, недавно обнаружено в газах, выделяемых вулканами Курильских о-вов³), но в быстро возрастающих количествах производятся химической промышленностью и широко используются. Фреон-12 — основной охлаждающий агент в холодильниках и кондиционерах воздуха, фреон-11 и -12 — растворители и носители активных химикатов в аэрозольных баллонах, получивших широкое распространение в быту, они формируют полости и пузырьки в пенопластиках. Галон-1211 и -1301 используются в пенных огнетушителях.

Попавая в атмосферу (особенно быстро из аэрозольных баллонов), эти соединения, практически инертные газы в нижней атмосфере, относительно быстро разрушаются в стратосфере, выделяя Cl , Br и ClO . В таком разрушении кроме ультрафиолетовых фотонов Солнца участвуют также атомарный кислород в возбужденном состоянии $O(^1D)$, образующийся при фотодиссоциации озона и быстро «гасящийся» в верхней стратосфере. Газы, содержащие атомы водо-



Изменение с высотой доли циклов Чепмена [O_3], а также аналогичных циклов для соединений азота (NO_x), водорода (HO_x) и хлора (ClO_x) в скорости разрушения озона в стратосфере.

рода (CH_3CCl_3 , $CHClF_2$ и др.), окисляются и гидроксилом OH и потому имеют более короткое среднее время жизни в атмосфере, которое определяется в некотором объеме отношением содержания примеси к интенсивности ее стока в этом объеме.

Это время, однако, достаточно велико: по оценкам данных наблюдений, для фреона-11 и -12 оно составляет около 80 лет, для CCl_4 — 50 лет, а для окисляемого гидроксилом CH_3CCl_3 — около 10 лет. Таким образом, даже при гипотетическом полном прекращении всех упомянутых выбросов в атмосферу с завтрашнего дня их содержание в тропосфере будет достаточно высоким в XXI в.

По измерениям на станциях созданной в США сети Глобального мониторинга изменений климата, в фоновых условиях — на берегах Тихого и Атлантического океанов и на островах, вдали от промышленных и густонаселенных районов (источников фреона в атмосфере) — концентрация фреонов-11 и -12 и CH_3CCl_3 в настоящее время растет со скоростью 5—9 % в год, а концентрация фреона-22, -113 и галонов — до 10—15 % в год. Средние концентрации фреона-11 и -12 в 1985—1987 гг. составляли $2—4 \cdot 10^{-10}$, отношение смеси CH_3CCl_3 — около 10^{-10} , а отношение смеси остальных разрушителей озона — $10^{-11}—10^{-12}$, при превышении концентрации фреона-11 и -12 в Северном, бо-

³ Исидоров В. А., Иоффе Б. В. // Доклады АН СССР. 1986. Т. 287. № 1. С. 86—90.

лее населенном полушарии на 5—10 % над концентрацией в Южном полушарии. Несмотря на эти низкие концентрации (для фреона-11, -12 более чем в 10 000 раз меньше среднего отношения смеси озона в слое 30—40 км, его максимума), фреоны, и особенно фреон-12, уже увеличили содержание в стратосфере фотохимически активных соединений хлора в настоящее время в 2—3 раза по сравнению с уровнем 50-х годов, до начала быстрого роста производства фреонов.

Расчеты, выполненные по многим фотохимическим моделям, описывающим состав газов атмосферы и его изменения под воздействием различных внешних возмущений, показывают, что при сохранении в будущем современной скорости выброса галогенсодержащих газов в атмосферу к середине XXI в. содержание активных соединений хлора в стратосфере увеличится в 10 раз и более по сравнению с уровнем 1950-х годов. Эти соединения хлора могут уменьшить примерно вдвое современное среднее отношение смеси озона в слое стратосферы около 40 км. При этом содержание озона немного увеличится на высоте от 20 до 30 км, так как в этот слой будет проникать больше жесткого ультрафиолетового излучения Солнца, производящего атомарный кислород при фотодиссоциации O_2 , из-за уменьшения содержания в вышележащих слоях стратосферы озона, поглощающего такое излучение. В итоге общее содержание озона, по модельным расчетам, может уменьшиться на несколько процентов. По тем же расчетам, это уменьшение будет наибольшим в высоких широтах зимой и особенно весной, т. е. в тех районах и в то время, когда достигается максимум содержания озона в атмосфере.

На такие изменения стратосферного озона накладывается увеличение его содержания в тропосфере — нижнем слое атмосферы, простирающемся от поверхности Земли до тропопаузы, расположенной на высоте 16—17 км в тропиках, 8—9 км (зимой) и 10—11 км (летом) в высоких широтах. Озон в тропосфере образуется и разрушается в основном при фотохимических реакциях, происходящих более интенсивно в загрязненном воздухе городов и промышленных районов. Так, атомарный кислород, образующий озон, формируется по реакции (2) из двуокиси азота NO_2 , присутствующей всегда в выбросах двигателей внутреннего сгорания и вообще образующейся при сжигании топлива.

Измерения концентрации озона в тропосфере показали, что она существенно воз-

растает летом в нижних слоях над населенными промышленными районами умеренных северных широт, а также, например, в бассейне Амазонки, где в фотохимическом образовании озона участвуют газы, выбрасываемые в атмосферу тропическими лесами. Наземные, самолетные и аэростратные (регулярные запуски озонозондов производятся примерно в 10 точках Северного полушария) измерения показывают, что концентрация озона в тропосфере Северного полушария почти вдвое выше, чем в Южном, и в среднем возрастает примерно на 1 % в год даже в фоновых условиях на прибрежных и океанических станциях. Такой прирост тропосферного озона частично компенсирует убыль озона в стратосфере и снижает изменение его общего содержания, особенно летом в населенных и промышленных зонах, смягчая этим рост ультрафиолета, как раз наиболее опасный здесь в этот сезон.

Наши расчеты на математической модели атмосферы показали, что для сохранения неизменным на уровне моря в средних широтах потока ультрафиолетовой радиации Солнца, вызывающей загар (так называемая эритемная радиация), при снижении содержания озона в слое стратосферы 30—50 км на 10 % и выше, необходимо увеличение его содержания в тропосфере более чем на 24 %⁴.

Итак, вертикальное распределение озона в атмосфере заметно меняется: его концентрация убывает выше 30 км и возрастает ниже этого уровня. Такое перераспределение может оказать небольшое влияние на потоки излучения Солнца и их отражение от поверхности Земли и атмосферы, т. е. на вертикальные профили температуры в тропосфере и стратосфере, а значит, и на циркуляцию воздушных масс в этих слоях, также сильно влияющую на климат в разных масштабах.

ВЕСЕННЯЯ ОЗОННАЯ «ДЫРА» НАД АНТАРКТИДОЙ

На основе наземных измерений на английской антарктической станции Хэлли-Бей (76° ю. ш., 23° з. д.) в середине 1985 г. появились первые сообщения о существенном снижении содержания озона с конца 70-х годов весной Южного полушария — в сентябре и особенно в октябре. Внимательный анализ измерений, проводившихся на спутнике

⁴ Кароль И. Л., Розанов Е. В. // Метеорол. и гидрология. 1984. № 1. С. 107—108.

«Нимбус-7» США с конца 1978 г. подтвердил, что весной над Антарктидой в 80-х годах год за годом содержание озона уменьшается. Это уменьшение наиболее интенсивно в околополюсном районе, но захватывает и субполярную зону максимума озона в Южном полушарии. Снижение концентрации озона происходит не монотонно, в 1983, 1985 и 1987 гг. наблюдались наиболее резкие изменения. Анализ ежедневных данных спутниковых измерений показывает, что более монотонно уменьшается содержание озона от года к году в Атлантическом секторе Антарктики, где расположены станции Хэлли-Бей и Новолазаревская (71° ю. ш., 12° в. д.), а в Тихоокеанском секторе, и особенно в его западной части, наблюдаются значительные междугодовые изменения. В сентябре 1987 г. среднее общее содержание озона около Южного полюса составило около половины от уровня 1979 г., а в отдельные дни сентября — октября 1987 г. падало до 90 е. д. — рекордно низких из измеренных значений.

При измерениях озона со спутников вертикальные распределения его концентраций определяются неточно. Более надежные данные дают результаты озонзондирований (запусков автоматических приборов, измеряющих концентрацию озона на месте химическими методами), производившихся в 1980—1986 гг. на станциях Новолазаревская, Сева (Япония, 69° ю. ш., 39° в. д.), Мак-Мердо (США, 78° ю. ш., 167° в. д.). Оказалось, что в период весеннего минимума озона почти полностью исчезает максимум его концентрации в нижней стратосфере. Еще более резкое падение концентрации озона в слое ее максимума 14—23 км происходило в сентябре — начале октября 1987 г., когда, по из-

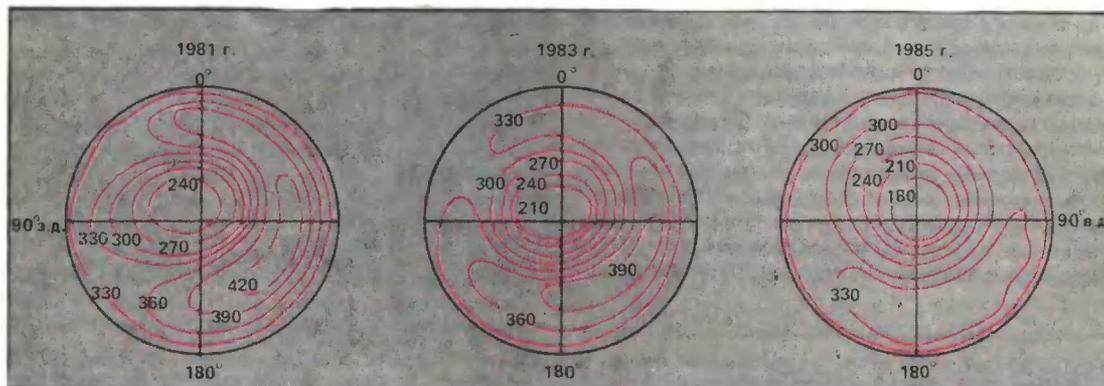
мерениям на Мак-Мердо, она составляла всего несколько процентов стандартной величины концентрации на уровне 18 км на станции в этот период года.

Наряду с уменьшением концентрации озона отмечается и значительное похолодание стратосферы в Антарктике, максимальное в околополюсном районе на высоте 22—24 км над ур. м., где средняя температура октября 1985 г. уменьшилась на 16 °С, а над Восточной Антарктидой на 18—20 °С по сравнению с температурой в этом месте и месяце в 70-е годы. Эти изменения температуры тесно коррелируют по месту и времени с уменьшением озона, и это понятно, так как озон нагревает воздух в стратосфере, поглощая ультрафиолетовое и отчасти видимое излучение Солнца. Однако произведенные нами расчеты степени понижения температуры воздуха, вызванного измеренным в стратосфере снижением содержания озона, показали, что обусловленное озоном снижение температуры в 1984 г. составляет лишь около половины фактически наблюдаемого в слое максимума концентрации озона и только падение концентрации почти до нуля в октябре 1987 г. производит «радиационное» похолодание на 20—24 °С на уровне около 20 км.

ПРИЧИНЫ ОБРАЗОВАНИЯ ОЗОННОЙ «ДЫРЫ»

Специалистами предложено около десятка гипотез, в той или иной мере объясняющих причины образования озонной «дыры». Их можно разделить на «динамические» и «фотохимические», т. е. основанные на особенностях циркуляции атмосферы и пере-

Среднемесячное содержание озона южнее 30° ю. ш. в октябре 1981—1985 гг., по измерениям со спутника «Нимбус-7».



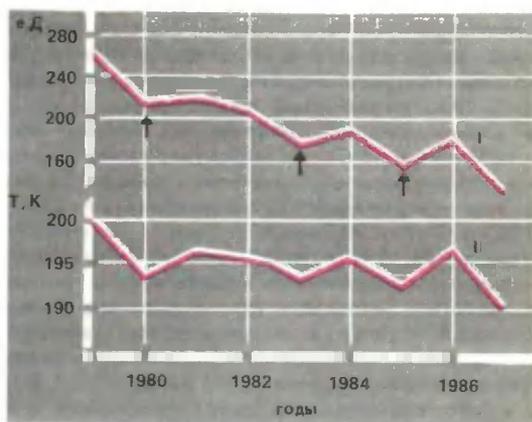
носа озона над Антарктидой и на фотохимии озона в антарктической стратосфере.

Динамические гипотезы объясняют весеннее падение содержания озона и тепла (температуры) в стратосфере Антарктики уменьшением зимней интенсивности их переноса в южную полярную область из тропиков, где находятся основные источники нагрева атмосферы и фотохимического образования озона. Существуют свидетельства такого уменьшения: до начала 80-х годов быстрый рост содержания озона и температуры в антарктической стратосфере после полярной ночи начинался в октябре и по времени совпадал с разрушением зимнего стратосферного полярного вихря («взрывное потепление» стратосферы весной)⁵. К 1985 г. «взрывное потепление» сдвинулось к середине ноября, а в 1987 г. — к началу декабря.

Продолжительность процесса весенней перестройки циркуляции антарктической стратосферы, по наблюдениям на станции Мирный (67° ю. ш., 93° в. д.), увеличилась от 30 суток в 1965 г. до 70 суток в 1985 г. Большой устойчивости зимнего стратосферного полярного вихря и задержке его разрушения весной способствует отмеченное выше похолодание антарктической нижней стратосферы. Увеличение горизонтального контраста температуры между полярными и околополярными широтами ускоряет зональный поток воздуха вокруг полюса (так называемый термический ветер). Это, в свою очередь, способствует росту длительности зимнего минимума содержания озона в Антарктике.

Причины уменьшения скорости межширотного переноса озона и тепла в полярные зоны неясны. Вероятно, она связана с уменьшением интенсивности зонных планетарных возмущений в тропосфере прежде всего Южного полушария.

Существенную роль в формировании озонной «дыры» в Антарктике играет околополюсное «ядро» зимнего циклонического полярного вихря, которое, как показывает анализ траекторий воздушных масс, довольно слабо обменивается воздухом с соседней зоной повышенного содержания озона в Южном полушарии в отличие от Северного, где интенсивный воздухообмен происходит зимой вплоть до полюса. В антарктическое зимнее «ядро» поступает сравнительно мало озона и тепла из более низких широт, к концу зимы заметно снижается температура стратосферы и создаются условия для



Минимальные среднемесячные значения содержания озона (I) и температуры (II) на высоте 16 км, по измерениям со спутника «Нimbus-7», в октябре 1979—1987 гг. в околополюсном районе Антарктиды. Стрелками отмечены годы наиболее резких изменений содержания озона.

усиления фотохимического разрушения озона.

Еще в первых публикациях об озонной «дыре» в Антарктике указывалось в качестве ее причин усиление каталитического разрушения озона по реакциям (3) с участием окислов азота и хлора как катализаторов. Увеличение содержания радикалов хлора в стратосфере от поступления туда фреонов могло вызвать образование озонной «дыры». Но оставалось неясным, почему «дыра» наблюдалась лишь весной. Относительно высокие концентрации ClO и NO₂ приводят к образованию значительного количества хлористого нитрозила ClONO₂, нейтрального к озону и связывающего активные озоноразрушающие радикалы. Немногие измерения окислов азота в антарктической стратосфере до 1986 г. не показали высоких их концентраций в этой зоне.

Однако наземные измерения поглощения излучения в микроволновом диапазоне в сентябре — ноябре 1986 г. и самолётные измерения в антарктической нижней стратосфере в августе — сентябре 1987 г. зафиксировали присутствие в ней сравнительно высоких концентраций ClO. Концентрация ClO южнее 70° ю. ш. достигает почти 10⁻⁹, что в десятки раз выше значений для более северных широт. Если в августе концентрация озона мало менялась по маршруту полета самолета вплоть до полюса, то уже в сентябре отмечалось ее резкое падение в зоне с повышенным содержа-

⁵ Цигельницкий И. И. Вокруг озонной «дыры» // Природа. 1988. № 4. С. 93—96.

нием ClO, что свидетельствует о разрушении озона радикалами Cl и ClO.

Одновременно измерения с самолетов показали низкие концентрации химически активных соединений азота ($0,5-4 \cdot 10^{-9}$) в зоне падения содержания озона ($8-12 \cdot 10^{-9}$) вне озонной «дыры» и также понижение уровня HCl и BrO в ее зоне. Существуют какие-то процессы, удаляющие из «дыры» NO и NO₂ и другие радикалы, связывающие ClO в ClONO₂ и другие соединения, нейтральные к озону и этим создающие «зеленую улицу» для разрушения озона, Cl и ClO.

Что это за процессы? Одним из них называют захват и удаление из стратосферы составляющих активных соединений азота частицами полярных стратосферных облаков. Спутниковые наблюдения и лазерные зондирования стратосферы с некоторых антарктических станций показали присутствие облаков в южной полярной зоне в слое 15—22 км в июне — июле и в слое 10—18 км в августе — сентябре в областях с температурами воздуха, меньшими минус 70 °С. Эти облака, однако, исчезают к октябрю при весеннем потеплении стратосферы.

Специальные расчеты скоростей конденсации HNO₃ и HCl в условиях зимней

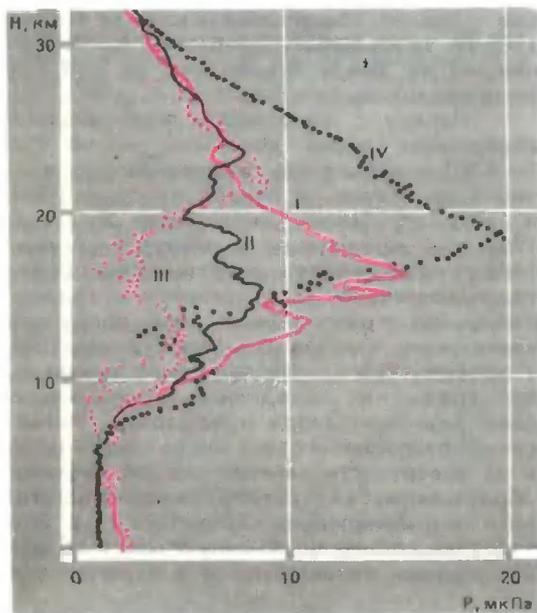
стратосферы Антарктики показывают, что ледяные частицы облаков могут содержать растворы этих соединений⁶. Молекулы других составляющих активных соединений азота могут эффективно присоединяться к поверхности обычных частиц, а при осаждении последних под действием силы тяжести в нижнюю атмосферу азот удаляется из стратосферы. Среди так называемых гетерогенных реакций, активизирующих пассивные к озону соединения азота и хлора на поверхности облачных частиц, следует отметить реакции:



Из продуктов этих реакций HNO₃ может попасть в состав частиц, а Cl₂ и HOCl солнечным излучением разлагаются до атомарного Cl. Все эти процессы могут происходить и зимой в полярную ночь, но они еще не наблюдались непосредственно в натуральных или лабораторных условиях.

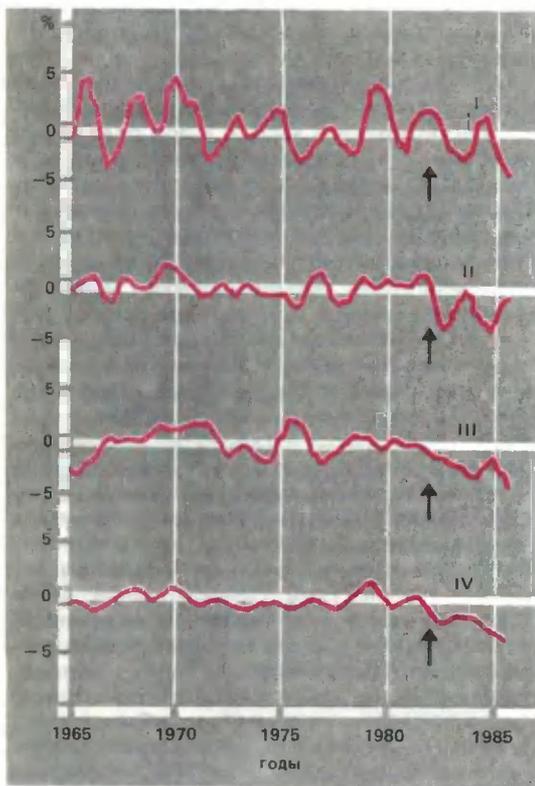
Однако одни фотохимические процессы, даже с участием стратосферных облаков, не объясняют феномен антарктической озонной «дыры», развивающейся со скоростью значительно большей, чем скорость прироста содержания хлора в стратосфере. Уже отмечалось, что в 80-е годы средняя скорость прироста содержания фреонов в атмосфере составила 5—7 % в год, а средняя скорость уменьшения суммарного озона у Южного полюса в октябре в 1980—1987 гг. близка к 8 % в год. Это уменьшение — очевидный результат и фотохимических, и динамических процессов в антарктической стратосфере. Например, по спутниковым наблюдениям 5 сентября 1987 г., над Антарктическим п-овом на площади около 3 млн км² содержание озона уменьшилось на 25 е. Д. за 24 ч и достигло величины, меньшей 200 е. Д., что трудно объяснить фотохимическими процессами. Эта область низкого содержания озона, двигаясь над морем Уэдделла, существовала до 16 сентября, когда она слилась с двумя другими областями низкого содержания озона над Антарктидой.

В этих областях кроме уменьшения концентрации озона при измерениях зафиксированы слои аэрозолей на высоте 14—19 км, но не обнаружено заметных превышений в слое 12,5—18,5 км концентрации фреона-11 и N₂O, имеющих наземных источники в зоне 54—72° ю. ш., что свидетельствует об отсутствии значительных вос-



Изменение с высотой парциального давления озона, по измерениям на станции Мак-Мердо в 1986 г.: I — 26 августа; II — 5 сентября; III — 16 и 21 октября; IV — 4 ноября.

⁶ Toon O. B., Hamill P., Turco R. P., Pinto S. // Geoph. Res. Lett. 1986. Vol. 13. № 12. P. 1284—1287.



Отклонения от среднего (за период 1965—1986 гг.) содержания озона: I — в северных полярных широтах; II — в умеренных широтах; III — в тропических широтах; IV — в Северном полушарии. Стрелками отмечено время извержения вулкана Эль-Чичон.

ходящих течений воздуха в этих частях стратосферы. Именно они обычно понижают концентрацию озона на других широтах и поэтому считаются иногда одной из возможных причин озоновой «дыры» в Антарктике.

Резкая граница озоновой «дыры» и низкие концентрации озона ниже 18 км, где измерения не показали высоких значений ClO , вероятно, связаны с метеорологическими процессами, а существенное уменьшение озона в субполярных южных широтах вне границ «дыры» (эти границы испытывают заметные смещения день ото дня) — скорее всего, результат и фотохимических, и динамических процессов.

Как уже отмечалось, озон поглощает биологически опасное ультрафиолетовое излучение Солнца полосы УФ-Б. Для средних высот Солнца в средних широтах уменьшение содержания озона в 1 % в среднем приводит к увеличению наземного потока УФ-Б

излучения на 2 %. Для низкой высоты Солнца над горизонтом в октябре и ноябре в Антарктиде, по нашим расчетам, даже 50 %-ное уменьшение общего содержания озона изменит величину УФ-Б потока примерно от 0,14 до 0,44 Вт/м^2 , т. е. в три раза. Однако среднее значение потока излучения в этом спектральном диапазоне для средних широт для условий стандартной атмосферы составляет 0,2—0,8 Вт/м^2 и, таким образом, увеличенное значение УФ-Б потока останется меньше привычного уровня для средних широт, что вряд ли представит угрозу для людей в Антарктиде. (Правда, участникам антарктических исследований озоновой «дыры» в 1987 г. пришлось надеть специальные очки). Растительности же, поражаемой повышенным УФ-Б излучением, весной в Антарктиде нет, и, вероятно, только пингвины могут оказаться под его воздействием.

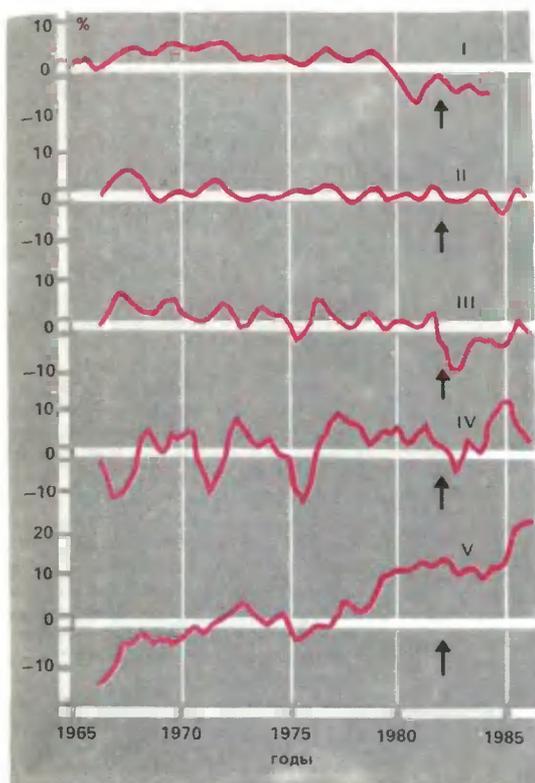
ИЗМЕНЕНИЯ ОЗОНОСФЕРЫ В СЕВЕРНОМ ПОЛУШАРИИ

Менее интенсивное уменьшение содержания озона происходит с начала 1980-х годов в стратосфере Северного полушария. Максимальная величина этого изменения наблюдается в весенние месяцы в районе Шпицбергена и Земли Франца-Иосифа, где, по измерениям на «Нимбусе-7», среднегодовое значение содержания озона за 1979—1985 гг. уменьшилось почти на 8 %⁷. Среднее же по Земле содержание за этот период снизилось почти на 4 %.

Наряду с монотонным уменьшением содержания озона довольно резкие (на 3—4 %) снижения его среднемесячных значений отмечались в первой половине 1983 и 1985 гг. Такое уменьшение в конце 1982 г. с минимумом в январе — марте 1983 г. происходило и в тропических широтах и, очевидно, было связано с воздействием на стратосферный озон продуктов извержения вулкана Эль-Чичон в Мексике в апреле 1982 г.⁸ Исследования показали, что среди них находились разрушающие озон радикалы хлора и водорода. Интенсивное разрушение озона могло происходить и на поверхности капелек серной кислоты, образовавшихся в стратосфере из выброшенного при извержении сернистого газа. Эти аэрозоли составили основную массу облака извержения, оставшегося в стратосфере

⁷ Watson R. T. Statement before the U. S. Senate 27 October 1987.

⁸ Вулканы, стратосферный аэрозоль и климат Земли. Л., 1986.



Отклонения от среднего (за период 1965—1986 гг.) содержания озона: I — на высотах 32—48 км; II — 24—32 км; III — 16—24 км; IV — 8—16 км; V — 2—8 км. Стрелками отмечено время извержения вулкана Эль-Чичон.

несколько месяцев и распространявшегося на все широты. В этот период облако находилось в основном на высотах 12—24 км, и именно в этом слое наблюдалось наибольшее уменьшение содержания озона — более чем на 10 % к середине 1983 г. Менее ясна причина минимума общего содержания озона в первой половине 1985 г., но есть данные, показывающие, что он вызван уменьше-

нием содержания озона в слое 10—28 км, связанным с изменениями циркуляции стратосферы — возможными последствиями извержения вулкана Эль-Чичон.

Так же как и в антарктической озонной «дыре», падение содержания озона в стратосфере Северного полушария сопровождается ее охлаждением. В слое 16—20 км среднегодовая температура в 1982—1985 гг. упала на 1,5 °С, а в субтропических и тропических северных широтах — на 2—3 °С. Это можно объяснить также некоторым уменьшением интенсивности образующей озон ультрафиолетовой радиации Солнца из-за снижения ее активности с 1980 по 1985—1986 гг.⁹ По расчетам, в указанный период этот естественный фактор действовал на озон и температуру стратосферы примерно так же, как и антропогенный (фреоны), усиливая эффект разрушения озона.

Что можно сказать о будущем озонной «дыры» в Антарктиде, которая, вероятно, есть результат особого сочетания физических и химических процессов в атмосфере естественного и антропогенного происхождения? Вряд ли можно ожидать ослабления фотохимического разрушения озона хлором и его окисью, их накопилось в стратосфере много и фреоны доставляют их туда еще. Однако динамические условия формирования «дыры» могут измениться, перенос озона в южную полярную зону из тропиков может усилиться и озонная «дыра» может несколько уменьшиться по размерам и интенсивности, хотя вряд ли исчезнет в близком будущем. Ясно, что Антарктика стала местом первого и наиболее четкого проявления глобальных изменений в атмосфере. Подтвердилась необходимость дорогостоящих непрерывных и широких по объему геофизических наблюдений в этой части Земли, где сложились особые условия воздействия на озоносферу.

⁹ Bojkov R. D. // Month. Weath. Rev. 1987. V. 115. № 10. P. 2187—2201.

ЕЩЕ ОДНА УГРОЗА ОЗОННОМУ СЛОЮ

Г. А. Аскаръян, Г. М. Батанов, И. А. Косый, А. Ю. Костинский
Институт общей физики АН СССР
Москва

ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ гений, все глубже проникая в тайны мироздания, испытывает нетерпеливое желание как можно скорее использовать добытые знания на благо обществу и уже в который раз сталкивается с тем, что печальные последствия необдуманного преобразования природы с лихвой перевешивают ожидаемые выгоды. Познав печальный опыт развития современного производства, нанесшего колоссальный экологический вред обществу, современная наука осознала необходимость не только предотвращения, но и предотвращения губительных последствий некоторых крупномасштабных технических проектов.

Именно поэтому мы хотели бы обратить внимание на новую опасность, которую таит в себе реализация проекта ретрансляции радио и телевизионных передач, интенсивно разрабатываемого в последние годы в ряде институтов Академии наук СССР. Этому вопросу уже посвящены десятки статей, обзор, монография¹. Суть проекта в том, чтобы с помощью

СВЧ-разряда создать в стратосфере искусственно ионизованную область (ИИО) с такой концентрацией электронов, которая обеспечит отражение коротких радиоволн, используемых в телевидении (естественная ионосфера для таких волн прозрачна). Такое плазменное зеркало предполагается создать, сфокусировав наземными антеннами пучки мощных СВЧ-радиоволн над Землей. В области их пересечения произойдет пробой воздуха — возникнет ионизованная область. Для реализации этой схемы предлагается использовать пучки радиоволн с длиной волны от 3 см до 1 м (СВЧ-диапазон) и диаметром пучка — 50—300 м, причем посылать их короткими импульсами с длительностью $1,5 \cdot 10^{-8}$ — $5 \cdot 10^{-7}$ с и мощностью 10—50 ГВт. Последующую ионизацию предлагается поддерживать импульсами примерно той же мощности с длительностью $5 \cdot 10^{-10}$ — 10^{-6} с, следующими с частотой 0,1—30 кГц, так что средняя мощность излучения составит 0,1—1 МВт. Поиски минимальных энергетических затрат для создания ИИО привели авторов проекта к выбору высот от 30 до 60 км². Но, к несчастью, именно на этих высотах расположена та область озонного щита Земли, которая играет наиболее важную роль в биологической защите земных организмов от ультрафиолетового излучения Солнца. И это превращает заманчивый проект в экологически опасный.

Следует отметить, что проект ИИО не первый, в кото-

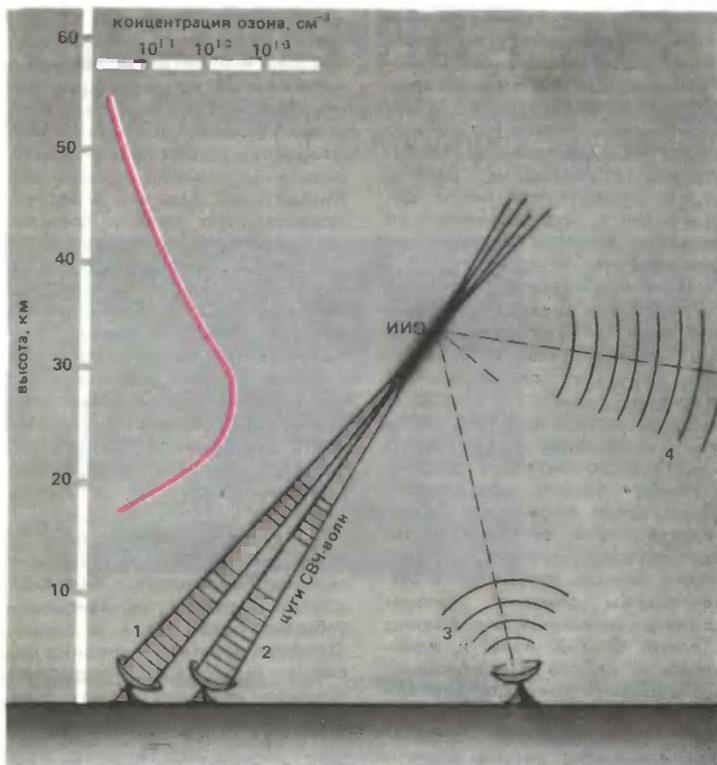
ром предлагается использовать разряд в атмосфере на больших высотах. Еще в начале века Н. Тесла, гениальный создатель современной электротехники переменных токов, упорно занимался исследованием высокочастотных разрядов в воздухе. Его мечтой было возбудить с помощью таких волн земной шар со своей атмосферой как огромный резонатор и таким образом заставить засветиться небо и развеять мрак ночи. Разработкой устройств для создания ВЧ-разрядов и их использования занимался в блокадном Ленинграде Г. И. Бабат. Задолго до проекта ИИО он предложил с помощью пересекающихся пучков радиоволн создать и локализовать над Землей ВЧ-разряд и таким «искусственным солнцем» осветить ночью большие города. Вероятно, в своих экспериментах с ВЧ-разрядами Бабат наблюдал образование бурых облаков двуокиси азота, почему и предложил использовать «искусственное солнце» еще и как источник азотных удобрений, которые могли бы выпадать на Землю с дождем. Здесь мы удивительным образом встречаемся с предсказанием механизма азотнокислотных дождей — ведь окислы азота в сочетании с водой дают азотную кислоту. Что касается влияния окислов азота на озонный слой, то его Бабат не рассматривал — эта проблема в ту пору не обсуждалась.

Хотя на возможность образования оксида азота в СВЧ-разряде указывают и авторы проекта ИИО в своей монографии, они лишь предлагают использовать наработку оксида азота для снижения энергозатрат на образование ИИО, так как оксид азота имеет более низкий потенциал ионизации, чем воздух. Но об опасности окислов азота для озона — ни слова, между тем как, согласно современным представлениям о путях рождения озона в стратосфере и естественных его потерях, ответственная роль в процессах гибели молекул озона отводится именно окислам азота.

Озон образуется в результате присоединения к молекуле кислорода атома кислорода, возникающего при фотоллизе

¹ Наиболее обстоятельное изложение этих идей см.: Гуревич А. В. // Усп. физ. наук. 1980. Т. 132. Вып. 4. С. 685—689; Борисов Н. Д., Гуревич А. В., Милих Г. М. Искусственно ионизованная область в атмосфере. М., 1986. Заманчивость и перспективность предложенного проекта оказались столь велики, что в его разработку включились не только отечественные, но и зарубежные ученые. Согласно литературным источникам, работы ведутся в группе исследования атмосферы Лос-Аламосской национальной лаборатории (США).

² См. сноску 1.



Схематическое изображение образования искусственно ионизированной области [ИИО] в пересекающихся пучках мощных СВЧ-волн [1, 2 — остро-направленные антенны, излучающие мощные пучки когерентных СВЧ-волн, 3 — телевизионный или радиопередатчик, 4 — волны передатчика, отраженные ИИО]. Графики в левой части рисунка демонстрирует распределение концентрации озона в стратосфере. Несмотря на то что ИИО расположена выше максимума концентрации озона, находится она в той части озонового слоя, которая в основном и поглощает биологически активное ультрафиолетовое излучение Солнца. Кроме того, вертикальные конвективные потоки способны выносить продукты плазмохимических реакций в ИИО и на меньшие высоты.

молекул воздуха под действием ультрафиолетового излучения Солнца с длинами волн короче 242,4 нм. Накопление же озона ограничивается его разрушением в реакции с оксидом азота: $O_3 + NO \rightarrow NO_2 + O_2$. В присутствии атомарного кислорода двуокись вновь превращается в оксид: $NO_2 + O \rightarrow NO + O_2$ — возникает так называемый каталитический цикл реакций, в котором не происходит потери окиси азота. Известны и другие каталитические циклы с участием паров воды и галогенов, приводящие к разрушению озона в стратосфере³. Считается, однако, что на 75 % баланс

озона в стратосфере определяется именно циклом с участием окислов азота. При этом для поддержания естественного равновесия достаточно, чтобы концентрация окислов составляла всего 0,1 % от концентрации озона.

Если СВЧ-разряд производит окислы азота, то возникает естественный вопрос, не приведет ли это к многократному увеличению их концентрации в ИИО и окружающем пространстве и,

³ Более подробно см.: Кароль И. Л. Настоящее и будущее атмосферного озона // Природа. 1988. № 9. Столярски Р. С. Озонная дыра над Антарктидой // В мире науки. 1988. № 3. С. 6—13.

следовательно, к деградации озонового слоя — ведь концентрация озона примерно обратно пропорциональна корню квадратному из концентрации окислов. Выяснение этого вопроса требует знания скорости производства в СВЧ-разряде окислов азота при известной мощности производящего их излучения. С этой целью нами были выполнены разнообразные лабораторные эксперименты.

Пучок СВЧ-волн от мощного импульсного магнетронного генератора сантиметрового диапазона фокусировался с помощью линзы внутри стеклянной камеры, заполненной после откачки воздухом до давления, соответствующего условиям в стратосфере. Длительность импульсов СВЧ-излучения составляла несколько микросекунд, а частота их следования — несколько герц. Образование окислов азота можно было наблюдать не только с помощью спектроскопической аппаратуры, но и визуально по появлению бурого газа (NO_2). Нами качественно был подтвержден ряд имеющихся данных о плазмохимическом образовании окислов азота и наряду с этим установлены новые факты. В частности, выяснилось, что производство двуокиси азота в разряде не зависит от температуры воздуха в интервале температур 120—300 К, образование же озона в разряде наблюдалось при температурах воздуха только ниже 150 К, что гораздо ниже температур в стратосфере.

Для оценок скорости работы окислов азота в разряде важны данные об «энергетической цене» их образования. Для условий, близких к условиям создания ИИО, оказалось, что образование одной молекулы окислов «стоит» 100—200 эВ, или $1,6—3,2 \cdot 10^{-17}$ Дж на молекулу. Это довольно большие затраты — в экспериментах других авторов значения оказались ниже в несколько раз. Если мы используем полученную нами величину, то при стандартной средней мощности излучения около 1 МВт, необходимой для создания ИИО, в разряде будет производиться около $4 \cdot 10^{25}$ молекул/ч окислов азота, или 20 кг/ч. Для

меньших энергетических затрат, полученных в других экспериментах, эта величина будет еще больше.

Насколько же это может изменить концентрацию озона в слое? Это один вопрос. Второй: какие размеры займет область с измененной концентрацией окислов? И, наконец, третий вопрос: как долго будут жить окислы, произведенные в разряде?

Начнем с конца. Потери окислов связаны лишь с их диффузией в нижние слои атмосферы и их вымыванием дождями. Этот результат был получен еще в 70-х годах учеными США и ФРГ, которые анализировали загрязнения стратосферы выбросами от двигателей авиалайнеров. Постоянная времени этого процесса составляет около 10 лет, так что накопление окислов при непрерывном создании ИИО должно идти в течение всего этого промежутка времени.

Размывание области создания окислов в ИИО, имеющей поперечный размер порядка 100 м, идет в трех направлениях. В горизонтальном окислы сносятся стратосферными ветрами со скоростью 10—100 м/с. Благодаря вертикальной конвекции столб стратосферного воздуха высотой 10 км (что соответствует толщине основной части озонового слоя) заполнится окислами примерно за 150 суток. Что касается размывания поперек ветрового сноса, то этот процесс идет значительно медленнее, чем конвективное перемещение по высоте. Фактически мы будем иметь непрерывно увеличивающуюся в длину ленту с концентрацией окислов в области озонового слоя, в несколько раз превышающей естественную. Это приведет в результате к существенной (в несколько раз) убыли концентрации озона. Правда, в некоторых областях

земного шара стратосферные ветры почти отсутствуют. В этом случае расширение такой искусственно созданной озоновой «дыры» вдоль поверхности Земли будет определяться скоростью диффузии окислов из ИИО. Причем только за час работы будет наработано столько окислов азота, что их хватит на создание озоновой «дыры» радиусом 3 км.

Нечего и говорить, к каким последствиям приведет реализация проекта ИИО — они могут быть гораздо тяжелее и шире, чем результат осуществления печально известного «проекта века» по переброске рек. Правда, у критически настроенного и дотошного читателя должен возникнуть вопрос: коль скоро в СВЧ-разряде возможно производство озона, не будут ли таким образом компенсироваться его потери, связанные с образованием окислов? Авторы должны признать, что именно с такой благой идеи и началась их работа. К сожалению, исследования показали, что ответ на этот вопрос отрицательный. Избыточный озон, созданный разрядом, весьма быстро (за несколько дней) будет разрушаться в процессах фотолиза под действием ультрафиолетового излучения Солнца, тогда как окислы азота будут продолжать накапливаться. Но нельзя ли каким-то образом уменьшить образование окислов в разряде? Для этого нужно по меньшей мере в 100 раз увеличить «энергетическую цену» их образования, а это вряд ли может быть реализовано.

В то же время в связи с исследованиями озоновой «дыры» над Антарктидой возникла одна любопытная идея использования СВЧ-разрядов в стратосфере. В 1987 г. в «Воздушном антарктическом эксперименте», проведенном НАСА, была установлена корреляция

между резким (на протяжении всего нескольких километров) спадом концентрации озона и нарастанием концентрации монооксида хлора⁴. Этот результат четко указывает в пользу хлорфторуглеродного механизма образования озоновой «дыры» над Антарктидой. Но, как известно, существенную роль в понижении активности галогенов играет их захват окислами азота с образованием стойких соединений типа ClONO_2 (ловушки галогенов). Таким образом, создание малых порций локальных добавок окислов азота в районах озоновых «дыр» может, по видимому, уменьшить активность галогенов и тем самым повысить концентрацию озона. Как говорится, нет худа без добра.

Отметим еще, что один из отягощающих факторов проекта — необходимость большой длительности ретрансляции (обычно более 15 ч в сутки). Однако в режиме одиночных посылок («сжатые» передачи) вредное действие может быть уменьшено.

Итак, что же можно сказать в итоге? На наш взгляд, все вышеизложенное еще раз свидетельствует о том, что любой крупномасштабный проект требует тщательного экологического анализа. Мысль, казалось бы, тривиальная, но, как показывает опыт, не всегда берущаяся в расчет. Именно поэтому мы хотим привлечь внимание к экологической опасности реализации проектов создания искусственно ионизованных областей в стратосфере, равно как и «искусственного солнца» и других подобных проектов, связанных с возбуждением разрядов в стратосфере.

⁴ См.: Малинов А. Озоновая драма над Антарктидой // НТФ: проблемы и решения. 1988. № 8(11). С. 6—7. Подробные данные экспериментов пока не опубликованы.

ПЛАЗМЕННАЯ ЦЕНТРИФУГА

С.В.Коробцев, В.Д.Русанов



Сергей Владимирович Коробцев, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник Института атомной энергии им. И. В. Курчатова. Область научных интересов — химия плазмы, диагностика плазмы, плазменные методы разделения изотопов.

Владимир Дмитриевич Русанов, член-корреспондент АН СССР, начальник отдела того же института. Специалист в области физики и химии плазмы. Автор монографий: *Современные методы исследования плазмы*. М., 1962; *Физика химически активной плазмы*. М., 1984; *Диагностика неравновесной химически активной плазмы*. М., 1985.

НАУКА о химических превращениях в плазме — плазмохимия — возникла относительно недавно, лет 30 назад, на стыке физической химии, физики плазмы и физики газового разряда. Вещество в плазменном состоянии распространено в природе очень широко, соответственно широк и диапазон интересов плазмохимии — от явлений, происходящих при образовании планетных систем, генерации сложных химических соединений до химических процессов во всех исследовательских и технологических системах, использующих плазму¹.

С точки зрения технологии плазмохимия — это перспективный способ ускорения и интенсификации химических процессов. Проведение химических реакций в плазме позволяет резко повысить удельную производительность технологических систем, уменьшить число промежуточных стадий (в идеале — до одной), снизив тем самым потребление энергии. Как результат, плазмохимические системы экологически чище традиционных. Есть у них и другие преимущества — низкая металлоемкость, возможность организации непрерывного технологического процесса и т. п.

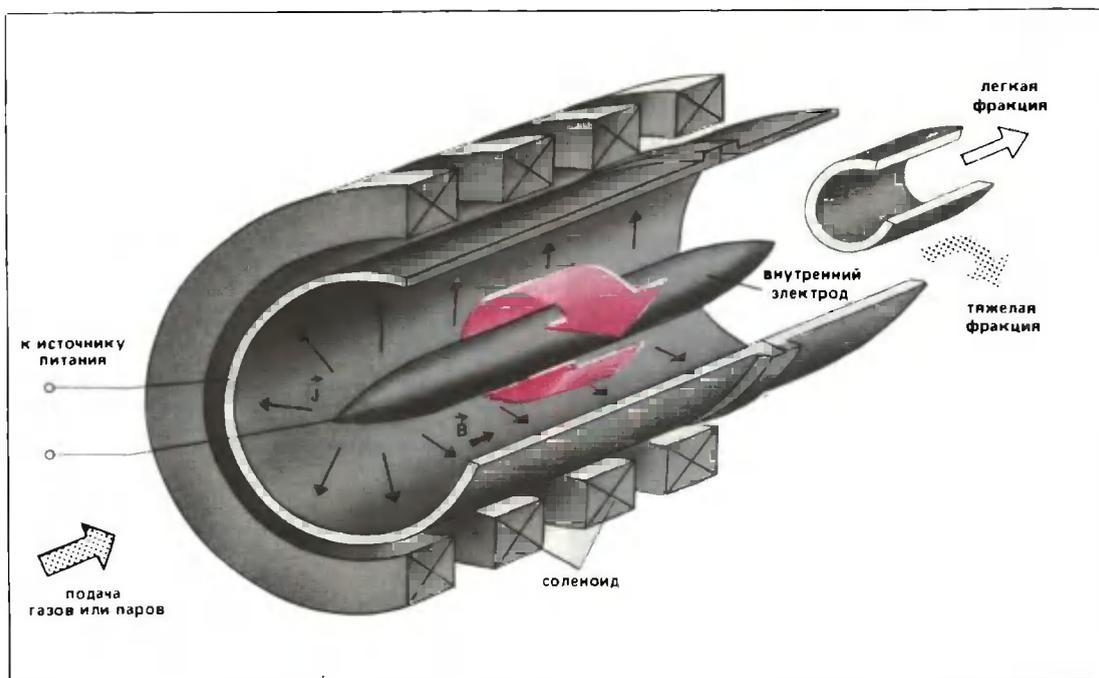
Как и любая технология, плазмохимия не свободна от проблем, одна из которых — трудность сохранения наработанных продук-

тов при выводе из высокотемпературной плазменной зоны (ведь в процессе охлаждения продукты диссоциации стремятся вновь соединиться в исходные вещества). Другой проблемой является разделение смеси образующихся в плазмохимическом реакторе газообразных соединений.

Традиционным способом сохранения (в плазмохимии принято говорить — закалки) целевых продуктов считается быстрое охлаждение смеси реагирующих веществ на выходе плазмохимического реактора, но технически достижимые сейчас скорости охлаждения (10^7 — 10^8 К/с) не позволяют проводить разложение или синтез многих химических соединений. С другой стороны, использование стандартных промышленных методов разделения (химических, адсорбционных или диффузионных) сводит на нет преимущество плазмохимической технологии в высокой удельной производительности, так как производительность единицы объема этих систем разделения в тысячи раз ниже, чем у собственно плазмохимического реактора.

Для решения этих проблем в Институте атомной энергии им. И. В. Курчатова в середине 70-х годов было предложено использовать в качестве плазмохимического реактора систему с вращающейся в скрещенных электрическом и магнитном полях плазмой — плазменную центрифугу. В таком реакторе можно добиться эффективного пространственного разделения продуктов плаз-

¹ Подробнее см.: Иванов А. А., Легасов В. А., Смирнов Б. М. *Химия плазмы* // *Природа*. 1975. № 11. С. 2—11.



Плазменная центрифуга. Ее рабочая камера обычно представляет собой металлический цилиндр с коаксиальным внутренним электродом, помещенный в продольное магнитное поле. Ускорение плазмы, образующейся при электрическом пробое разрядного промежутка, происходит под действием силы Лоренца при протекании радиального тока поперек силовых линий магнитного поля. Скорость плазмы (по цветной стрелке) в такой центрифуге, не имеющей механических вращающихся частей, может достигать 10^6 — 10^7 см/с, или до 100 км/с. Под действием центробежных сил атомы и ионы разделяются по массам.

мохимических процессов по массам в поле центробежных сил со скоростями, соответствующими скорости их образования. А это делает ненужной специальную закалку получаемых веществ.

Существующие механические центрифуги для разделения продуктов реакции в плазменной фазе не годятся, поскольку для успешного разделения газовых смесей в центробежном поле кинетическая энергия вращения должна быть выше тепловой. Это означает, что при типичных температурах в промышленных плазмотронах плазма должна вращаться со скоростью не меньше 10^5 — 10^6 см/с. В обычных газовых центрифугах скорость вращения ротора ограничена прочностью конструкционных материалов и составляет $5 \cdot 10^4$ см/с. В плазменных же центрифугах, где нет вращающихся механических частей, скорость вращения плазмы достигает 10^6 — 10^7 см/с.

Интенсивные исследования устройств с вращающейся в скрещенных электрическом и магнитном полях плазмой были начаты в середине 50-х годов. Их целью было

получение плазмы с термоядерными параметрами. И хотя эксперименты дали некоторые положительные результаты, попытки создания термоядерного реактора на такой основе окончились тогда неудачей. Сейчас интерес к этим устройствам в связи с разработкой термоядерных систем вновь возрождается, в частности предлагается использовать вращение плазмы для увеличения времени ее жизни в открытых ловушках типа пробкотронов², а также для очистки плазмы от тяжелых примесей.

В 1966 г. шведский ученый Б. Боннивер предложил воспользоваться вращением полностью ионизованной плазмы в скрещенных электрическом и магнитном полях для разделения химических элементов и изотопов. Эксперименты, проведенные им же в 1971 г., дали обнадеживающие результаты: в частности, таким образом удалось разделить смесь водорода и аргона. По аналогии с механическими газовыми центрифугами плазменные

² См.: Чуянов В. А. Второе рождение открытых ловушек // Природа. 1982. № 2. С. 2—14.

сепараторы стали называть плазменными центрифугами.

Какие же физические процессы лежат в основе плазменных центрифуг, как работают эти системы?

ПЛАЗМА В СКРЕЩЕННЫХ ПОЛЯХ И ГИПОТЕЗА АЛЬФВЕНА

Поместив плазму в магнитное поле, мы заставим заряженные частицы вращаться вокруг силовых линий с ларморовской (циклотронной) частотой $\omega = eV/mc$ (e — заряд электрона, V — напряженность магнитного поля, m — масса частицы, c — скорость света). Если эта частота выше частот столкновения частиц между собой, то плазма называется замагниченной. Замагниченная плазма, помещенная в скрещенные электрическое и магнитное поля, будет двигаться как целое в направлении, ортогональном к этим полям, с дрейфовой скоростью

$$\vec{v} = -c \frac{[\vec{E} \times \vec{B}]}{B^2}$$

Здесь E — напряженность электрического поля. Если в цилиндрическом объеме электрическое поле направить вдоль радиуса цилиндра, а магнитное — параллельно его оси, плазма будет вращаться. Это и есть «классический» вариант геометрии плазменной центрифуги. Поскольку магнитное поле при фиксированной плотности плазмы должно быть неизменным для сохранения замагниченности, скорость вращения полностью ионизованной плазмы реально определяется только напряженностью созданного в ней электрического поля. В экспериментальных устройствах с помощью различных ухищрений удается достигнуть для полностью ионизованной водородной плазмы скоростей вращения $\sim 5 \cdot 10^7$ см/с. Правда, таких скоростей можно добиться только для плазмы с очень малой плотностью — при технически достижимых магнитных полях она не должна превышать 10^{-13} см $^{-3}$ (что соответствует давлению порядка сотых долей миллиметра ртутного столба при комнатной температуре). В промышленности выгоднее работать с большими давлениями, с этой точки зрения преимущество имеют центрифуги с частично ионизованной плазмой. В них магнитное поле ограничивает плотность только заряженных частиц, составляющую проценты от общей плотности газа. В свою очередь, в центрифугах с частичной ионизацией ограничена скорость вращения газа. Еще в первых попытках создания тер-

моядерных устройств на основе систем с вращающейся плазмой обнаружилось, что напряженность электрического поля и, следовательно, скорость дрейфа плазмы в скрещенных электрическом и магнитном полях не зависит от силы радиального тока и плотности плазмы в довольно широких пределах и определяется только родом газа. Это явление обычно объясняется с помощью гипотезы Альфвена, предложенной для описания эволюции Солнечной системы. Х. Альфвен постулировал, что замагниченная плазма не может двигаться через нейтральный газ со скоростью большей, чем $v_{кр} = \sqrt{2} \cdot l/M$. Здесь M и l — соответственно масса и потенциал ионизации атомов газа. Иными словами, кинетическая энергия относительного движения не может быть больше потенциала ионизации газа.

Гипотеза Альфвена, вроде бы, довольно хорошо объясняет результаты экспериментальных исследований, однако строгого теоретического обоснования она до сих пор не имеет.

Ионизация газа за счет прямых столкновений ионов с атомами при энергиях относительного движения порядка потенциала ионизации неэффективна, и взаимодействие может осуществляться только через электроны плазмы. Это означает, что процесс должен протекать по крайней мере в две стадии: на первой — энергия потока плазмы передается электронам, а на второй — происходит ионизация нейтрального газа электронами (как в классическом опыте Франка и Герца).

Отсутствие единой теоретической модели эффекта критической скорости не мешает, однако, рассматривать возможности практического применения плазменных центрифуг. В экспериментах предельные значения скорости вращения частично ионизованной плазмы составляют $5 \cdot 10^5$ — $5 \cdot 10^6$ см/с (в зависимости от рода газа) — в десятки раз выше максимальных скоростей вращения в механических центрифугах. При таких условиях в плазме или газе обязательно должно происходить центробежное разделение атомов и ионов по массам.

ПРОЦЕССЫ РАЗДЕЛЕНИЯ ВО ВРАЩАЮЩЕЙСЯ ПЛАЗМЕ

Они самым существенным образом зависят от степени ионизации газа.

Все частицы полностью ионизованной плазмы дрейфуют в центрифуге по окружностям, и на них действует центробежная сила,

которая увеличивает скорость движения по окружности электронов, а уменьшает — ионов. Причем так, что легкие ионы вращаются все-таки быстрее, чем тяжелые. В свою очередь, возникающая между ними сила трения вызывает дополнительный дрейф легких ионов к оси цилиндрической камеры центрифуги, а тяжелых — к ее стенкам, т. е. происходит разделение по массам. Более медленный радиальный дрейф из-за взаимодействия ионов с электронами вносит некоторые искажения, но в целом не меняет эту картину. К сравнимым эффектам разделения могут также приводить процессы, происходящие на границе полностью ионизованной плазмы, у стенки.

Разделение во вращающемся частично ионизованном газе происходит в основном так же, как в механических центрифугах, а заряженные частицы плазмы играют роль ротора, ускоряющего основную массу газа. Сначала в поле центробежных сил устанавливается бальмановское распределение плотности по радиусу, определяемое средним молекулярным весом газовой смеси. Затем в результате взаимной диффузии частиц с разными массами в силовом поле происходит радиальное перераспределение и устанавливается равновесие уже для каждого компонента смеси. Простой математический расчет показывает, что коэффициент центробежного разделения экспоненциально зависит от относительной разности масс и отношения кинетической энергии вращения к тепловой энергии T плазмы — центробежного параметра $\theta = Mv^2/3T$. Экспоненциальная зависимость свидетельствует о ключевой роли отношения θ — даже небольшой рост этого параметра приводит к резкому увеличению степени разделения. (Заметим, что центробежный параметр имеет аналогию в гидродинамике — это квадрат числа Маха.)

Кроме центробежного разделения, во вращающейся плазме существуют и другие процессы, способные давать вклад в радиальное разделение элементов. Из-за градиента температур, существующего в плазме, может происходить термодиффузионное разделение газовых смесей. При малой напряженности магнитного поля или большой плотности плазмы, когда ионы не замагничены, разделение по массам может быть обусловлено прямым переносом вещества ионами (катафорез) или передачей радиального импульса, приобретенного ими в электрическом поле, нейтральному газу (радиальный «ионный ветер»).

Однако достигнуть высоких степеней разделения в плазменной центрифуге мож-

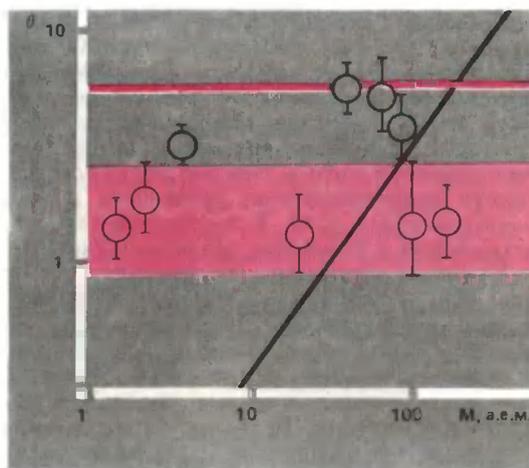
но лишь за счет центробежного механизма — другие процессы носят второстепенный характер.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПЛАЗМЕННЫХ ЦЕНТРИФУГ

Посмотрим теперь, какими рабочими параметрами определяется эффективность систем разделения в плане их практического использования. Это позволит нам сравнить возможности различных плазменных центрифуг между собой и с другими, механическими, системами разделения.

Первый такой параметр — это коэффициент разделения. Он очень сильно зависит от отношения энергии вращения среды к тепловой — параметра θ . Эксперименты и теоретические расчеты показывают, что с этой точки зрения плазменные системы, несомненно, являются лучшими сепараторами для легких элементов и их изотопов или для элементов в среде легкого газ-носителя.

Другой важнейший параметр — скорость разделения, определяющая производительность систем. Ускорение нейтральных частиц плазмы за счет столкновений с иона-



Центробежный параметр θ в центрифугах различных типов. В центрифугах с частично ионизованной плазмой он может достигать значений 0,8—2,5 (область, выделенная цветом), в системах с полной ионизацией — уже 6—7 (цветная прямая). В газовых механических центрифугах θ (черная прямая) при $v = 5 \cdot 10^4$ см/с, $T = 300$ К) пропорционален массе атомов или молекул, в силу чего они лучше, чем плазменные, разделяют газы или пары с большой молекулярной массой. Кружки и м обозначены измеренные в экспериментах величины центробежного параметра в различных плазменных центрифугах.

ми происходит достаточно быстро, более медленно перераспределяются по радиусу частицы с разными массами — этот процесс носит диффузионный характер. Как и во всех таких процессах, характерное время разделения обратно пропорционально коэффициенту диффузии, который изменяется с температурой как $1/\sqrt{T}$. Поскольку рабочие температуры в плазменных центрифугах в 10—100 раз выше, чем в механических, их удельная производительность может в 10 раз превышать производительность механических центрифуг (при равных коэффициентах разделения).

В свою очередь, отличаются по производительности и разные типы плазменных центрифуг: скорость разделения заметно выше в системах со слабой ионизацией. Как и в предыдущем случае, различие связано с разницей в скоростях диффузии, а именно: при типичных параметрах плазмы в центрифугах скорость радиальной диффузии ионов меньше, чем нейтральных частиц.

И наконец, по энергетической эффективности центрифуги со слабо или частично ионизованной плазмой при прочих равных условиях выгоднее систем с полностью ионизованной плазмой, где велики непроизводительные потери на ионизацию и нагрев газа, однако плазменные центрифуги всех типов проигрывают по этому параметру обычным механическим.

СОВРЕМЕННЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ

Первые успешные эксперименты Бонивьера стимулировали во всем мире работы по разделению газовых и изотопных смесей во вращающейся плазме. Кроме Швеции экспериментальные установки были созданы также в Австралии, Голландии, ФРГ, США, Японии, Бразилии и нашей стране. Эксперименты по разделению проводились в различных центрифугах, отличающихся друг от друга целым рядом признаков: способом создания азимутальной силы, размерами, рабочим давлением, количеством энергии, поглощенной плазмой, и вследствие этого, степенью ионизации, а также режимом работы (импульсный, импульсно-периодический и стационарный). Как правило, рекордные результаты получались, когда в плазму вкладывалось большое количество энергии и степень ее ионизации была высока; мощность центрифуг при этом превышала 1 МВт (см. табл.). Пока такие системы могут работать лишь в импульсном режиме — мощность аналогичных систем непрерывного

Рекордные параметры плазменных центрифуг

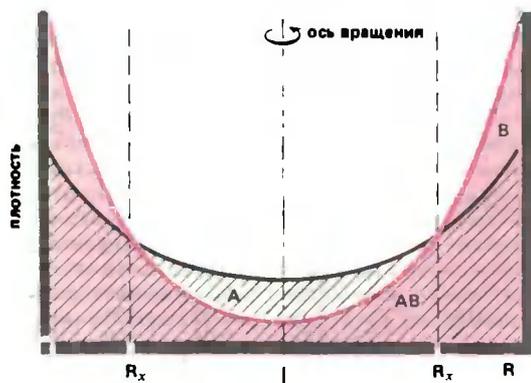
Страна	Смесь изотопов	$\frac{\Delta M}{M}$	Степень ионизации, %	Радиальный коэффициент разделения
СССР	H ₂ —D ₂	0,5	1	25
	³ He— ⁴ He	0,25	10	5,7
	H ₂ —O ₂	0,94	1—5	140
	He—Xe	0,97	10	300
	²⁰ Ne— ²² Ne	0,1	100	1,44
США	⁶³ Cu— ⁶⁵ Cu	0,03	100	2
	⁹⁰ Zr— ⁹⁶ Zr	0,06	100	17
ФРГ	²³⁵ U— ²³⁸ U	0,013		1,1

действия не превышает 100 кВт, и в них не удастся достигнуть высоких коэффициентов разделения.

ХИМИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ ВО ВРАЩАЮЩЕЙСЯ ПЛАЗМЕ

Что же происходит, когда мы помещаем в плазму какие-нибудь молекулы? В результате нагрева, столкновений с электронами, ионами и многих других процессов в достаточно плотной плазме любое химическое соединение разваливается на атомы, часть которых, в свою очередь, ионизуется. Если такая плазма будет достаточно быстро вращаться, то тяжелые атомы или ионы окажутся у стенки, а легкие — в центре рабочей камеры. В результате нарушается стехиометрическое соотношение³ продуктов разложения, т. е. атомов, образовавшихся при диссоциации. При охлаждении такой плазмы обратные (приводящие к образованию исходных молекул) реакции, естественно, тормозятся, и, если степень разделения будет достаточно высока, традиционная закалка получаемых продуктов на выходе из зоны реакции не понадобится. С другой стороны, сохранение наработанных веществ за счет их пространственного разделения в плазменной фазе повышает степень конверсии (превращения) исходного вещества и увеличивает выход конечного продукта, соответственно падают затраты энергии на единицу продукции.

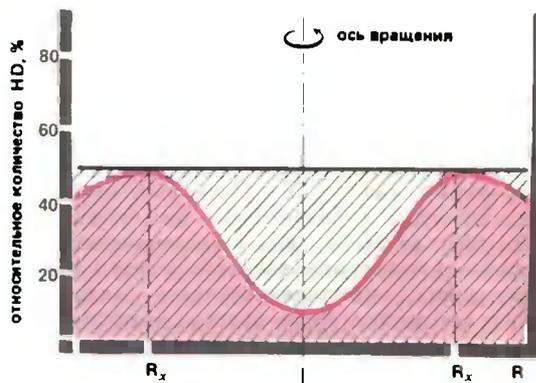
³ Стехиометрическое соотношение — соотношение числа исходных атомов или молекул, необходимое для протекания определенной реакции (например, для реакции $nA + \frac{m}{2} B_2 \rightarrow A_n B_m$ стехиометрическое соотношение есть $n: \frac{m}{2}$).



Радиальное распределение легких [A] и тяжелых [B] атомов во вращающемся цилиндре. Если в процессе охлаждения вращающейся плазмы атомы A и B будут вступать в химическую реакцию с образованием молекул AB, то в результате в центральной области ($R < R_x$) останутся лишь легкие атомы и молекулы AB, а на периферии у стенок ($R > R_x$) — молекулы AB с тяжелыми атомами. Таким образом, непрореагировавшие атомы A и B будут полностью разделены в пространстве, и коэффициент разделения будет бесконечным. В действительности такого полного разделения обычно не происходит, так как атомы A и B могут реагировать с образованием не только молекул AB, но и других соединений, например A_2 , B_2 , A_2B и т. д. Химическое взаимодействие лишь увеличивает (но не до бесконечности) коэффициент разделения за счет расходования части разделяемых компонентов на образование третьего вещества.

В свою очередь, химические реакции, протекающие в плазме, могут сказаться на процессе разделения. В любых системах с неравномерно распределенными химически активными компонентами возможно дальнейшее увеличение пространственной неоднородности за счет химических реакций. Плазменная центрифуга — одна из таких систем. В ней за счет рекомбинации коэффициент разделения легких и тяжелых компонентов смеси после охлаждения может значительно превышать коэффициент разделения атомов в плазме, обусловленного радиальным распределением по массам в поле центробежных сил. В ходе химической реакции (в данном случае — рекомбинации) компоненты расходуются в стехиометрическом соотношении, что еще более уменьшает относительную концентрацию тяжелой фракции в центральной области и увеличивает ее на периферии рабочей камеры, т. е. коэффициент разделения возрастает.

Первые доказательства влияния центробежных сил на химические процессы и, наоборот, химических реакций на процессы разделения были получены нами в исследованиях по разделению изотопов водорода



Распределение молекул HD, образовавшихся после разряда в смеси изотопов водорода 50 % H_2 + 50 % D_2 . Количество молекул HD, образующихся после разряда в смеси, зависит от того, вращалась плазма или нет. При охлаждении покоящейся плазмы половина исходных атомов превращается в молекулы HD, а половина — в H_2 и D_2 (этому соответствует на рисунке горизонтальная прямая). Однако если смесь изотопов в плазме перед охлаждением привести во вращение, то ситуация меняется: после рекомбинации в центральной области ($R < R_x$) образуется в основном H_2 , а на периферии ($R > R_x$) — D_2 (цветная кривая). Измерения подтверждают, что относительное количество вновь образовавшихся молекул HD меньше, чем в случае без вращения, везде, кроме узкого цилиндрического слоя ($R = R_x$), где атомы H и D находились в стехиометрическом соотношении. Наблюдаемое в данном случае уменьшение суммарного количества молекул HD — прямое следствие вращения плазмы.

и при разложении в плазменной центрифуге паров воды⁴.

Во-первых, эксперименты с изотопами водорода подтвердили предсказанный эффект роста степени разделения в процессе рекомбинации — наблюдалось пятикратное увеличение коэффициента разделения водорода и дейтерия в результате образования молекул этих изотопов.

Во-вторых, в этих же экспериментах удалось прямо увидеть, как тормозится протекание обратных реакций за счет разделения образующихся продуктов непосредственно в зоне реакций. Моделью обратной реакции служило образование молекул HD, и было показано, что в центробежном поле образование этих молекул существенно подавляется.

И наконец, в экспериментах по диссоциации паров воды удалось увидеть четкую корреляцию между степенью конверсии воды и коэффициентом разделения водород-

⁴ Korobtsev S. V., Kosinova T. A., Rachimbayev J. R., Rusanov V. D. // Plasma Chemistry and Plasma Processing. 1986. Vol. 6. № 1. P. 97—107.

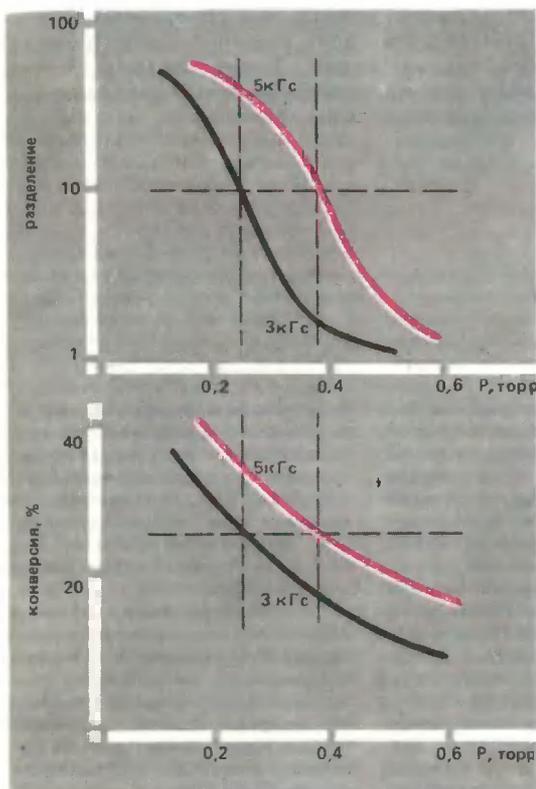
да и кислорода, причем полученные результаты объяснимы только в предположении, что закалка образующихся молекул обеспечивается их пространственным разделением.

В плазмохимии существует целый класс реакций, где применение систем с вращающейся плазмой должно быть особенно эффективно. Это процессы, в которых возможна конденсация промежуточных продуктов или образование относительно крупных частиц (молекулярных кластеров) в зоне реакции. Например, при разложении сероводорода атомы серы могут слипаться. Полу-

чающиеся таким образом макрочастицы, сохраняя значительную азимутальную скорость, быстро выносятся на периферию рабочей камеры центрифуги, что приводит к обеднению ими зоны реакции. Из-за большой массы макрочастиц эффект проявляется даже при небольших значениях центробежного параметра: в частности, на процессе диссоциации сероводорода центробежный эффект начинает сказываться уже при $\theta \geq 0,05$. К этим же реакциям относятся процессы диссоциации галогенидов металлов.

С другой стороны, плазменная центрифуга в роли плазмохимического реактора оптимальна для проведения реакций разложения тех соединений, атомы которых сильно различаются по массам. Поэтому естественным был следующий шаг в наших исследованиях — эксперимент по восстановлению металлов из галогенидов. Вещества такого типа с трудом поддаются восстановлению традиционными методами — необходим большой избыток восстановителя. Однако при разложении фторидов вольфрама и молибдена в системе с вращающейся плазмой удалось получить чистые металлы, причем в одних опытах восстановители не применялись вовсе, а в других в смесь добавлялся водород, но в количестве, намного меньшем стехиометрического. В этих плазмохимических процессах важную роль играла конденсация металла в реакционной зоне; за счет быстрого радиального выноса зародышей конденсированной фазы разрядная зона обеднялась металлом, и обратные реакции фторирования тормозились. В результате, на стенках оседал практически чистый вольфрам или молибден.

Как уже отмечалось, при конденсации в плазме одного из промежуточных продуктов влияние центробежных сил на протекание химической реакции становится заметным даже при малых скоростях вращения плазмы, которые можно обеспечить не только в разряде в скрещенных электрическом и магнитном полях, но и за счет вращения самого реактора или тангенциальной подачи реакционной смеси. В исследованиях по разложению сероводорода в СВЧ-разряде было обнаружено увеличение его степени конверсии и снижение удельных энергетических затрат на получение водорода и серы, когда плазма в реакционной зоне вращалась за счет тангенциальной подачи газа. Этот эффект хорошо объясняется образованием молекулярных кластеров серы в плазме.



Конверсия воды и разделение образующихся водорода и кислорода при различных значениях магнитного поля в плазменной центрифуге. Точное совпадение параметров плазмы, при которых достигаются высокие степени конверсии воды (выше 25 %) и эффективно разделяются образующиеся водород и кислород (коэффициент разделения выше 10), свидетельствует о взаимной связи этих процессов. В «обычном» плазмохимическом реакторе (без вращения) степень конверсии воды не может превышать 20—25 % даже при скорости охлаждения плазмы 10^6 К/с. В центрифуге же степень конверсии воды достигает 40 % при значительно меньших скоростях охлаждения, т. е. сохранение молекулярного водорода и кислорода в ней обеспечивается за счет того, что эти продукты образуются в пространственно разделенных областях.

Теоретические и экспериментальные исследования разрядов в скрещенных элект-

рическом и магнитном полях, выполненные в последнее десятилетие, показали, что на их основе возможно создание устройств для проведения химических реакций в плазменной фазе, а также технологических систем для разделения изотопов. В плазменной центрифуге — плазмохимическом реакторе — совмещаются функции собственно химического реактора и блока разделения продуктов, вследствие чего возрастает энергетическая эффективность такой плазмохимической системы и отпадает необходимость в специальных закалочных устройствах.

Наиболее перспективны, с нашей точки зрения, системы с частично или слабоионизованной плазмой, которые при высоких коэффициентах разделения и меньших (по сравнению с центрифугами с сильноионизованной плазмой) затратах энергии обладают

наибольшей удельной производительностью. Однако для промышленного использования плазменных центрифуг необходимо их дальнейшая оптимизация по основным параметрам: степени разделения, удельной производительности и энергетической эффективности.

Хотелось бы подчеркнуть, что новая область применения плазменных центрифуг — плазмохимия — может оказаться для них основной, более важной, чем сепарация изотопов или термоядерные приложения. Центрифуга с вращающейся в скрещенных полях плазмой — это новый многообещающий тип плазмохимического реактора, обладающий уникальным сочетанием полезных свойств для решения целого ряда прикладных задач. Такие системы могут достойно пополнить арсенал современных плазмохимических методов.

НОВОСТИ НАУКИ

Физика

Ультрафиолет и растворимость полимерных пленок

Известно, что при облучении полимерных пленок ультрафиолетовым излучением с длиной волны 115—200 нм в кислородсодержащей среде молекулы полимеров распадаются на легколетучие компоненты, которые покидают поверхность. В результате пленка становится тоньше. Эффект был назван фототравлением.

К. А. Валиев, Л. В. Великов, С. Д. Душенков и М. Н. Иванова (Институт общей физики АН СССР) изучили процессы, происходящие при облучении тонких поверхностных слоев полимеров и приводящие к появлению новых свойств у составляющих эти слои молекул. Полимерные пленки толщиной 120 нм наносили на подложки из монокристаллического кремния и облучали све-

том ультрафиолетовой лампы. Влияние ультрафиолетового облучения на растворимость полимеров в воде было обнаружено в экспериментах по изменению зависимости угла смачивания пленок водой от времени облучения. Оказалось, что если облучение прекратить до полного удаления пленки и образец поместить на 1 мин в воду комнатной температуры, толщина слоя полимера уменьшится на 30—40 нм. Этим объясняется полученная ступенчатая зависимость угла смачивания от времени облучения: когда толщина пленки составляла около 50 нм, пленка растворялась в воде быстрее, чем исчезала за счет фототравления. Аналогичный эффект наблюдался для различных полимеров.

Авторы предлагают свое объяснение явления. Ультрафиолетовое излучение разрывает связи в макромолекулах и значительно снижает их среднюю массу. Освобождающиеся химические связи в местах разрыва молекул занимает молекулярный кислород из окружающей среды или атомарный кисло-

род, образовавшийся из молекулярного под влиянием ультрафиолетового излучения. Дальнейшие реакции приводят к образованию соединений со сравнительно небольшой массой, которые могут растворяться в воде, что и наблюдалось в эксперименте.

Обнаруженное явление может найти широкое практическое применение. Его можно использовать для удаления тонких слоев органических веществ с неорганических подложек (сейчас для этого применяют высокотоксичные органические растворители; при этом не всегда удается добиться необходимой чистоты поверхности).

Одно из следствий обнаруженного эффекта — улучшение смачивания полимерной пленки водой после облучения. Поэтому его можно использовать, когда необходимо хорошее смачивание полимеров жидкой средой — при склеивании и нанесении различных покрытий из жидкой фазы.

ЛАВИННАЯ СЕДИМЕНТАЦИЯ В ЮЖНЫХ МОРЯХ

Ю. П. Хрусталеv,

доктор геолого-минералогических наук

Ю. В. Артюхин,

кандидат геологических наук

Ростовский государственный университет

НЕДАВНО появившийся в морской геологии термин «лавиновая седиментация» к горным лавинам никакого отношения не имеет. Это понятие введено в научный оборот геологом А. П. Лисицыным для обозначения экстремально быстрого осаждения осадков на дне морей и океанов. Термин «лавиновая седиментация» как нельзя лучше подходит и для южных морей нашей страны, где осадки накапливаются быстрее, чем в других естественных водоемах.

Исследование характера накопления осадков в южных морях, которыми мы занимаемся последние 20 лет, можно было бы отнести к чисто теоретическим задачам, если бы этот процесс не был связан с образованием нефти и газа.

Нефтегазоносность присуща почти всем областям лавинной седиментации. Именно при геологически быстром накоплении огромных масс обломочного материала и захоронении большого количества органического вещества — остатков фито- и зоопланктона, моллюсков, растительного детрита макроводорослей — создаются условия для образования скоплений нефти и газа.

В современных морях и океанах существует три области максимального накопления осадочного материала на планете, которые А. П. Лисицын называет уровнями. Первый приурочен к подводному продолжению дельт многих крупных рек, второй — к основанию материкового склона, третий — к глубоководным желобам. На первом уровне отмечаются и повышенные значения продуктивности фито- и зоопланктона.

В процессе эволюции Земли эти области преобразуются в осадочные, а затем и нефтегазоносные бассейны. Их площади достигают иногда миллионов квадратных километров. Один из крупнейших бассейнов подобного типа — Западносибирский (площадь 3,2 млн км², объем более 7 млн км³).

А. П. Лисицын предложил выделять области с лавинной седиментацией в океане на основе трех показателей: концентрации взвеси в водной толще, скорости накопления и массы осадочного материала. «Лавинными», по его мнению, могут считаться области, для которых концентрация взвеси больше 10 мг/л, скорость — не менее 0,1 мм/год, а масса материала на 1 см² — не менее 0,005 г/год.

Но в морских акваториях, и в частности в морях засушливой и полусушливой зон СССР — Азовском, Аральском, Каспийском и в северо-западной части Черного моря — эти значения нередко во много раз больше.

Водная толща этих водоемов постоянно насыщена взвешенными частицами. Даже при штиле в каждом литре воды содержится 15—20 мг взвеси. Огромные массы осадочного материала выносятся реками и поступают в море из-за интенсивного размыва берегов, постоянного взмучивания донных отложений, а также благодаря высокой продуктивности фитопланктона. Заметную роль играют и пыльные бури, во время которых на акваторию морских водоемов ежегодно поступают миллионы тонн зловых частиц. Во время штормов и в период

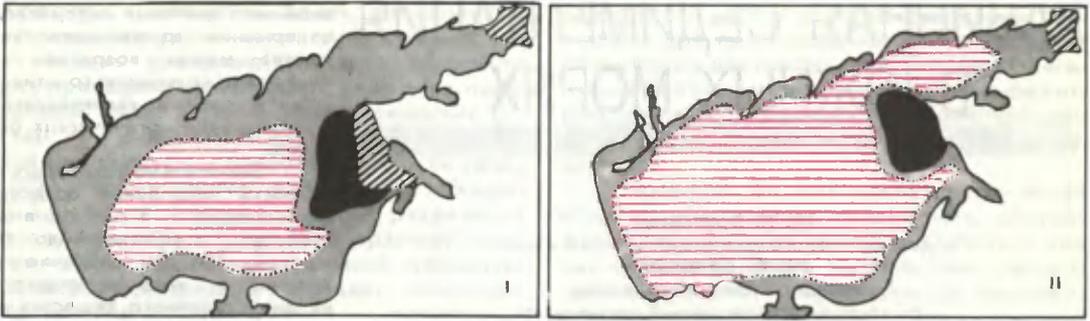
весеннего цветения водорослей содержание взвешенного вещества может возрастать в 4—5 раз по сравнению со штилевыми условиями, увеличивается и содержание органических остатков.

Значительно выше здесь и скорости накопления осадков, достигающие 2—5 мм/год, а на некоторых участках — до 10 мм/год. Отсюда различие и количества накапливающегося на дне осадочного вещества — от 100—150 г/см² в год в Аральском море до 200—300 г/см² в год в Северном Каспии. Скорость современной седиментации в Азовском море почти в 100 раз выше, чем в Аральском и Красном, и в десятки раз — чем в Андаманском, Охотском и Беринговом. Но дело не только в количестве осадков, лавинная седиментация в южных водоемах СССР имеет весьма своеобразные черты.

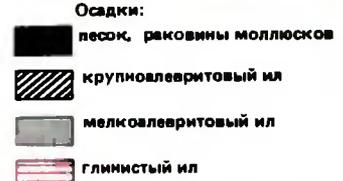
Во-первых, осадочное вещество накапливается на дне этих морей неравномерно, так как в различные периоды (сезоны, годы) скорость и направление ветра неодинаковы, колеблется и уровень морей. Поэтому темпы абразии (разрушения берегов) изменяются в широких пределах. Например, суммарный объем материала, поступающего при абразии берегов Азовского моря, в течение 1970—1984 гг. изменялся от 2 до 12 млн т в год. Весьма существенны сезонные и годовые изменения стока рек, продуктивности моллюсков, которые при отмирании поставляют створки в донные осадки.

Колоссальные пульсации в осадконакоплении вызываются периодически повторяющиеся пыльные бури. Так, буря, наблюдавшаяся в 1960 г., способствовала осаждению на акватории Азовского моря 82 млн т, а в 1969 г. — свыше 50 млн т пыли. Эти тонкозернистые золовые наносы превышают в такие периоды все остальные источники вещества.

Важнейшая составляющая баланса осадочного вещества в Азовском и Каспийском морях — раковины моллюсков, которые формируют биогенные осадки. Моллюски чутко реагируют на изменения гидрохимического режима водоема. В част-



Распределение разных типов донных осадков по акватории Азовского моря в годы с минимальным количеством вещества (I) и в годы с пыльными бурями (II).



ности, массовое поступление органики с золотым и абразивным материалом на акваторию Азовского моря способствует возникновению зон низкого содержания кислорода в водной толще. Моллюски гибнут, и идет захоронение раковин в осадках. При сильных и продолжительных штормах в аномальные по ветровой активности периоды донные илы разжижаются, что способствует погружению створок в толщу осадков и своеобразному переслаиванию илов и створок раковин в отложениях центральной части моря. При-

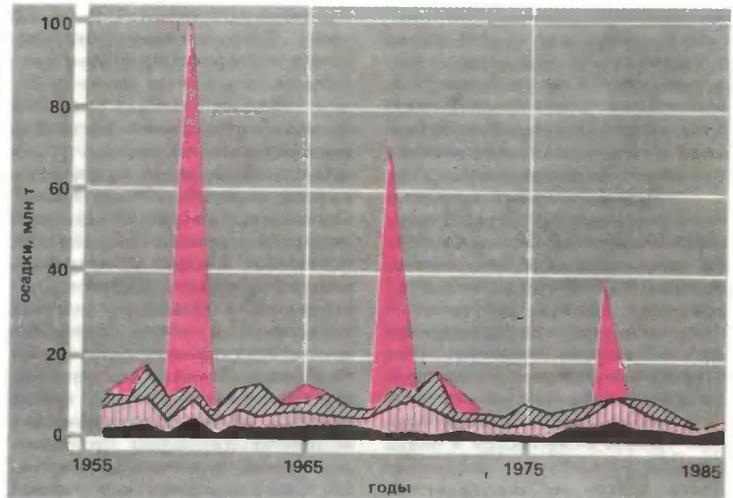
мерно так же накапливаются осадки в Северном Каспии.

В водоемах, расположенных на той же широте, но восточнее — в Аральском море и озере Балхаш — характер этого процесса иной, участие биогенного материала в балансе осадочного вещества незначительно. В этих водоемах идет активное выпадение кальцита из пересыщенных водно-солевых растворов, накопление доломита, гипса, мирабилита и других минералов. Возможная причина этого своеобразного парадокса — аридизация клима-

та с запада на восток. Именно она приводит к тому, что испарение начинает превалировать над атмосферными осадками. В результате с запада на восток изменяется карбонатно-кальциевое равновесие и увеличивается количество выпадающих из пересыщенных растворов карбонатных солей. Терригенное же вещество в большей мере начинает поступать в водоемы не с речным стоком, а в результате золотого переноса.

В Азовское море и Северный Каспий впадают реки, берущие начало в умеренных широ-

Основные составляющие осадочного материала в открытой части Азовского моря (1954—1984 гг.). Пыльные бури вызывают массовую гибель моллюсков и поступление их створок в осадки.



тах, где выпадение атмосферных осадков преобладает над испарением, поэтому полноводные в течение всего года реки приносят не только много пресной воды и обломочных частиц, но и органическое вещество, соединения фосфора и азота, изначально накапливающиеся на равнинах. Осаждаясь в мелководных акваториях, интенсивно прогреваемых солнцем и вентилируемых волнениями, органика, азот и фосфор обеспечивают южным водоемам уникальную биопродуктивность на фоне их низкой солености. Вследствие этого в Азовском море и Каспии раковины моллюсков играют столь заметную роль в балансе осадочного вещества.

Что касается перерождения областей лавинной седиментации в нефтегазоносные бассейны, то в качестве примера можно привести Азовское море. Проведенные здесь в последние годы бурение показало существование в пределах экватории обширных залежей углеводородов. Полученные данные подтверждают давно установленный факт — накопление осадков в Азовском море имеет унаследо-

ванный характер, т. е. в современных условиях идет так же, как в прошлые эпохи. В настоящее время при исследованиях донных осадков неоднократно удавалось наблюдать массовое выделение пузырьков газа при механическом воздействии на донные отложения. Следовательно, в толще осадков идет активное разложение органики. Это и понятно, если учесть, что суммарный объем органического углерода в Азовском море в 10 раз выше, чем в Балтийском, и почти в 33 раза — чем в Белом. Из-за мелководности южных морей органика не успевает разложиться в водной толще, и основная ее масса минерализуется на поверхности и в толще осадков. Отсюда и газы, которые могут накапливаться в донных отложениях.

Этот вывод подтверждается результатами, полученными еще в 1960 г. В. В. Вебером и Н. М. Туркельтаубом в опытах с дегазацией осадков, содержащих современные водоросли *Zostera* и *Cladophora*. Исследователям удалось установить, что при разложении этих водорослей в течение первого года

выделяются в основном сероводород и углекислый газ, а от 2 до 10 лет — метан и тяжелые углеводороды.

В Азовском море развитие *Zostera* отмечается на подветренных участках кос и в пределах дельты. Особенно высокие (до 15 %) концентрации органического углерода зафиксированы в отложениях Кубанских лиманов. Согласно проведенным расчетам, в дельте Кубани в течение последних 2,5 тыс. лет отложилось органического вещества почти в 50 раз больше, чем в открытой части моря. Это значит, что условия для возникновения нефтегазовых залежей в прошлом здесь были весьма благоприятны, причем в немалой мере благодаря лавинной седиментации.

Таким образом, накопление осадков в южных морях является своеобразным ключом к расшифровке механизмов зарождения нефтегазоносных залежей и бассейнов. Но морским геологам и географам еще предстоит преодолеть немало сложностей при разработке надежных поисковых палеогеографических критериев.

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, Маролевский пер., 26.

ЭТОЛОГИЧЕСКИЕ

В.В.Иваницкий



Владимир Викторович Иваницкий, кандидат биологических наук, сотрудник кафедры зоологии позвоночных животных и общей экологии биологического факультета Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова. Занимается изучением поведения и экологии воробьиных птиц.

В ЛЮБОЙ области науки есть примеры, относящиеся к разряду хрестоматийных, которые десятилетиями коучут из одной монографии в другую и намертво врастают в страницы учебников. Когда эволюционисты заводят разговор о межвидовой гибридизации и изолирующих механизмах, неизменно приводится стандартный набор иллюстраций, в ряду которых почетное место занимает и в самом деле весьма интригующий случай локальной гибридизации двух близких видов воробьев: домового и испанского. Впервые она была описана еще в 1936 г. немецким орнитологом В. Мейзе и с тех пор, похоже навечно, зачислена в «золотой фонд» примеров для авто-ров, пишущих на эволюционные темы¹. В результате многократных повторений сложилась своеобразная каноническая версия². Суть ее вкратце такова.

Ареал испанского воробья почти целиком лежит внутри ареала домового воробья. Используя терминологию эволюционистов, можно сказать, что эти виды обладают широкой зоной симпатрии и почти на всем ее протяжении ведут себя как «хорошие биологические виды». Это означает, что межвидовых гибридов в тех районах, где живут оба вида, нет: рассмотрев внимательно любого воробья, мы всегда с легкостью можем отнести его к тому или иному виду. На фоне столь приятной определенности поразительный контраст составляют популяции этих же воробьев в некоторых странах Средиземноморья. Здесь невозможно обнаружить птиц, которые с полной очевидностью могут быть отнесены к домовому или испанскому воробьям. Почти все особи по внешнему облику в той или иной мере занимают промежуточное положение между двумя крайними фенотипами, что неопровержимо свидетельствует о массовой гибридизации. Разнообразие гибридных фенотипов чрезвычайно велико, а их соотношение в разных районах неодинаково. Например, весь Аппенинский п-ов и некоторые районы Туниса населяют воробьи, изменчивость окраски которых значительно ниже, чем в других гибридных популяциях. Считают, что здесь отбор закрепил один из гибридных фенотипов, лучше всего приспособленный к местным условиям. Эти воробьи получили название итальянских.

Что же обеспечивает репродуктивную изоляцию домового и испанского воробьев на большей части зоны их «сожительства» и почему в Средиземноморье изолирующие барьеры теряют свою эффективность? Суть дела, по общему убеждению, — в экологической изоляции. На берегах Средиземного моря и испанский, и домовый воробьи

¹ Meise W. // J. Ornithol. 1936. Bd. 84. S. 631—672.

² Майр Ю. Э. Зоологический вид и эволюция. М., 1968.

ЗАРИСОВКИ

тесно соседствуют с человеком, тогда как в других местах соседом человека остается лишь домовый воробей, а испанский живет вдали от поселков и городов.

Казалось бы, перед нами — очень простое и исчерпывающее объяснение. Однако автор этих строк, не один полевой сезон изучающий воробьев, не может согласиться с таким объяснением и приглашает отправиться в Среднюю Азию, чтобы наблюдать за местными воробьями.

ПУТЕШЕСТВИЕ ПО ВОРОБЬИНЫМ ГОРОДАМ

Средняя Азия — это наиболее значительная часть зоны симпатрии испанского и домового воробьев, где мы попытаемся найти объяснение изолирующим механизмам.

Здесь нас ожидает немало сюрпризов. Местные домовые воробьи — значительно ярче окрашены и мельче воробьев Европы и Северной Азии. Еще заметнее различия в образе жизни. Европейские и североазиатские воробьи — синантропы, т. е. всегда гнездятся рядом с жильем человека, удаляясь от населенных пунктов не больше чем на несколько сотен метров. Эти воробьи размножаются все лето и до осени успевают выкормить по три выводка. В Средней Азии домовые воробьи — настоящие перелетные птицы. Они появляются на гнездовьях поздно, в конце апреля — начале мая, и за короткий период размножения успевают дать только один выводок. Основная масса среднеазиатских домовых воробьев поселяется вдали от человеческого жилья и ведут они себя как настоящие дикие птицы, а гнездятся лишь в небольших поселках сельского типа. Есть еще одно отличие. Европейские воробьи, будучи общественными птицами, обычно собираются в стаи, в которых их редко бывает более десятка. А вот в Средней Азии не редкость колонии из сотен и даже тысяч пар. Однако сюрпризы домовых воробьев этим не исчерпываются. К югу и юго-востоку от Средней Азии, в южном

Пакистане и в Индии домовые воробьи, как и в Европе, оседлы, но внешне они скорее напоминают ярко окрашенных среднеазиатских птиц, нежели более невзрачных северных воробьев.

Белошеких щеголей, населяющих Среднюю и Южную Азию, называют индийскими воробьями, и таксономисты ведут бесконечные споры о том, что же эти птицы собой представляют и в каких отношениях состоят с типичными домовыми воробьями. Одни систематики относят их к разным видам, поскольку гибридов в немногочисленных зонах контакта нет, а фундаментальные экологические различия существуют. Другие предпочитают считать этих воробьев подвидами одного вида, ссылаясь на трудности обнаружения гибридных особей и на географическую изменчивость важнейших экологических признаков у индийских воробьев.

Независимо от того, видом или подвидом считают индийского воробья в Средней Азии, он живет в тесном соседстве с испанским воробьем, а не рядом с человеком.

Чтобы убедиться в этом, достаточно проехать в окрестности любого среднеазиатского города. Отправимся под Душанбе. Здесь сосредоточены огромные колонии воробьев обоих видов, а их общая численность достигает сотен тысяч.

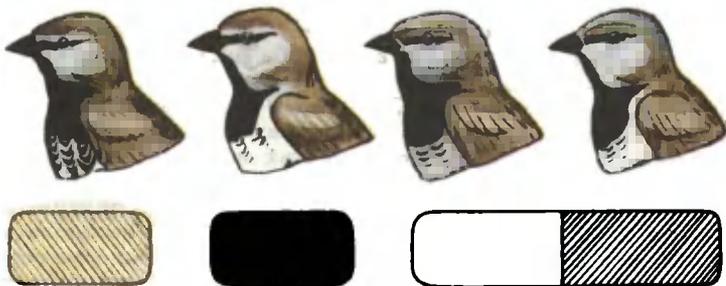
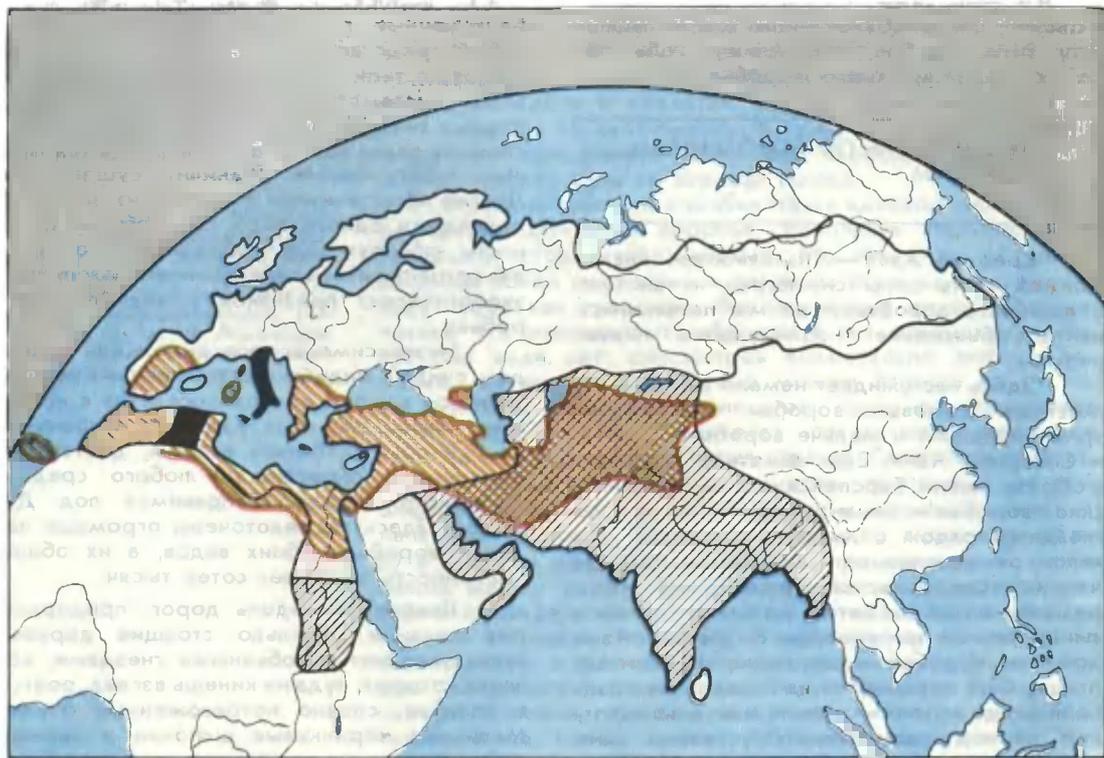
Лесополосы вдоль дорог, придорожные сады и отдельно стоящие деревья густо увешаны воробьиными гнездами, хозяева которых, куда ни кинешь взгляд, роятся в воздухе, словно потревоженные пчелы. Мелькают коричневые шапочки и черные набрюшники нарядных испанских воробьев, серые тубетейки и аккуратные черные галстуки индийских, одетых скромнее, но весьма элегантно. Оба вида живут бок о бок друг с другом, поселяясь смешанными колониями. Это чрезвычайно важное обстоятельство. Оно означает, что никакой экологической изоляции этих видов не существует, ведь гнезда индийских и испанских воробьев зачастую располагаются всего в полуметре друг от друга. Пройдя вдоль лесополосы несколько десятков метров, легко заметить, что участки колонии, где живут только

испанские или только индийские воробьи, чередуются с участками со смешанным населением. Казалось бы, налицо неограниченные возможности для межвидовой гибридизации. И тем не менее среди сотен воробьев, попадающихся на глаза, нет ни одного гибрида.

Скоро дорога прорезает лессовый холм. По обеим ее сторонам высются обрывы, на поверхности которых чернеют сотни отверстий. Это тоже воробьиный город, но живут здесь только индийские воробьи. Они сами выкапывают в податливом, мягком лессе короткие норки, где и выводят птенцов. Не отказываются воробьи и от готовых норок, выкопанных щурками и сизоворонками.

Сразу же за холмами дорога проходит через небольшой кишлак. Под крышами домов, возле щелей саманных построек суетятся полевые и индийские воробьи. Правда, здесь уже нет таких огромных колоний, воробьи встречаются отдельными парами или группами из 5—10 птиц.

Резюмируем первые наблюдения. Экологические возможности индийского воробья значительно шире, чем испанского, который в Средней Азии гнездится только на деревьях. Индийский воробей поселяется в кронах, осваивает лессовые и глинистые обрывы вдоль дорог, рек и каналов, не брезгует человеческими постройками и даже проникает высоко в горы, где гнездится



Распространение испанского, итальянского, домового и индийского воробьев (слева направо). Хотя восточная часть ареала испанского воробья находится внутри зоны распространения индийского, в зоне их совместного обитания гибридов нет. Но в Средиземноморье, в той части, где ареалы испанского и домового воробьев совпадают, эти виды скрещиваются. Результатом такой гибридизации считается итальянский воробей.

в трещинах скал, нередко по соседству с абригенами — каменными воробьями. Таким образом, экологические различия между испанским и индийским воробьями несомненны, но они недостаточны, чтобы обеспечить их репродуктивную изоляцию.

Где же проходят тогда репродуктивные барьеры, разделяющие индийского и испанского воробьев? Чтобы ответить на этот вопрос, придется заняться кропотливыми этологическими наблюдениями, выяснить, как образуются пары, как складываются взаимоотношения партнеров, как устроено сообщество каждого вида.

Главная задача — проследить самое начало, т. е. образование пары — своеобразную помолвку будущих партнеров. А для этого нужно отыскать холостых самцов.

ОЧЕРКИ ИЗ ЛИЧНОЙ ЖИЗНИ

Общая схема образования пары у всех воробьев одинакова. Самец, готовый к устройству семейной жизни, занимает небольшой участок кроны, где есть несколько или хотя бы одна развилка, пригодная для сооружения гнезда. Отныне это его гнездовая территория, которую он ревностно охраняет от всех самцов без различия их видовой принадлежности. Помимо охраны, территория нуждается в рекламировании, чему самец отдает почти все свое время. Хотя воробьиное чирикание не столь благозвучно, как соловьиное пение, по своему прилежанию на поприще вокальных упражнений воробьи не уступают лучшим певцам пернатого царства. Самка, привлеченная безудержной вокализацией самца, наносит ему первый визит и внимательно знакомится с имеющимися на его территории жилищными условиями. Дальнейшее зависит от того, насколько самка готова к размножению. Она может вести себя чрезвычайно коварно: появившись на территории холостого самца и благосклонно приняв его ухаживания, к полному разочарованию ухажера либо перебирается на территорию соседнего самца, либо вообще исчезает. Иногда такая самка то пропадает, то вновь появляется в течение нескольких дней, но так и не решает признать его своим супругом. Впрочем, известны случаи, когда такие длительные и запутанные романы все же оканчивались счастливым браком, разумеется, если за время одной из многочисленных отлучек самца не обольстит другая самка, что случается довольно часто.

Как правило, регулярные посещения самкой одной и той же территории по существу и означает образование пары.

Так выглядит общая схема поведения самок независимо от их видовой принадлежности. Однако в поведении холостых самцов заметны четкие межвидовые различия.

Самец индийского воробья без конца снует по своим владениям. Особенно много времени он проводит на периферии территории, вступая в многочисленные пограничные конфликты. Встретившись на границе, самцы несколько раз кланяются друг другу, коротким движением вздергивая хвосты и слегка отводя в сторону крылья. Кланяются, надо сказать, отнюдь не из вежливости, ибо в следующее мгновение соперники могут с ожесточением кинуться друг на друга. Нередко у одного самца бывает до 5 соседей. Прибавим к этому десятки бродячих самцов обоих видов, которые перемещаются по колонии, присматривая себе территории. Не удивительно, что патрулирование границ занимает много времени и требует постоянного внимания.

Но самец не забывает и о рекламе развилки и время от времени залезает то в одну, то в другую. При этом он распушает оперение, мелко трепещет крыльями и приподнимает слегка развернутый хвост, сопровождая такие демонстрации беспрепятственным чириканием. Самец словно впадает в состояние транса: его движения становятся медленными и неуклюжими, в странных позах он не спеша переползает от одной развилки к другой, замирая на некоторое время в каждой из них. Таким образом, самец индийского воробья, владеющий территорией, делит свое время между патрулированием ее границ и рекламированием нескольких — от 2 до 5 — развилки.

Иначе ведет себя холостой самец испанского воробья. Почти все то время, которое он проводит в колонии, он неизменно сидит или прямо в своей одной-единственной развилке, или же возле нее. В отличие от своего индийского сородича самец испанского воробья, не дожидаясь самки, приступает к строительным хлопотам: старательно таскает в развилку гнездовой материал и довольно быстро сооружает здесь небольшую зеленую платформу. Она вполне могла бы послужить основой для будущего гнезда, если бы ее по стебельку и по листику тут же не растаскивали другие воробьи, которые только и ждут момента, когда хозяин отлучится за новой порцией стройматериалов. Вернувшись и не обнаружив ни единого стебелька, самец с еще большим рвением принимается возводить новую платформу.

Дальше этой платформы дело обычно не движется. Смастерив себе мягкий помост, самец всю душу вкладывает в рекламирование своего сооружения. Окружающее интересует его очень мало, лишь бы все прочие воробьи держались подальше. Время от времени самец с явной неохотой покидает свою зеленую перину, с тем чтобы отогнать воробья, усевшегося в неприличной близости. Никаких пограничных турниров не бывает, конфликты обычно крайне мимолетны. Соседи, даже если их разделяет всего несколько десятков сантиметров, обычно целиком поглощены оборудованием своих развилок и не обращают внимания друг на друга.

Дальше следует помолвка, момент чрезвычайно ответственный. При помолвке пары индийского воробья, самец с громким чириканьем кидается к одной из своих развилок и начинает ерзать в ней, трепеща крыльями, распуская оперение, приподнимая клюв и хвост. Самка, явно заинтересованная происходящим, приближается к кавалеру, и тут он сразу же впадает в состояние транса, вылезает из своего убежища и медленно, семенящим шагом, беспрестанно кланяясь и поводя головой из стороны в сторону, перемещается в другую развилку. Самка или следует за ним, или задерживается в первой развилке, где повторяет движения самца, затем вылезает и спешит к новой развилке. Вот к таким перемещениям по территории от одной развилки к другой и сводится образование пары у индийского воробья. Несмотря на постоянные конфликты с соседями, в ходе которых иногда перепадает и самке, помолвка индийских воробьев протекает весьма буднично, а поведение самца при встрече с самкой отличается от его поведения в холостяцкую пору скорее интенсивностью исполнения брачного ритуала, чем сложностью.

Куда более драматична помолвка испанских воробьев. И все потому, что в момент основания новой семьи оба партнера по существу не обращают внимания друг на друга, зато каждый из них стремится во что бы то ни стало проникнуть в пресловутую развилку, которая, таким образом, оказывается одна на двоих, несмотря на то что вокруг — десятки точно таких же. Вторая причина того, что образование пары у этого вида превращается в захватывающий спектакль, коренится в безудержном, чисто испанском темпераменте действующих лиц, который и не снился значительно более уравновешенным индийским воробьям.

При виде самки самец испанского воробья с истошными воплями бросается к

своей развилке — одной-единственной во всем свете! Ощувив себя между ее ветвями, новоявленный ухажер почти вертикально задирает клюв и полностью раскрытый хвост, взъерошивает оперение на всем теле и начинает биться в своем убежище, словно пытаясь выбраться из крохотной клеточки. Птица как будто пытается произвести все движения, на которые она только способна, вибрирует высоко поднятыми крыльями, да так, что сотрясается вся ветка, без конца кланяется, поводит головой из стороны в сторону и при этом сам вращается на месте, насколько это возможно в тесной развилке. Все эти телодвижения есть и в репертуаре индийских воробьев, но бурная экспрессия испанских сородичей им недоступна. Вовсе нередки случаи, когда разошедшийся самец испанского воробья вываливается из своей крепости к великой радости самки, которая с самого начала озабочена лишь тем, как бы попасть в вождленную развилку.

Если же благоприятный случай долго не подворачивается и неистовствующий самец никак не падает, самка решается на крутые меры. Подобравшись вплотную к будущему супругу, она начинает медленно, но неуклонно теснить его наружу. Ошалев от неожиданной близости, самец впадает в экстаз, но не освобождает место и продолжает бешеный «танец». Его упорство явно ожесточает самку. Она начинает все сильнее и сильнее бить клювом самца по спине, темени и прочим частям тела, но самец стойко удерживает позицию и продолжает сотрясать ветку. Терпение самки наконец лопается. Она хватает самца за загривок или за хвост, с неожиданной силой приподнимает его и вышвыривает с насиженного места. В следующий момент действующие лица меняются местами. В развилке теперь восседает самка, а исторгнутый самец с отчаянными криками bestолково мельтешит вокруг, безуспешно пытаясь восстановить статус-кво. Правда, он ведет себя очень нерешительно, явно опасаясь самки, которая с готовностью обрушивает на него удары клюва, если может дотянуться до него, не покидая развилки.

Жалкие попытки самца вернуть утраченное благополучие продолжают до тех пор, пока самке не наскучит сидеть в развилке и она улетит подкрепиться. Самец тут же забирается в свою обитель и принимается ремонтировать платформу, изрядно потрепанную во время бурных событий, будто забыв об улетевшей самке. Однако уже через несколько минут она может вернуться, и тогда все повторится снова.

Итак, изолирующие барьеры в смешанных популяциях испанского и индийского во-

робьев, похоже, имеют этологическую природу, поскольку межвидовые различия при образовании пар очевидны. Дадим краткое резюме. Действие брачного спектакля у индийского воробья относительно равномерно распределено по всей его территории, у испанского — сосредоточено в одном центре, на который равно претендуют партнеры. Вполне понятно, что во втором случае неизбежно возникает значительно больше разных житейских коллизий. Кроме того, сказываются различия в темпераменте участников и экспрессивности их поведения. Надо подчеркнуть также, что главный дирижер спектакля, задающий его общий ритм, у индийского воробья — самец, тогда как у испанского — самка.

Мы перечислили лишь то несходство, которое бросается в глаза уже в первые минуты наблюдений за встречей партнеров. Процесс создания пары, занимающий несколько дней, также протекает по-разному.

Самец индийского воробья почти всегда сопровождает самку, отлучающуюся с территории. Гнездо тоже начинает строить самка, самец же первое время в этом не участник, а внимательный наблюдатель. Но вскоре он заражается трудолюбием и с энтузиазмом принимается за работу. Самка же наоборот — быстро утрачивает строительный пыл и подолгу просиживает возле гнезда, принимая солнечные ванны и отдыхая перед началом кладки.

У испанского воробья социальные связи партнеров сведены к минимуму. Самец не только считает излишним сопровождать самку, но наоборот — ловит моменты ее отсутствия, чтобы беспрепятственно заняться сооружением гнезда. Это исключительно его prerogativa.

С учетом сказанного, межвидовые различия в брачном поведении выглядят еще более внушительно, и есть все основания полагать, что именно они, а не экологические отличия обеспечивают репродуктивную изоляцию индийского и испанского воробьев в Средней Азии. Таким образом, у нас появился ответ на один из двух заданных в начале статьи вопросов. Что же приводит к гибридизации испанского и домового воробьев в Средиземноморье? Почему там не действуют изолирующие барьеры?

ЖИЗНЬ ПОД КРЫШАМИ

В Средней Азии испанский воробей живет большими колониями на деревьях вне населенных пунктов и в конце лета покидает районы гнездования. В Средиземно-

морье такой стиль характерен лишь для некоторых популяций, в основном этот вид значительно более пластичен: испанский воробей становится настоящим синантропом, ведет оседлый образ жизни, гнездится не только на деревьях, но и в закрытых убежищах, в том числе — за наличниками окон и под застрехами крыш. Иначе говоря, средиземноморский испанский воробей приобретает черты сходства с домовым воробьем, и нет ничего удивительного, что оба здесь зачастую селятся бок о бок друг с другом. Экологическая изоляция, таким образом, отсутствует, что создает очень важные предпосылки для межвидовой гибридизации. Вместе с тем, как мы только что убедились, гибридизация даже при самом тесном контакте особой близких видов может быть нацело заблокирована различиями в их брачном поведении. Поскольку все же испанский и домовый воробей в Средиземноморье скрещиваются, можно думать, что их поведение здесь в чем-то более сходно, чем поведение индийского и испанского воробьев в Средней Азии. Складывается впечатление, что образ жизни средиземноморских воробьев способствует конвергенции их этологических признаков. Приведем аргументы, почерпнутые из наблюдений за социальным поведением домового воробья.

Он живет только рядом с человеком. Излюбленным местом устройства гнезд служат разнообразные отверстия в верхней части зданий: вентиляционные проемы, зазоры под шифером крыш, за наличниками окон и водосточными трубами. Значительно реже домовые воробьи гнездятся открыто на деревьях и тогда нередко образуют многочисленные колонии. Брачное поведение домового воробья, гнездящегося в закрытых убежищах, существенно отличается от поведения при открытом гнездовании в кронах.

Самец, занявший дырку под шифером, дупло или другое закрытое убежище, сразу же становится собственником единственного центра, как испанский воробей — владельцем единственной развилки на дереве. Приобретает сходство и брачное поведение. Различия лишь в том, что у домового воробья в образовании пары всегда доминирует самец.

Вторая причина, которая могла способствовать гибридизации испанского и домового воробьев, — их оседлый образ жизни. В отличие от мигрирующих воробьев, у которых видоспецифические особенности поведения проявляются с максимальной полнотой и яркостью из-за краткости брачного периода, у оседлых воробьев формирование



Позы двух самцов испанского воробья, изображенных справа, типичны при рекламировании лары. Токующий самец (слева) своей позой привлекает внимание самки независимо от того, находится он рядом с развилкой или нет. Поскольку эта самка обычно чужая, его токование стимулирует вспышку агрессивности с ее стороны, но самец, несмотря на жестокое поеди, продолжает свою «этологическую песню» со все возрастающей интенсивностью.

некоторых пар начинается еще с осени и длится, по существу, всю зиму. Партнеры постепенно привыкают друг к другу и к определенному убежищу, которое зимой к тому же нередко используется для ночевки. Процесс объединения пары длится долго, и особенности брачного поведения сглаживаются.

Есть еще одно обстоятельство, способствующее гибридизации. Ареалы воробьев в Средиземноморье представляют собой вычурное кружево изолированных фрагментов, т. е. распространение воробьев в значительной степени носит «островной» характер, формируются своеобразные островные популяции с небольшим числом особей. Здесь важно, что количественное соотношение разных видов в них сильно варьирует: в одних резко преобладает домовый воробей, в других — испанский, в третьих — итальянский³.

Редкость одного из видов порождает трудности при образовании пар и стимулирует смешанные браки.

Зарисовки из жизни воробьев, с которыми читатель только что познакомился, свидетельствуют, что этологические различия надежно блокируют гибридизацию при полном отсутствии экологической изоляции. Вместе с тем эти различия, выполняющие в данном случае функцию изолирующих механизмов, отнюдь не являются неким инвариантом, присущим домовому и испанскому воробьям всегда и везде. Репродуктивное поведение обоих видов меняется в зависи-

³ Stephan B. Die Evolutioinstheorie und der taxonomische Status des Italiensperlings // Mitt. Zool. Museum Berlin. 1986. Bd. 62. Suppl.

Два самца индийского воробья (вверху) своими позами рекламируют гнездовые убежища, в позы двух других самцов — «боявые». Так птицы разрешают пограничный конфликт.



мости от условий обитания. Пестрота экологических условий, высокая физико-географическая расчлененность мест гнездования и мягкий на протяжении круглого года климат Средиземноморья — вот те главные предпосылки, благодаря которым здесь сформировалось множество мелких, изолированных оседлых популяций, предрасположенных к гибридизации. Такая предрасположенность возникла в силу специфики используемых для гнездования убежищ, низкой интенсивности протекания социальных процессов, резких различий в количественном соотношении особей разных видов. В Средней Азии условия обитания воробьев совсем иные, холодная зима заставляет птиц совершать регулярные миграции. Вместо малочисленных изолированных популяций здесь формируются смешанные колонии индийского и испанского воробьев, пары создаются

в короткие сроки, а видовая специфика брачного поведения проявляется наиболее ярко.

В результате — почти абсолютная репродуктивная изоляция.

Так, с этологических позиций разрешается загадка локальной гибридизации двух видов воробьев в Средиземноморье и объясняются причины репродуктивной изоляции воробьев в Средней Азии.

Может, эта тема и не стоила бы широкого обсуждения, если бы различия в брачном поведении не были универсальным типом репродуктивных барьеров у животных. А это уже непосредственный выход этологии в генеалогию видов. Кстати, родственные связи различных видов воробьев — вопрос достаточно спорный, и, несомненно, его решение немало зависит от этологов.

КАК «ПРИРУЧИЛИ»

М.Г.Леонов



Михаил Георгиевич Леонов, доктор геолого-минералогических наук, ведущий научный сотрудник Геологического института АН СССР, председатель советской части проблемной комиссии «Земная кора» и руководитель комплексно-целевой программы «Сравнительная геодинамика и металлогения земной коры» многостороннего сотрудничества академий наук социалистических стран. Специалист в области геотектоники. В «Природе» опубликовал статью: Коралловые острова в море... и на суше (1984, № 5).

НА ВОПРОСЫ, что такое «флиш» и что такое «дикий флиш», «Геологический словарь» дает четкие и сухие определения: «Флиш — ... терригенная (карбонатная) формация, отлагавшаяся в глубоководном прогибе, ограниченном с одной или с двух сторон кордильерами»; «Дикий флиш» — прикордильерные грубообломочные и подводнооползневые образования... в которые переходит флиш, примыкая к кордильере¹. Читая эти скучные, бесцветные фразы, трудно представить себе, что за ними стоят не только основополагающие понятия, без которых неммыслима современная геология, но и полная внутреннего драматизма и противоречий жизнь научной идеи, зародившейся более ста лет назад и только в последние десятилетия занявшей достойное место в ряду наиболее важных геологических проблем.

Ни одна статья, ни одна книга, в которых рассматриваются вопросы общей палеогеографии, палеотектоники, развития земной коры, не обходятся без упоминания этих геологических комплексов и рассмотрения условий их возникновения. Проблемой происхождения флиша занимались многие известные геологи. И в то же время изучение флишевых отложений всегда оставалось как бы за кадром, уступая пальму первенства более эффектным геологическим явлениям: процессам формирования складок и разломов, вулканической деятельности, движению материковых масс. Мне кажется, пришла пора воздать должное одной из Золушек геологической науки и рассказать о том, как геологам удалось «приручить» дикий флиш. Тем более, что проблема эта имеет и практическое значение.

НА ЧЕМ ЗИЖДЕТСЯ ПОРЯДОК В ГЕОЛОГИИ

Геология занимается изучением вещества земной коры, ее строения и истории формирования. Поскольку речь идет об истории, естественно, существуют методы, позволяющие устанавливать временную последовательность геологических событий, протекающих в земной коре, — это методы абсолютной и относительной геохронологии. Метод относительной геохронологии, как показывает само название, позволяет выявлять только относительную последовательность событий. Он основан на изучении положения геологических образований в вертикальном разрезе земной коры и на исследовании заключенных в них остатков окаменевшей фауны и флоры. Оценивать время того или иного геологического процесса и его длительность в абсолютных величинах этот ме-

¹ Геологический словарь. М., 1978. С. 363.

ДИКИЙ ФЛИШ



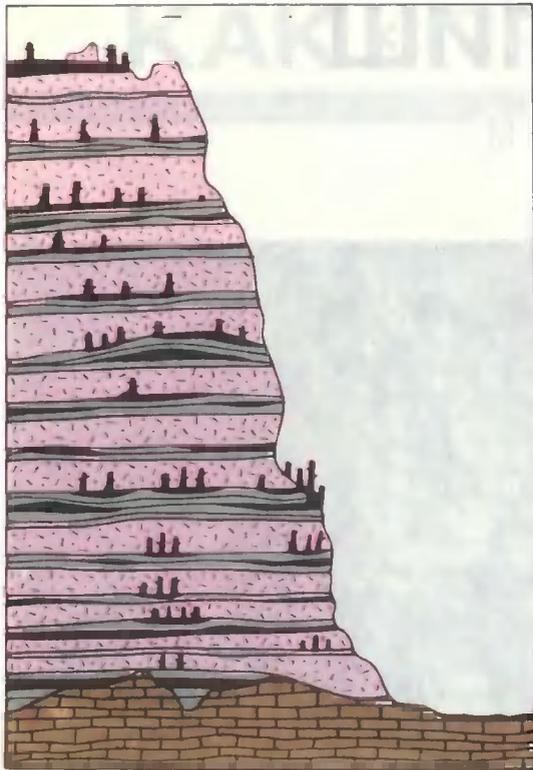
Толща дикого флиша в Швейцарских Альпах: в глинисто-мергельной основной массе заключены обломки пород различного возраста и происхождения. Фотография швейцарского геолога П. Бека, сделанная в 1911 г.

тод не позволяет. Абсолютная геохронология, использующая изотопные методы определения возраста минералов и горных пород, дает возможность датировать геологические процессы в единицах обычной астрономической шкалы.

Но исторический анализ процессов, протекающих в земной коре, был бы невозможен, если бы отложения, сформировавшиеся на поверхности Земли и слагающие верхнюю ее оболочку, не обладали слоистой структурой. Именно в слоистой структуре запечатлена история многих геологических процессов и наиболее четко отражена последовательность событий геологического про-

шлого Земли. Осадочный и вулканический материал накапливался при последовательном осаднении его под действием силы тяжести, и вследствие этого он изначально распределялся по поверхности Земли более или менее ровными слоями. При этом каждый вышележащий слой оказывался моложе, чем подстилающий, так что последовательность залегания слоев в вертикальном разрезе земной коры соответствует временной последовательности их образования.

Эта закономерность впервые была подмечена жившим во Флоренции датским ученым Н. Стеноном и известна в геологии как закон Стенона. Именно Стенон в тезисах



Слоистость в угленосных и вулканических отложениях, отражающая чередование эпох медленного осадконакопления, во время которых успевали вырасти леса, и эпох быстрого отложения осадков, связанного с вулканической деятельностью.

своей диссертации в 1669 г. первым сделал выводы об истории формирования толщ горных пород, основываясь на анализе их залегания в вертикальном разрезе земной коры. Открытие Стенона по простоте и гениальности можно сравнить лишь с изобретением колеса, однако в те далекие годы взгляды Стенона настолько опередили научные и практические запросы, что остались, по существу, незамеченными. Только во второй половине XVIII в. итальянские, а затем и другие западноевропейские геологи начали развивать представления, близкие представлениям Стенона.

Итак, внешняя оболочка земной коры — стратифера (от лат. *stratum* —

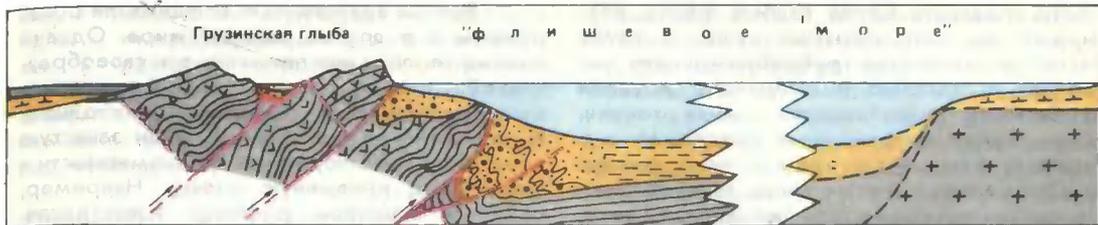
слой) — сложена слоистыми образованиями. И временной порядок геологических событий, происходивших на Земле по крайней мере в последние 1,5 млрд лет (таков возраст наиболее древних пород, сохранивших первичную слоистость), зафиксирован именно в слоистой структуре осадочных и вулкано-генных образований. Поэтому мы вправе считать, что слоистая структура — это фундаментальная особенность осадочных и вулкано-генных отложений, на которой, по существу, базируются все наши представления о последовательности геологических событий на поверхности Земли. В последние 1,5 млрд лет, естественно, большую роль в этих представлениях играют палеонтологические данные и результаты изотопных исследований, но не будь слоистости, применение палеонтологического метода было бы чрезвычайно ограничено, а порой и просто невозможно. Резюмируя сказанное, отметим: первое, на чем основан порядок в геологии, — это слоистая структура осадочных и вулкано-генных отложений, отражающая историческую периодизацию геологических процессов.

В 30-х годах прошлого столетия, примерно через 160 лет после выхода в свет «Тезисов» Стенона, швейцарский геолог А. Гресли обратил внимание на интересную закономерность: если проследить отдельные серии слоев по простиранию (т. е. по их протяженности), то происходит закономерное изменение состава пород и содержащихся в них остатков ископаемой фауны. Эти изменения приводят к тому, что облик пород на разных участках одних и тех же слоев становится различным. Так, пласт, сложенный песчаником, на некотором расстоянии может стать глинистым или постепенно смениться карбонатной породой. Отличающиеся друг от друга участки пласта Гресли назвал «фациями» (от лат. *faciēs* — лик, лице).

Как и слои, фации различаются прежде всего по составу пород (песчаные фации, глинистые, вулканические и др.), но в отличие от слоев фации отражают изменчивость пород не по вертикали, а по латерали, т. е. в направлении, близком к горизонтальному. Фации могут быть выделены по геохимическим и палеонтологическим признакам, а также по совокупности различных признаков.



Пример фациальной изменчивости отложений в пределах одной серии слоев: 1 — глинистые отложения, 2 — песчаники, 3 — известняки.



распределение различных типов фациальных отложений во флишевом бассейне, который в позднем эоцене [примерно 30 млн лет назад] располагался на месте современного южного склона Большого Кавказа. Фациальный анализ позволял восстановить форму бассейна, определить, в каких условиях накапливались осадочные толщи.

Зоценовые отложения:

-  мелководные песчаники и карбонатные породы
-  грубообломочные, хаотические брекчи
-  тонкослоистые песчаники, глинистые сланцы и известняки

-  Области, где эоценовые отложения изначально отсутствуют
-  Породы кристаллического фундамента
-  Разломы

Они несут в себе и генетический смысл, так как определенный состав пород, их геохимические и палеонтологические особенности говорят об условиях формирования того или иного комплекса отложений. Изучение распределения фаций составляет сущность фациального анализа, который позволяет проводить расчленение геологических комплексов в латеральном направлении. Это, в свою очередь, дает возможность понять причины фациальной изменчивости, т. е. восстановить палеогеографические и палеотектонические условия формирования осадочных и вулканогенных отложений, построить модель бассейна и восстановить его форму, глубину, температуру воды, соленость и т. д.

Таким образом, **второе фундаментальное понятие, на котором зиждется порядок в геологической науке, — это изменчивость облика пород в горизонтальном направлении, отражающая закономерную смену условий образования осадочных и вулканогенных пород.**

Оставив в стороне разногласия по поводу определения самого понятия «фация» и по поводу того, что называть слоем, можно сказать, что именно на этих двух «китах»: слоистости и фациальной изменчивости — базируется главный метод геологии — историко-геологический, и именно эти два основных свойства стратисферы являются фундаментом геологических исследований. Еще во второй половине прошлого столетия большинство геологов осознало этот факт и сделало его методологической основой полевых работ и геологического картирования.

ЧТО ТАКОЕ ФЛИШ И ПОЧЕМУ ОН БЫВАЕТ ДИКИМ

Итак, флиш — это комплекс морских отложений, образованных обломочными и в ряде случаев карбонатными породами. От других слоистых толщ флиш отличается, прежде всего, ритмичностью строения и градиционной слоистостью, которая выражается в том, что каждый его слой в нижней своей части сложен более грубым материалом, а в верхней — более тонким. Скажем, нижняя часть слоя представлена грубозернистым песчаником, который вверх по разрезу постепенно сменяется среднезернистым и тонкозернистым, затем алевритом и, наконец, глинистым материалом. Так формируется ритм. Ритмы повторяются сотни и тысячи раз и образуют мощные (до 2—5 км) толщи с прекрасно выраженной слоистостью.

В горизонтальном направлении флиш фациально однороден, т. е. в пределах одной серии слоев состав пород не меняется на протяжении многих десятков и сотен километров. В поперечном направлении (или, как говорят геологи, вкрест простирания) состав флишевых слоев фациально меняется от грубого в краевых частях слоя до тонкого — в центральных. Такая фациальная зональность древних толщ, а также изучение аналогов флишевых отложений в современных морях и океанах навели на мысль, что флиш образовался на континентальном склоне и у его подножья. Вблизи берегов

сформировались более грубые фации, возникшие за счет размыва суши, в глубь бассейна количество грубообломочного материала постепенно уменьшалось, и вдали от берегов накапливались самые тонкие, обычно уже не флишевые осадки. Иными словами, флиш — это один из наиболее ярких примеров слоистой толщ, в четкой ритмичности и закономерной смене фаций которых запечатлены палеогеографические и палеотектонические условия, история осадко-накопления.

Представим себе следующую картину. Перед нами громадная библиотека, книги которой написаны на незнакомом языке, и мы должны их систематизировать по эпохам, авторам и содержанию. Мы тратим годы на изучение языка, начинаем читать, разбираться в авторах и их стиле, расставлять фолианты по времени издания и пр. И вдруг, придя однажды в библиотеку, застаем полный разор: все книги разорваны, страницы смяты, обложки отделены от текстов, все перепутано и валяется в одной гигантской куче. И нам предстоит во всем этом разобраться и продолжать работу, которая была начата... Есть от чего прийти в уныние!

А теперь вообразите мощную толщу горных пород протяженностью в десятки и сотни километров, пласти которой разорваны, смяты в беспорядочные складки, так что рядом оказались огромные блоки и пластины различных по составу и происхождению пород: рядом с мелководными рифовыми известняками — глубокоководные отложения, рядом с конгломератами — глинистые сланцы, рядом с гранитными валунами — обломки базальтов, рядом с остатками глубокоководной фауны — мелководные формы и т. д. И все это перемешано без всякого порядка и смысла, растерто, развальцовано... В общем — хаос!

С такими хаотического облика толщами столкнулся в 80-х годах прошлого столетия швейцарский геолог Ф. Кауфман. Он обратил внимание на то, что отложения верхнего эоцена в Центральной Швейцарии противостоят тому порядку, которому должны были бы подчиняться все осадочные и вулканогенные образования стратисферы. Вероятно, поэтому Кауфман дал этим отложениям наименование Wildflysch — «дикий флиш», которое отражало принадлежность этих образований к флишевым толщам, распространенным в Швейцарских Альпах, и в то же время определяло их хаотический облик и структуру. Но описав морфологию дикого флиша, Кауфман не объяснил его происхождения.

Вскоре аналогичные толщи были обнаружены и в других районах мира. Однако многие геологи «не приняли» эти своеобразные образования, так как они не вписывались в рамки представлений об осадочных толщах. И не только не приняли, но стали зачастую «подгонять» наблюдаемые закономерности и факты под привычную схему. Например, блоки и пластины рифовых известняков, размер которых достигал иногда многих десятков кубических километров, трактовали как расположенные на своем исконном месте рифовые массивы, а крупные блоки вулканических пород рассматривали как выступы древнего фундамента или как вулканические конусы. Все это привело к тому, что о хаотических комплексах стали постепенно забывать, и большинство геологов долгое время вообще не замечало этих образований.

Вновь о хаотических комплексах заговорили лишь во второй половине 50-х годов — сначала итальянские геологи-нефтяники, а затем и геологи других стран. Выяснилось, что сходные образования распространены по всему разрезу земной коры, от наиболее древних докембрийских отложений до современных, и характерны для всех складчатых областей мира. Начался звездный час дикого флиша. Появились многочисленные статьи и монографии, ему посвященные, были организованы международные симпозиумы. Но тут же возникли и серьезные трудности. Выяснилось, в частности, что хаотические зоны характерны не только для флиша, но и для других геологических формаций (например, образующихся на ранних стадиях развития древних океанических бассейнов). Полная неясность возникла и в вопросе о механизме образования хаотических комплексов. Одни исследователи считали их результатом современных обвально-оползневых процессов, другие связывали их происхождение с ледниковыми процессами или с разрушением блоков земной коры при их надвигании друг на друга... Ситуация осложнялась еще и тем, что разные исследователи давали хаотическим толщам различные наименования: меланж и хаотические брекчии, диамиктиты и горизонты с включениями, тиллоиды и олистостромы и т. д. Можно с уверенностью сказать, что еще 10—20 лет назад в понимании природы всех этих образований и их обозначениях существовал не меньший хаос, чем в их внутреннем строении.

Существенную роль играла, конечно, и инерция мышления, заставлявшая многих геологов по-прежнему не видеть своеобразия этих геологических образований. Ошибки

же в понимании структуры и генезиса «диких» толщ приводили к серьезным ошибкам в трактовке геологического строения и истории развития геологических регионов, а следовательно, и к ошибкам в понимании закономерностей размещения некоторых полезных ископаемых.

ЧТО ИЗВЕСТНО О ХАОТИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСАХ СЕГОДНЯ

В 60—70-х годах изучение хаотических комплексов заметно продвинулось, и основные черты геологии и генезиса этих специфических образований были выяснены. В настоящее время все хаотические комплексы, в том числе и толщи дикого флиша, выделены в самостоятельный класс микститов (от лат. mixture — смесь), что обусловлено спецификой их строения. Наряду с этим выяснилось, что, несмотря на морфологическое сходство, хаотические комплексы различны по происхождению. Довольно быстро были выявлены тектонические, ледниковые и магматические микститы, но оставалась большая группа хаотических комплексов, происхождение которых оказалось спорным. Дело в том, что микститы этого типа обладают рядом противоречивых признаков, которые позволили разным исследователям то считать их обвально-оползновыми образованиями, то связывать их возникновение с разрушением фронтальных частей движущихся тектонических покровов, то относить их к ледниковым моренам и т. д. Зачастую по поводу генезиса одной и той же толщи высказывались противоположные мнения.

Так продолжалось до тех пор, пока не удалось установить одну интересную закономерность. Оказалось, что этот тип микститов своим происхождением обязан наложению двух разнородных процессов. Одни процессы (тектонические, ледниковые, магматические) приводят к формированию гигантских масс грубообломочного материала, другие (главным образом, обвально-оползневые) — к перемещению этих масс, дополнительному их дроблению и перемешиванию. В результате происходит наложение разных по своей сути признаков. И только когда двойственность механизма формирования микститов была понята и осознана (к сожалению, и по сей день далеко не всеми), появилась возможность правильно восстанавливать природу хаотических комплексов.

К настоящему времени выделено четыре «чистых» типа микститов (тектони-

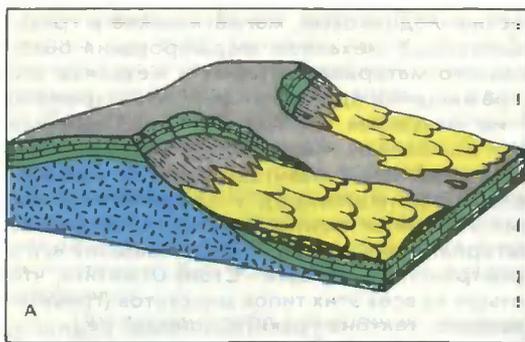
ческие, ледниковые, магматические и гравитационные), механизм формирования обломочного материала которых и механизм его перемещения один и тот же, что и отражено в их названиях. Кроме того, установлено три смешанных типа (тектоно-гравитационные, ледниково-гравитационные и вулканогенно-гравитационные), у каждого из которых механизм возникновения обломочного материала свой, а способ перемещения его в пространстве — общий². Стоит отметить, что четыре из всех этих типов микститов (гравитационные, тектоно-гравитационные, ледниково-гравитационные и вулканогенно-гравитационные) ранее объединялись исследователями в единый тип олистостром. Легко представить себе, к каким недоразумениям приводило такое объединение!

ДЛЯ ЧЕГО ИЗУЧАЮТ МИКСТИТЫ

Изучение любого геологического объекта — не самоцель, а путь к пониманию закономерностей образования и развития земной коры и размещения в ней полезных ископаемых. Поскольку формирование каждого типа микститов обусловлено тем или иным геологическим процессом или их совокупностью, выделенные типы позволяют судить об определенных процессах в геологическом прошлом. Например, образование гравитационных микститов связано с обвально-оползновыми процессами. Но ни обвалы, ни оползни не могут возникнуть без разности высот между областью их зарождения и областью отложения обрушенного материала. Разность же высот создается вертикальными движениями блоков земной коры. Иными словами, гравитационные микститы можно рассматривать как показатели вертикальных тектонических движений. Обнаружив гравитационные микститы среди осадков древнего, уже давно исчезнувшего морского бассейна, мы вправе говорить о существовании в его пределах сложного рельефа или реконструировать ограничивающие этот бассейн тектонические уступы.

Важную информацию о древних движениях блоков земной коры дают и тектоно-гравитационные микститы, которые являются показателями горизонтальных тектонических перемещений. Грубообломочный материал этих микститов, образующийся за счет разрушения движущихся тектонических покро-

² Леонов М. Г. Олистостромы в структуре складчатых областей. М., 1981.

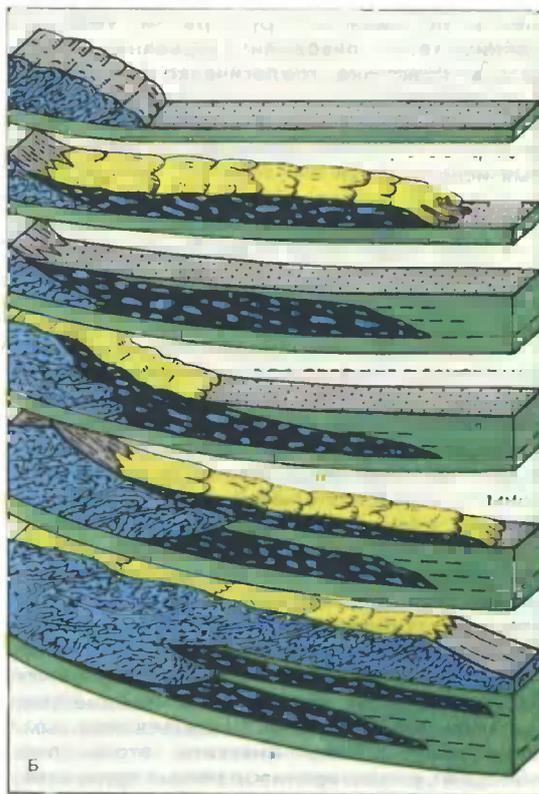


Формирование некоторых типов хаотических комплексов: А — в результате обвально-оползневых процессов возникают гравитационные микститы; Б — при разрушении постепенно продвигающихся в морской бассейн тектонических покровов образуются тектоно-гравитационные микститы.

вов, перемещается на значительные расстояния в ходе обвально-оползневых процессов и захороняется в толщах морских или континентальных осадков. Этот факт имеет принципиальное значение для реконструкции тектонических движений далекого прошлого. Действительно, в современных структурах земной коры зачастую не сохранилось следов древних горизонтальных перемещений горных масс. Но если среди осадочных толщ мы находим горизонты тектоно-гравитационных микститов, можно быть уверенным: данной эпохе были свойственны горизонтальные перемещения блоков земной коры.

Велика роль микститов и в вопросах корреляции фаз тектонической активности. Геологи давно установили, что тектонические движения на Земле проявляются дискретно. В одни периоды тектоническая активность чрезвычайно велика — «оживают» вулканы, происходят землетрясения; другие периоды характеризуются спокойным режимом. Выделены крупные этапы активной тектонической жизни планеты: каледонский, герцинский и альпийский, внутри которых выделяются фазы относительной активности и относительного покоя.

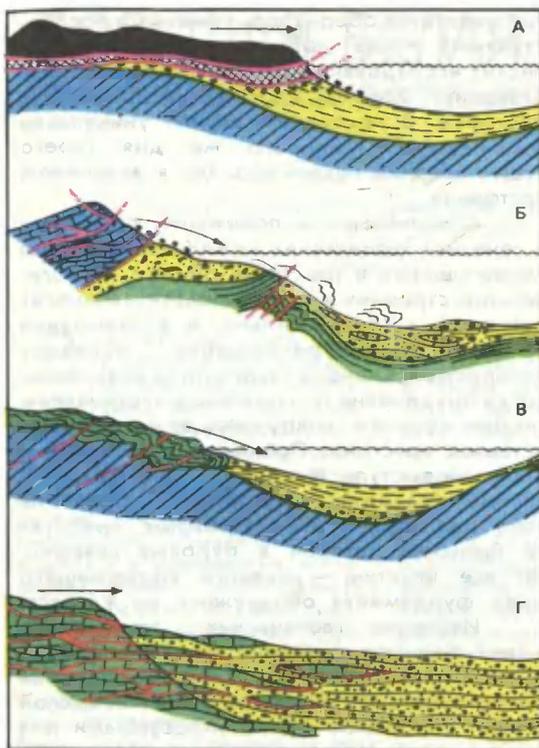
Так вот, одна из актуальнейших задач геологии — это установление одновременности или разновременности проявления фаз тектонической активности. Причем, внимание исследователей было привлечено к этому вопросу еще более полувека назад, когда известный немецкий геолог Г. Штилле высказал свои тектонические представления в виде «канона фаз». Согласно этому «канону», фазы тектонической активности



проявляются строго одновременно по всему земному шару. Но многие геологи не согласились с этим выводом и продолжали считать, что тектонические движения в разных частях планеты проявляются в разное время и что никаких планетарных фаз тектонической активности не существует.

Вообще говоря, геологу, как и историку, чрезвычайно важно знать, одновременно произошли те или иные события в различных районах земного шара или нет. Но решение этого вопроса постоянно наталкивается на методические трудности.

Выявление тектоно-гравитационных микститов позволило разработать новый метод пространственно-временной корреляции тектонических движений, основанный не на традиционных структурных исследованиях (главным образом, исследованиях угловых несогласий), а на изучении определенной формации горных пород. Поскольку, как уже отмечалось, тектоно-гравитационные микститы являются показателями горизонтальных смещений блоков земной коры, они позволяют из всего многообразия тектонических движений выделить определенную их разновидность и установить между ними



Способы образования тектоно-гравитационных микститов: А — интенсивное перемещение тектонического покрова, сопровождающееся разрушением его нижней части; Б — продвижение тектонического покрова компенсируемое его разрушением; В — перемещение отложений из более древнего бассейна осадконакопления в расположенный ниже более молодой бассейн; Г — тектоническое расслоение карбонатного массива на огромные пластины, которые отделяются от него и перекрываются продуктами разрушения.

корреляцию в пределах того или иного региона или даже всего земного шара. К тому же, тектоно-гравитационные микститы залегают в разрезе разделенных на слои отложений, содержащих остатки ископаемой фауны, и сами содержат такие остатки. Это позволяет установить возраст микститов и длительность их формирования, а следовательно, время проявления и длительность обусловившего их тектонического процесса.

При изучении пространственно-временных закономерностей образования тектоно-гравитационных микститов в пределах складчатых областей (например, Альпийской) подтвердились выводы Г. Штилле и других исследователей о дискретности проявления тектонических движений на огромных (тысячекилометровых) пространствах³. Кроме того, получена новая информация

о существовании и длительности тектонических движений, а также об их последовательности.

Особый интерес тектоно-гравитационные микститы представляют в том случае, если необходимо оценить скорость продвижения тектонических покровов, выявить различные формы горизонтальных движений земной коры, исследовать геологическое строение дна современного океана. Несмотря на то что изучение геологии дна морей и океанов в последние десятилетия идет чрезвычайно быстрыми темпами, несмотря на массовое проведение геофизических работ, глубоководное бурение и драгирование, многие черты геологического строения океанического дна остаются неясными. Да и вообще, такие тектонические структуры, как надаги и шарьяжи, без детального картирования устанавливаются с большим трудом даже на суше, а картировать океаническое дно с достаточной степенью детальности мы пока, к сожалению, не можем. И вот тут-то на помощь морским геологам приходят тектоно-гравитационные микститы. Поднятые с морского и океанического дна глыбовые брекчии определенной морфологии и строения являются реальными свидетелями горизонтальных тектонических движений в океанической коре.

ХАОТИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ И ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ПРАКТИКА

Итак, мы видим, какую большую роль в геологическом развитии земной коры играют хаотические комплексы, которые первоначально были описаны как «дикий флиш». Однако изучение этих образований имеет не только академический интерес, но и практическую ценность.

Для большинства горных (да и не только горных) районов характерно широкое развитие обвально-оползневых процессов, которые представляют серьезную помеху при строительстве дорог, мостов, плотин и других инженерных сооружений, грозят стихийными бедствиями, наносящими ощутимый урон хозяйственной деятельности людей и опасными для самой их жизни. Вместе с тем с обвально-оползневыми процессами, как мы уже отмечали, связано формирование

³ Правда, исследования последних десятилетий показали, что выделенные Г. Штилле фазы имеют довольно большую продолжительность — от 5 до 15 млн лет, и в рамках этого интервала максимумы активности движений в разных районах мира могут не совпадать по времени.

некоторых типов микститов, поэтому изучение хаотических комплексов помогает оценить степень «обвально-оползневого» риска.

Если в каком-то районе мы имеем дело с чисто гравитационными микститами, то вероятнее всего обвально-оползневые процессы здесь будут развиваться спорадически и зависеть от крутизны склона, состава пород, сейсмичности и других конкретных причин. В этих случаях бывает достаточно предусмотреть ряд столь же конкретных мер: укрепить склоны, увеличить сейсмостойкость сооружений. Но если мы имеем дело с тектоно-гравитационными микститами (т. е. с современными образованиями, формирующимися в зонах «живых» надвигов), то обвально-оползневая опасность будет, по существу, постоянной, и частные меры приведут лишь к временному результату. Образование обвалов и оползней не прекратится до тех пор, пока не прекратится движение тектонического покрова, а оно, как известно, может растянуться на миллионы лет. Следовательно, для защиты от оползневой опасности в таких районах нужны кардинальные меры, вплоть до отмены строительства того или иного объекта и переноса его в более безопасную зону. В таких случаях необходима и оценка скорости движения блоков земной коры, так как существует определенная зависимость между скоростью движения покрова и интенсивностью его разрушения. Постановка такого рода исследований чрезвычайно актуальна для Южного берега Крыма, южного склона Большого Кавказа и целого ряда других районов, где в настоящее время идет бурный процесс образования тектоно-гравитационных микститов.

Вообще говоря, непонимание «дикого», нестандартного характера хаотических комплексов может привести к серьезным инженерно-геологическим просчетам. Вот лишь один совсем недавний пример. Через одну из крупных рек, пересекающих горный хребет, проектировался мост — мост уникальный, небывалой протяженности и высоты. Естественно, опоры такого моста должны покоиться на монолитных, достаточно жестких коренных породах. К сожалению, инженерно-геологическое обеспечение проекта в данном случае оказалось не на высоте: за выступы коренного фундамента были приняты так называемые бескорневые блоки, залегающие среди пластичных вмещающих толщ. Проект моста был разработан, гигантские суммы были вложены в проектирование и вдруг... При детальном буровых работах выяснилось, что единого фундамента попросту не существует. Так незнание геоло-

гии микститов обернулось тяжелыми последствиями: после дополнительных геологических исследований уникальный проект был отвергнут. Хорошо еще, что мост не был построен. В противном случае уникальное сооружение с первого же дня своего существования находилось бы в аварийном состоянии.

С ошибками в понимании структуры и генезиса хаотических комплексов связаны также ошибки в трактовке общего геологического строения и истории развития многих регионов, а следовательно, и в понимании закономерностей размещения полезных ископаемых. Ошибки такого рода возможны, когда оруденение приурочено к хаотическим глыбам и блокам, а окружающая масса пород остается «пустой». Принимая эти глыбы и блоки за выступы фундамента, геологи зачастую проводят разведочные работы на всей площади, тратят огромные средства на проходку штолен и буровых скважин. Но все впустую — никакого содержащего руду фундамента обнаружить не удастся.

Изучение хаотических комплексов имеет большое значение и для нефтяной геологии, так как тела хаотических брекчий с бесструктурной глинистой основной массой служат хорошими экранами-ловушками для нефти и газа. Местами, как скажем на Кубе или у нас в Закавказье, они сами вмещают залежи нефти. И не случайно, именно геологи-нефтяники возродили интерес к хаотическим комплексам.

На этом можно бы закончить историю о том, как удалось «приручить» хаотические образования, объединенные сейчас в группу микститов. Хочется лишь подчеркнуть одно важное обстоятельство. Микститы не подчиняются тому порядку, который свойствен всем вулканогенно-осадочным отложениям стратисферы: в них нет ни слоистости, ни фациальной изменчивости. В то же время микститы обладают совокупностью совсем необычных признаков. Из этого можно заключить, что микститы представляют собой особую категорию геологических образований.

И еще: некоторые типы микститов (в первую очередь, тектоно-гравитационные) являются вещественным выражением неразрывности двух важнейших геологических процессов — образования тектонических структур и осадконакопления. Таким образом, детальное изучение микститов ведет к разработке нового геологического направления, находящегося на стыке тектоники и седиментологии.

БОЛЬШАЯ БЕЛАЯ АКУЛА

Н. А. Мягков

Институт эволюционной морфологии и экологии
животных им. А. Н. Северцова
АН СССР
Москва

В МОРЯХ Советского Союза не встречаются акулы, нападающие на людей, но большая белая акула, или акула-людоед (*Carcharodon carcharias*), видимо, хорошо знакома многим по книге «Челюсти» Р. Бенчи (Иностранная литература. 1984. № 10, 11) и другой информации из различных переводных и отечественных источников. Однако неспециалисту трудно составить истинное представление об этом виде акул, поскольку многих в их описании противоречиво, а подчас и неверно. Я попытаюсь дать научные сведения по биологии белой акулы, собранные за последние годы, и отделить их от вымыслов.

Свое название она получила за белое брюхо, которое «любит показывать», когда, сходя за кораблем, переворачивается в воде. Спина же и бока ее черновато-коричневые; у молоди и некоторых взрослых за основаниями грудных плавников есть темное, почти черное пятно овальной формы. По нему, а также сравнительно короткому рылу, большим жаберным щелям и треугольным зубам можно безошибочно узнать большую белую акулу, находясь на палубе судна или в воде.

Эта акула — прекрасный пловец. Она может сутками и даже неделями следовать за современным судном, развивать скорость до 40 км/ч во время атаки или при опасности. Обтекаемая форма ее тела столь совершенна, что в 60-е годы в США была разработана модель самолета с фюзеляжем такой формы.

Питается она разнообразной пищей, хищничая как в открытом океане, так и у берегов. Своеобразно сочлененные

челюсти и мощные мышцы позволяют белой акуле как бы выдвигать пасть при атаке и нападать на жертву из любого положения, не переворачиваясь на спину. Молодые акулы в основном поедают крупных стайных рыб и мелких собратьев, а особи покрупнее включают в свой рацион морских млекопитающих, прежде всего ластоногих. У берегов Новой Зеландии и Северо-Западной Америки большое количество морских котиков, тюленей, а также каланов погибает от зубов белой акулы. Интересно, что добычей хищницы чаще всего становятся большие и ослабленные животные. Видимо, пристрастием взрослой акулы к морским млекопитающим можно объяснить и ее нападения на любителей виндсерфинга и на небольшие лодки: из-под воды доски для катания на морских волнах и лодки цветом и формой напоминают излюбленную жертву акулы — ластоногих.

У большой белой акулы крупный головной мозг (вопреки устаревшим представлениям авторов многих книг и статей) и прекрасно развитые органы чувств, позволяющие ей обнаруживать и «оценивать» добычу за сотни метров.

Авторы всех реестров акул, опасных для человека, на первое место ставят большую белую акулу, и совершенно справедливо. Хищнику, обычная пища которого — тюлени и дельфины массой до 150 кг, вряд ли не приглянется более мелкое животное. Для акулы человек, видимо, и есть такая потенциальная жертва.

Сколько опасна в действительности большая белая акула для человека? Точный ответ дать затруднительно, хотя Международной комиссией по изуче-

нию акул, созданной в 1958 г. из специалистов 35 стран, проведен учет неспровоцированных нападений морских хищниц на людей и лодки. По данным комиссии, в последнее десятилетие число таких нападений колеблется от 120 до 200 в год, и в каждом пятом обвиняют большую белую акулу. Даже если это число несколько занижено из-за невозможности учесть причины исчезновения людей, пропавших без вести, оно все же много меньше числа утонувших по неосторожности.

Однако подобное сравнение неутешительно; вероятно, немного найдется храбрцов, способных искупаться в море, если разнесется слух о появлении поблизости акулы. Естественно, исследователи разных стран ведут поиски средств и способов защиты от любой акулы. Были испробованы сотни химических соединений — от ядов до поверхностно-активных веществ; применялись сети, глубинные бомбы, ультразвук, кольчуги. Но все это пока малоэффективно против акул вообще, и большой белой в частности. Поэтому, не умея предостеречь себя от нападений, человек, вооруженный сетями, крючьями, динамитом и огнестрельным оружием, на всякий случай уничтожает любую акулу, где бы она ни встретилась.

Прав ли человек, безоглядно уничтожающий большую белую акулу, прославшуюся людоедом? Можно ли руководствоваться принципом «если трудно понять, то лучше уничтожить»? Эта акула — настоящая хозяйка морских пространств, одна из могущественнейших обитателей Мирового океана. Ее ближайшие сородичи, например *C. megalodon*, жили в морях нашей планеты несколько сотен тысячелетий назад, достигали более 20 м в длину и имели 15-сантиметровые зубы. Размеры современных кархародонов тоже внушительны. По сведениям А. Гюнтера, который описывал акул Британского музея, в 1870 г. в водах Австралии была поймана большая белая акула 11,1 м длиной; позднее появилось сообщение о девятиметровой акуле, выловленной возле Азорского архипелага.

Сейчас нет возможности установить правдивость этих сведений, но вот недавно кубинские рыбаки поймали в Карибском море белую акулу длиной 6,4 м и массой 3324 кг. Судя по тому, что все известные к настоящему времени неполовозрелые особи достигают длины до 4 м, вполне допустимо и существование в океане восьмиметровых взрослых акул.

Американские зоологи обобщили данные о размерах и массе белых акул, пойманных в различных районах Мирового океана, и установили зависимость между этими характеристиками, выражаемую формулой;

$$m = 3,8 \cdot 10^{-6} \cdot L^{3,15}$$

(m — масса тела в кг, L — длина тела в см). По формуле можно рассчитать массу акулы любой длины¹.

Белая акула рождает уже сформировавшихся детенышей, размеры которых тоже внушительны: длина тела бывает не меньше 1,3 м, а масса более 18 кг². Даже взрослые особи более 80 % видов современных акул и большинства костистых рыб много мельче этих младенцев.

Где же обитают эти морские хищники? Из анализа литературных данных и рейсовых отчетов советских научно-исследовательских поисковых судов за 1968—1984 гг. выяснилось, что только Северный Ледовитый океан не входит в ареал большой белой акулы; обычна она как в тропических, так и в умеренных водах, но наиболее часто встречается все же в теплых. Правда, в Тихом океане известен случай нападения большой белой акулы на человека у берегов Северной Америки на широте 45°50'.

По 200-летней давности сведениям П. С. Палласа, эту акулу изредка встречали коряки, камчадалы и осещине на Камчатке русские у мысов Кроноцкий, Лопатка и даже у мыса



Огромные зубы, расположенные в несколько рядов, мощные мышцы челюстей и их своеобразное сочленение — идеальное орудие нападения, которым снабжена большая белая акула.

Здесь и далее помещены фото Родни Фокса [Rodney Fox], который любезно предоставил их нам. Более 20 лет Р. Фокс является добровольным «егерем» района Опасного рифа [залив Спенсера на юге Австралии], наблюдает за большой белой акулой, проводит здесь экскурсии и помогает снимать фильмы.

Олюторского, лежащего у 60° с. ш.³ Этому «монстру Восточного океана», как называл белую акулу Паллас, им была дана подробная характеристика, которая не оставляла сомнений в правильности определения вида, и через 140 лет после путешествия Палласа В. И. Грацианов включил большую белую акулу в состав ихтиофауны дальневосточных морей⁴. Но тем не менее сам Грацианов считал, что Паллас спутал белую акулу с сельдевой — рыбой того же семейства Lamnidae, довольно обычной у побережья Камчатки. Внешне эти виды действительно похожи, но сельдевая акула мельче белой: обычно

ее длина 2—2,5 м, даже самые крупные сельдевые акулы не бывают больше 3,5 м.

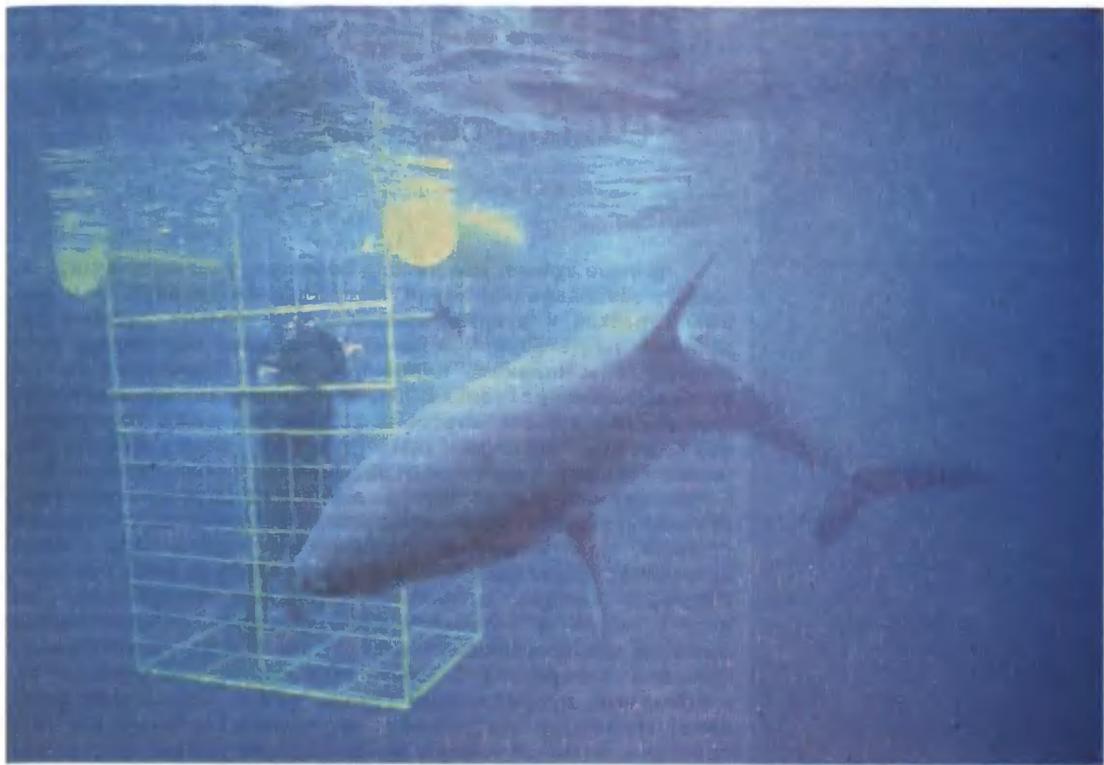
По внешнему виду этих акул не каждый может различить, но вряд ли их могли спутать такие прирожденные рыбаки, как коренные жители Камчатки, которые хорошо знали мокоя (жители полуострова называли белую акулу мокоем, тугусом, маокоаем), но не отваживались на нее охотиться. Автор заметки склонен присоединиться к мнению Грацианова в отношении большой белой акулы: «...остается открытым вопрос, имеем ли мы здесь дело с изменившимся (в течение 140 лет со времени путешествия Палласа) условиями распределения, с ошибкой ли Палласа, или же просто с результатом недостаточности наблюдений. Во всяком случае, нельзя совершенно игнорировать это указа-

¹ Tricas T. C., McCosker J. E. / Proc. Calif. Acad. Sci. 1984. Vol. 43. P. 221—238.

² Губанов Е. П., Кондюрин В. В., Мягков Н. А. Акулы Мирового океана. М., 1986.

³ Pallas P. S. Zoographia Rosso-Asiatica. 1811—1831. T. III. S. 63.

⁴ Грацианов В. И. Опыт обзора рыб Российской империи. М., 1907. С. 20.



Только находясь в такой клетке, можно чувствовать себя в безопасности, наблюдать за большой белой акулой, проводить фото- и киносъемки.

ние Палласа»⁵. И сейчас, спустя более двух столетий, не удалось получить однозначный ответ на «загадку Палласа», хотя, по имеющимся к настоящему времени сведениям, единичные белые акулы заходят и в воды Приморья.

В океанских просторах большая белая акула обычна на небольших, до 300 м, глубинах, однако есть упоминания, что иногда ее вылавливали на километровой глубине (достоверность этих сведений нуждается в проверке). Но в отличие от большинства других океанических акул (сельдевой, мако,

голубой) белая акула весьма обычна и в прибрежных водах, более того, часто заходит в приустьевые участки рек и даже поднимается по ним на значительные расстояния.

Естественных врагов у большой белой акулы нет. Ее ареал соприкасается, но нигде заметно не перекрывается с ареалом другого океанского хищника — косатки (из семейства дельфиновых), однако вряд ли между ними существует даже конкуренция за пищу, а тем более вражда.

Численность большой белой акулы, как и всех крупных хищников, невелика и ограничивается самой природой — поздними сроками созревания

(половозрелость наступает в 20 лет), низкой плодовитостью (через год акула рождает одного, редко двух детенышей) и т. д. По данным Р. Фокса, за последние 25—30 лет даже в таком «густонаселенном» районе, как залив Спенсера на юге Австралии, отмечено не более 200 половозрелых акул. В связи с этим Фокс, сам пострадавший в 1963 г. от большой белой акулы, активно выступает за ее охрану, за создание в этом районе морского заповедника, и власти идут ему в этом навстречу. Это и неудивительно, ведь без охранных мер уникальнейшая обительница Мирового океана может исчезнуть.

⁵ Там же. С. 21.

«ВЕРНУТЬ НАУКЕ ЕЕ

О.С.Горностаева



Ольга Сергеевна Горностаева, кандидат искусствоведения, кинорежиссер, заместитель заведующего кафедрой режиссуры документального, научно-популярного и учебного фильма Всесоюзного государственного института кинематографии им. С. А. Герасимова. Область основных интересов — теория и методология режиссуры научного кино.

В наше время, как никогда прежде, увеличился разрыв между завоеваниями науки, могуществом техники — и миром страстей и чувств, владеющих не только душами отдельных людей, но и целыми народами. Мы видим этот разрыв в мещанине, непомерно потребляющем, но не усваивающем, поскольку его пресыщенная массовой информацией душа неспособна воспринять даже то лучшее, что через нее проходит. Мы видим этот разрыв в создателе новой техники, узкая специализация которого привела его к отчуждению как от фундаментальной научной культуры, так и от культуры общечеловеческой. Быть может, в меньшей степени, чем в других странах, мы видим, как иногда возникают недоверие к науке и страх перед ней, как пробиваются семена антиинтеллектуальных настроений. Мы видим также и интеллектуалов, рядающих в новомодные одеяния давно отжившую мистику. Не она ли удивительным образом воскресает в умах, утомленных очевидным, но непонятным и требующим теперь любой ценой невероятного! Именно с отсутствием достаточно глубокой научной культуры, ставшей теперь важнейшей составной частью общей культуры, связаны указанные явления.

Объективная потребность в преодолении разобщенности между наукой и культурой, наукой и массовым сознанием проявилась в феномене развития научного кинематографа, призванного не просто популяризировать науку или передавать научные сведения, а формировать цельное материалистическое мировоззрение. В наше время новые научные факты, открытия, изобретения быстро становятся всеобщим достоянием. Об открытии новой частицы или спутника планеты научная общественность узнает с помощью средств массовой информации часто прежде, чем об этом успевают сообщить специальные журналы. Огромный поток современных научных сведений приводит в замешательство не только «простого человека», но и ученого. Как помочь им! И кто должен помочь! Кто может помочь! Ясно, что такую функцию должны на себя принять прежде всего самые массовые каналы информации.

Научный кинематограф позволяет экономно излагать важные для миропонимания идеи на языке образов. Чисто информационные, так называемые технико-пропагандистские, фильмы сегодня уступают место мировоззренческим картинам, фильмам-исследованиям, фильмам-размышлениям, беседам со зрителем на новом киноязыке. Об этом киноязыке и других «горячих вопросах» научного кино и рассказывается в публикуемой статье.

С. П. Капица,
доктор физико-математических наук,
член редколлегии журнала «Природа»

ЧУВСТВЕННОСТЬ»

НА ПЕРЕДНЕМ рубеже соприкосновения науки с искусством находится научное кино, которое сегодня является, пожалуй, первым переводчиком с языка науки на язык художественный, образный. Еще полтора-два десятилетия назад такой перевод казался абсолютно невозможным, и научные фильмы, как правило, лишь иллюстрировали фрагменты научной информации, передаваемой дикторским текстом. В научно-популярных учебных и технико-пропагандистских фильмах последних лет все явственнее обнаруживается нарушение этой традиции, все зримее проявляется стремление их авторов к органичному включению научной идеи в структуру многозначного художественного образа. Прежде чем проанализировать это явление, зададим вопрос о том, что побуждает творческих работников научного кино к постановке и решению столь сложных, порой кажущихся неразрешимыми, задач.

КИНОЯЗЫК: ИСТОКИ НОВОГО

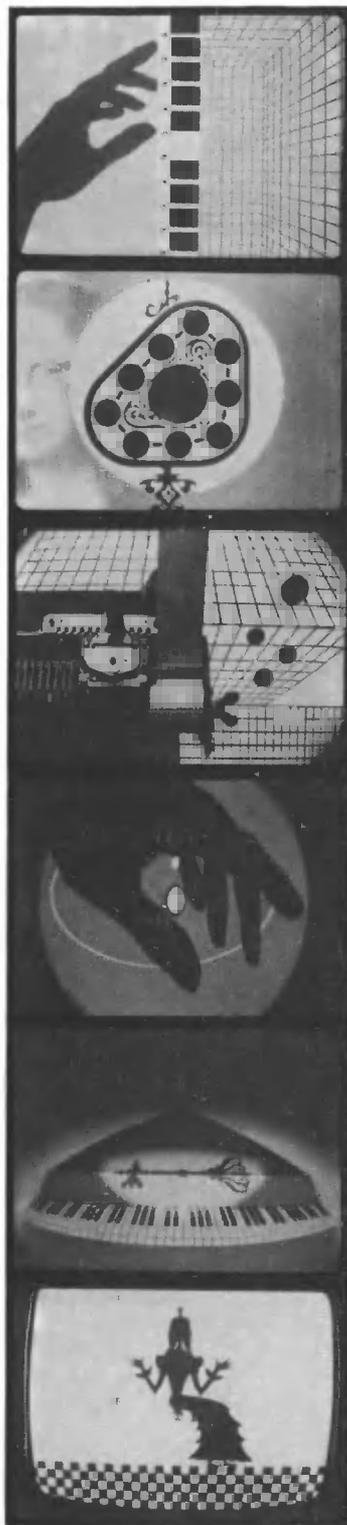
Механистическая картина мира, преобладавшая более двух веков почти во всех областях науки, уступила место современной, неклассической.

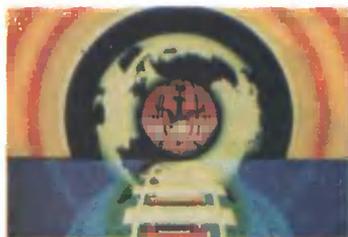
Сегодня становится все очевиднее относительность научного знания: кажется, что не успевает одна гипотеза утвердиться в качестве теории, как ее сменяет новая гипотеза, которая в свою очередь также просуществует недолго. Во многих исследованиях высказывается предположение о том, что в наше время столь же стремительные изменения происходят и в языке науки.

Уже теория относительности потребовала пересмотра принципа наглядности физических построений, а квантовая механика категорически и бесповоротно отказалась от него. Однако означает ли это, что современная научная теория абсолютно утрачивает свое образное содержание? А. Ф. Иоффе, отвечая на этот вопрос, объяснил, что ощущение утраты наглядности, «образности возникает всякий раз тогда, когда происходит качественно новый поворот в сознании, когда становится невозможным понять и объяснить содержание нового открытия с помощью старых, привычных и именно поэтому наглядных образов»¹. Очевидно, что по мере даль-

¹ Иоффе А. Ф. О физике и физиках. М., 1977. С. 45.

Наука и искусство. [Статья иллюстрирована тематическими подборками кадров из фильмов В. М. Кобрин «Физические основы квантовой механики», «Термодинамика биологических процессов», «Молекулярная биофизика», «Перенос электрона в биосистемах», «Предмет и задачи биофизики», «Механика как наука».]





Огонь познания.

нейшего развития абстрактного мышления, удаления объекта познания от непосредственного чувственного опыта, задача создания ясных образных представлений становится все более сложной, и именно здесь ученому «необходимы творческие способности художника»².

Известно, что путь ученого-исследователя к научному открытию содержит в себе многообразные социально-психологические и индивидуально-психологические подтексты. В этой связи французский поэт и мыслитель П. Валери утверждал, что «не существует теории, которая не являлась бы тщательно препарированным эпизодом некоей автобиографии»³.

Язык науки — это определенная, описывающая реальность система знаков, символов, имеющих собственную историю. Анализируя конкретный научный символ, можно обнаружить его корни в более древних культурных традициях. Если, к примеру, задаться вопросом, почему понятие бесконечности выражается в математике знаком ∞ и какова история этого знака, то можно указать два взаимосвязанных истока. Во-первых, изобразительным выражением, традиционным символом бесконечности (вечности, неизменности, завершенности) у многих древних народов была окружность, чаще всего как бы «перекрученная» наподобие ленты Мебиуса. Такие знаковые изображения вечности встречаются у майя, в Древнем Египте, в Индии и т. д. Во-вторых, в древности символом бесконечности, завершенности являлось число восемь. Видимо, именно поэтому оно стало изображаться у древних арабов знаком перекрученной, пересекающей самое себя окружности. Таким образом, символ бесконечности ассоциируется с положенной на бок восьмеркой и с еще более ранним изобразительным знаком — с окружностью, пересекающей себя в пространстве.

В статье «Концептуальная матрица века» А. Н. Лук так объясняет рождение нового научного термина: сначала термин существует в виде метафоры и нередко даже употребляется в кавычках, затем эта метафора становится привычной, и термин прочно входит в общенаучный язык⁴. Оказывается, можно даже предсказать появление того или иного термина. Так, американский философ и методолог науки Дж. Холтон, как-то полушутя, высказал предположение о том, что наряду с кварком может появиться и «шизоидная частица», а несколько лет спустя в специальной физической литературе появился термин «шизон». Но что говорить о «странных», «очарованных» частицах, если даже в таких давним-давно ставших привычными терминах, как «плотность тока», «магнитное поле», «аксиома», «вектор» и многих других, ощущается метафоричность, смысл которой приходится искать в глубинах истории. Согласно аргументированной точке зрения С. С. Гусева, трудно найти какой-либо научный термин, в глубине содержательного смысла которого не скрывалось бы соединение «логического» и «чувственно-образного»⁵.

Конечно, по мере развития донучного понятия слово в

² Эйнштейн А. Собр. науч. тр. Т. 1. М., 1967. С. 166.

³ Валери П. Об искусстве. М., 1976. С. 407.

⁴ Лук А. Н. Концептуальная матрица века // Психология процессов художественного творчества. Л., 1980. С. 280.

⁵ Гусев С. С. Миграция понятий и взаимодействие науки и искусства // Там же. С. 246.

значительной степени теряет свой явный наглядный характер, многозначное смысловое поле, обретая в контексте той или иной научной теории дискретное значение, но тем не менее исходная многозначность «хранится» в истории термина.

Язык кино — один из самых молодых, он складывается прямо на наших глазах. Осмысляющий науку научный кинематограф является сегодня «полигоном» для испытания новых способов и средств «перевода» с языка внутринаучных коммуникаций на язык изобразительный и понятный всем.

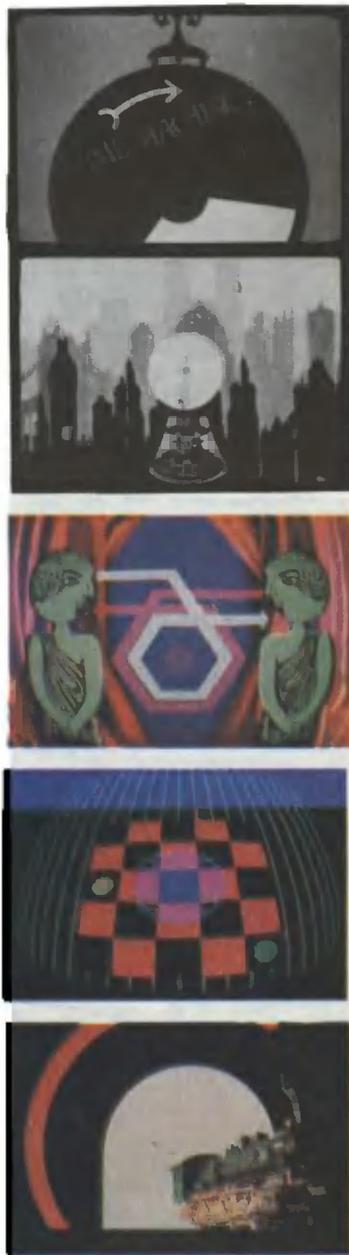
ЧТО ТАКОЕ «НАУЧНЫЙ ОБРАЗ»?

В последние десятилетия наряду с привычными терминами «научное понятие», «научный знак», «научная модель» все чаще можно встретить и термин «научный образ». Никто из ученых, употребляющих этот термин, не пытается доказать, что в современном научном языке появилось нечто подобное художественным образам, этим лишь подчеркивается усиление многозначности, метафоричности языка науки.

Возникновение многозначных научных образов теснейшим образом связано и с уже упоминавшейся ненаглядностью современных научных моделей, в которых все чаще «в силу сложного характера взаимоотношения понятий с чувственно-эмпирическим базисом знаний... устанавливается не однозначная связь между каждым отдельным понятием и наглядным образом, а связь между системой понятий и системой наглядных образов в целом. При этом отдельные понятия получают непосредственно наглядную интерпретацию, а остальные — косвенную»⁶.

Большинство исследователей языка науки утверждают, что в дальнейшем от ученых потребуется все большая ассоциативность мышления, что в научном языке будет все явственнее проступать «антропоморфизм». А. Н. Лук так объясняет это: «Физики говорят, что частицы притягиваются и отталкиваются друг от друга, как люди. Они распадаются, возникают частицы второго и третьего поколений, у частиц есть продолжительность жизни. Между тем результаты экспериментов отнюдь не принуждают ученых использовать именно эти термины. В современной физике истолкование результатов опыта включает в себя и чтение показаний приборов. Эти показания могут быть прочитаны по-разному, в зависимости от ранее сформированных представлений и тех теоретических взглядов, которых придерживается ученый. И чем внимательнее он вглядывается в какой-либо прибор, тем яснее видит собственное отражение»⁷.

Конечно, образы, которыми оперирует наука, не идентичны художественным образам, однако они могут быть вполне сравнимы по выразительности⁸. В структуре художественного образа органично сплавляются объективное и субъективное, понятийное и символическое, однознач-

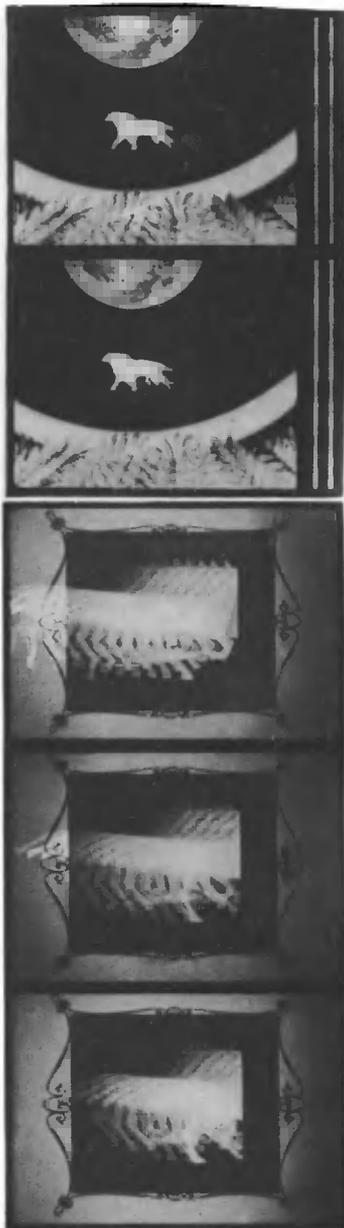


Время и история.

⁶ Славин А. В. Наглядный образ в структуре познания. М., 1971. С. 81.

⁷ Лук А. Н. Цит. соч. С. 261.

⁸ Зись А. Я. Эстетика: идеология и методология. М., 1984. С. 209.



Традиционный образ коня как символ единства и взаимоперехода вещества и энергии, дополнительности волны и частицы.

ное и многозначное. Образность современного научного языка имеет неоценимое значение и для популяризации науки, в частности средствами кинематографа.

КИНОЭКСПЕРИМЕНТ РЕЖИССЕРА КОБРИНА

Если сопоставить характер изменений, происходящих в выразительных средствах научного кинематографа, с развитием самой науки и ее языка, то становится очевидным углубление взаимодействий и взаимопроникновений между языками науки и искусства в образной системе научных фильмов. Для раскрытия этой мысли обратимся к творчеству режиссера В. М. Кобрин.

Американский режиссер Дж. Халас в 1975 г. буквально «предсказал» сделанный в 1980 г. фильм Кобрин «Физические основы квантовой механики»⁹, размышляя об особенностях пространства и времени в мультипликации: «Гибкие средства мультипликации могут свободно обращаться со временем без каких-либо физических ограничений. Пространство и время являются основными атрибутами нашего существования; мультипликация может использовать эти понятия, объяснить, например, явления квантовой физики, сохраняя ясность изложения»¹⁰.

Кобрин, разумеется, не знал ни об этом «предсказании», ни (как и всякий, специально не интересующийся символикой) традиционных значений тех изобразительных элементов, которые щедро использовал в фильме. Задача, стоявшая перед ним, казалась совершенно неразрешимой: изобразить то, что непредставимо. Ведь в квантовой механике любой объект — это и волна, и частица; а изображая, приходится все-таки обязательно выбирать: либо «волна», либо «частица» (шарик).

Все до Кобрин обычно и «выбирали»: в их фильмах, скажем, кванты существуют либо в виде «волн», либо в виде «частиц», мирно соседствуя друг с другом и никак образно не раскрывая парадоксальность квантовой физики.

Среди колоссального переизбытка изобразительных элементов, которыми так поражает фильм «Физические основы квантовой механики», есть и волны, и шарик, но не они — центральный смысловой образ фильма. Таковым является образ летящих, меняющих свой цвет и фактуру, то сливающихся в один силуэт, то раздваивающихся, «раздвояющихся» коней. То, что режиссер не знал всех древних традиционных значений символа коня — установленный факт, который интересен не просто как конкретная биографическая подробность, но и как важная закономерность процесса художественного творчества. Символы говорят о предельных по отношению к человеку вещах, но вещах объективных, как бы изобретаемых заново во всех традиционных культурах. Символы — своеобразный алфавит общечеловеческой культуры. И режиссер каким-то чудом постигает этот алфавит.

Изображение коня во многих древних традициях символизирует одновременно телесное и то, что может существ-

⁹ Физические основы квантовой механики. 3 ч., цв. Автор Т. Шермергор, реж. В. Кобрин. Центрнаучфильм, 1980.

¹⁰ Halas J. // ACIFA news. 1975. № 1. P. 16.

вовать только в движении — это «знак единства времени и пространства» (у древних монголов)¹¹.

Символом «случайности перехода» электронов в некогерентном луче света служит в фильме рулетка, возбуждение частиц сравнивается с взведением курка пистолета. И этот же пистолет — один из сквозных образов фильма — символизирует, видимо, само понятие «одно-временного перехода», когда «раздесятирившиеся» выстрелы сливаются в один.

Третий из важных образов, проходящих через весь фильм, — фонарик. Он появляется то как участник физического опыта, источник света, то становится символом «света познания», лучом «поиска истины», то, снятый покадрово, как бы «бегающий» по замкнутому кругу и оставляющий за собой пульсирующую и извивающуюся ленту света, рождает самые противоречивые и неожиданные толкования зрителей. Последние кадры можно «расшифровать» и как наглядное подтверждение материальности, «вещественности» света, единства пространства и времени; одновременно этот «живой» огненный круг ассоциируется с представлениями о том, что любые научные модели все же не охватывают всех сторон явления и поэтому ограничены.

Конечно, толковать каждый кадр фильма можно по-разному, и всякая попытка «перевода» с языка кино на словесный язык останется несовершенной и не вполне точной. Невозможно, да и не нужно расшифровывать каждый из множества образов буквально. Важно другое: необычный, новаторский киноязык Кобрина способен выразить то, что, казалось бы, выразить в наглядных образах просто невозможно.

Поскольку режиссер сделал уже несколько подобных фильмов, сегодня в среде кинематографистов говорят о языке Кобрина, стиле Кобрина, и мнения при этом высказываются самые противоположные.

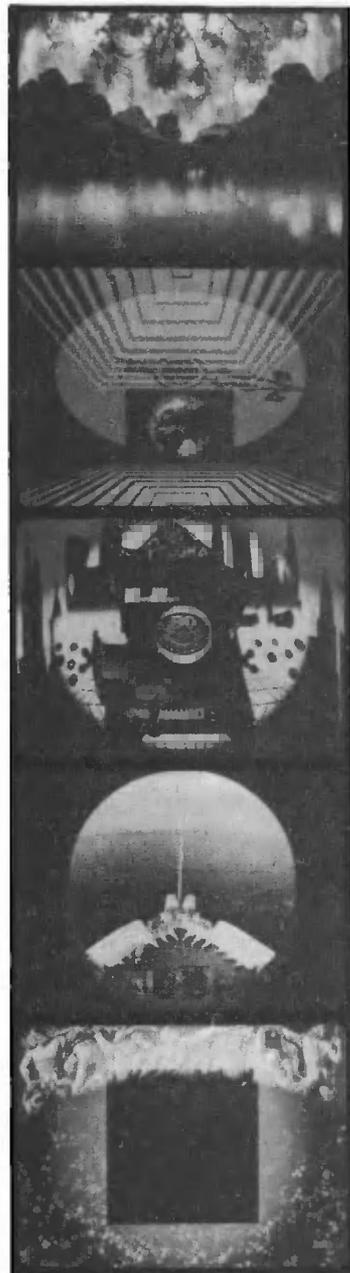
«Это подлинное кинематографическое словотворчество. Кобрин — своеобразный Хлебников учебного кино»¹², — писал Б. А. Альтшулер в 1982 г., а в 1985 г. на творческой конференции киностудии «Центрнаучфильм» он же сравнил фильм Кобрина с автомобилем, который прекрасен тем, что пахнет фиалками, но ездить не может.

— Нам не нужны такие фильмы! Может быть, они и хороши как произведения искусства, но это не учебные фильмы, они ничему не учат, — говорят одни педагоги.

— Только такие фильмы и могут адекватно отразить современные научные понятия! Эти фильмы учат думать, — возражают другие.

Дискуссии продолжаются, а между тем отдельные элементы «языка Кобрина» уже заимствуются многими. Такие образы, как снятые покадрово облака, «мечущийся фонарик», рулетка, мишень и многие другие, все чаще «цитируют» в научно-популярном, учебном, технико-пропагандистском и даже в документальном кино...

Многозначность образа, причем новая, смысловая многозначность, столь характерная для фильмов Кобрина, — явление закономерное. Новый, метафорический киноязык, в котором актуализируются древние символические и ми-



Пространство и время.

¹¹ An Illustrated Encyclopedia of Traditional Symbols. L., 1978. P. 112.

¹² Альтшулер Б. А. Режиссура учебного фильма. Ч. 3. М., 1982, С. 63.



Игра форм.

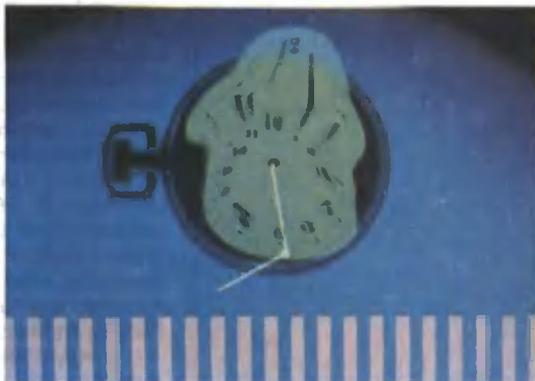
фологические смыслы, способен, как никакой другой, осуществлять связь между наукой и массовой аудиторией. Фильмы Кобриня потому и не выполняют в привычном смысле утилитарную функцию научного кино, что шире ее и полностью соответствуют всем функциям произведения искусства. И в искусстве рождение новых форм, нового языка нередко связано с отторжением, с неприятием новизны современниками и требует некоторого времени на «адаптацию».

Так нужны ли такие фильмы современному учебному кино? Однозначно ответить на этот вопрос невозможно. Хорошее учебное пособие не имеет права опережать свое время и быть рассчитанным на элитарную аудиторию. Но фильмы быстро стареют и не могут ждать, пока идет процесс адаптации: через 6—7 лет многие картины Кобриня из-за разложения эмульсии пленки будут уже безвозвратно утрачены. А сегодня они, может быть, в большей степени учат кинематографистов новому языку, чем студентов — физике. Эти фильмы не только явление «чистого» киноискусства, но и новый этап поиска взаимопонимания между художниками, учеными и массовой аудиторией.

КИНО И НАТУРФИЛОСОФСКИЙ МИФ

Еще К. А. Тимирязев выделял три этапа в научном исследовании: вначале интуиция и догадка, затем теорети-



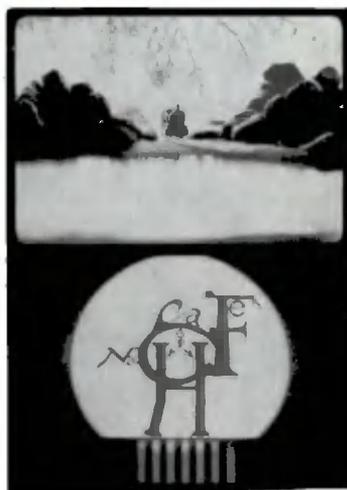


ческое доказательство, наконец — эксперимент. На первом этапе науке особенно необходим избыток гипотез, предположений, догадок, хотя при этом нельзя, разумеется, преувеличивать роль таких построений в создании научной картины мира.

«Все эти модели действительности для ученого всего лишь рабочие гипотезы, инструменты в процессе познания истины, они безжалостно отвергаются, если новые факты не подтверждают их. Но сами-то эти модели обладают относительной самостоятельностью. Их жизнь не ограничивается пределами кабинета ученого, и они, зачастую, поступают в более широкий социальный оборот», — пишет Т. А. Чернышева, исследующая процессы восприятия массовым сознанием научной картины мира¹³.

Гипотетические, не прошедшие еще проверки временем и точным экспериментом модели, проникая в сферу массового сознания, наряду с утвердившимися научными фактами участвуют в построении той общей картины окружающего мира, которую Чернышева называет натурфилософским мифом.

По ее мнению, к проблематике современной натурфилософской мифологии относятся: «космическое бытие человека; проблема внеземных цивилизаций, ответвлением от которой являются всякого рода предположения о посещении



Планета людей.

¹³ Чернышева Т. А. Фантастика и современное натурфилософское мифотворчество // Художественное творчество. Л., 1983. С. 63.





Человеческое и механическое

Земли гостями из космоса в далеком прошлом; техническое вооружение человека, в том числе роботы и всякого рода машины, ибо без них космос, как мы сейчас представляем, останется закрыт; наконец, это мифы о самом человеке, о неких скрытых силах, спящих в его организме, вроде телепатической способности; последние мифы очень тесно увязаны со всей технической проблематикой, поскольку речь идет о возможностях существования человека с его брэнной биологической оболочкой в мире высоких энергий и в космическом пространстве; к последнему циклу примыкают и идеи автоэволюции и киборгизации. Современный миф обязательно включает и третью действительность — будущее, точнее, он ориентирован в будущее, как прежний миф был ориентирован в прошлое»¹⁴.

Научное кино призвано в первую очередь служить проводником утвердившихся научных идей, доказанных положений и фактов, но одновременно оно не должно, не может игнорировать бытующих в массовом сознании мифов. С одной стороны, научный фильм с особой убедительностью способен развенчать фантастические, мифические представления и идеи, так как передает научное знание в наглядной, образной форме, т. е. в форме, родственной мифу, а с другой — он не может отвергать таких положительных черт современного мифотворчества, как устремленность в будущее и установка на создание целостной и ценностной, доступной самым широким массам образной картины мира.

Ярких примеров передачи научной идеи с помощью обращения к естественнонаучному мифу в сегодняшнем научно-популярном кино особенного много. Но, пожалуй, самым интересным и одаренным художником, работающим в этом направлении, является лауреат премии Ленинского комсомола Е. С. Саканян. Достаточно вспомнить хотя бы ее фильм «Кто разбудит аксолотля?» Эта картина, как и большинство фильмов такого «нетрадиционного» направления, строится опять-таки в нарушение всех сложившихся традиций и стереотипов, не как кинолекция с безликим голосом за кадром, а как увлекательная киноповесть, драма. Юные естествоиспытатели ищут свои ответы на загадки, имеющиеся в современной теории происхождения человека. Зрители становятся взволнованными соучастниками их «научных исследований» и встречаются с замечательными советскими учеными Д. К. Беляевым, Н. В. Тимофеевым-Ресовским, переживают неудачу «эксперимента» по превращению «странного» животного аксолотля в амбистому¹⁵, мучаются над вопросами: «является ли и человек половозрелым детенышем обезьяны?», «что могло бы вызвать такую мутацию?» Зрители получают и новейшую научную информацию (узнают и о «борьбе идей» в биологии, и о самых смелых гипотезах и догадках), но, одновременно, они ни на одну секунду не перестают быть и кинозрителями, которые огорчаются, радуются, получают эстетическое и эмоциональное наслаждение.

Вот тут-то и возникает проблема. Приверженцы «лекционного» научного кино предпринимают разнообразные попытки найти какое-то другое определение «нетра-

¹⁴ Там же. С. 64.

¹⁵ Мексиканский аксолотль «странен» тем, что, являясь всего-навсего личинкой земноводного амбистомы, способен размножаться, не превращаясь во взрослую особь.

диционным» современным фильмам, а точнее, вынести их за рамки научного кинематографа. Мнения здесь, вероятно, могут быть различными. Несомненно одно: приостановить, предотвратить развитие научного кинематографа вряд ли возможно, «экранное бытие», служащее критерием истинности произведения, со временем скорректирует оценки.

Однако отрицательные оценки технико-пропагандистских и особенно учебных картин, в основе которых — сюжетная форма повествования, все еще нередки. Например, на недавнем смотре-конкурсе фильмов по научной организации труда, проводимом на ВДНХ, жюри отвергает три остроумно и изобретательно сделанных сюжетных фильма только за то, что это, якобы, игровые художественные, а не технико-пропагандистские картины, и предлагает вообще запретить участие таких «нестандартных» произведений в конкурсе. Впрочем, о таких «ценителях» из Госкино (они обычно доминируют во всех подобных жюри) на V съезде кинематографистов СССР В. И. Толстых с большой иронией сказал, что у них вообще есть, видимо, «какой-то свой критерий искусства, который надо бы обнародовать и гласно обсудить»¹⁶.

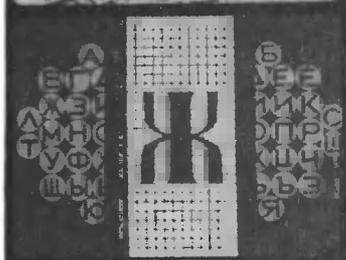
Еще до того, как педагоги заговорили о необходимости включения в учебный процесс «проблемной ситуации» и «игрового момента», создавались фильмы, названные В. А. Альтшулером «фильм-задача» или «фильм-ошибка». В то время они не были оценены по достоинству, не нашли своего места в традиционно организованном уроке, так как явно разрушали его рутинную схему, отвлекали учащихся, вызывали «излишнюю эмоциональность».

Сегодня дело обстоит несколько иначе. Именно такой сюжет, такая форма «задачи», «игры», «ошибки» чаще всего используется в фильмах, предназначенных для обучения иностранным языкам. Что же касается других предметов, то, возможно, современный учебный процесс уже в какой-то степени «созрел» для использования таких картин, но все еще явно недостаточно.

«Вернуть науке ее чувственность, интеллектуальному процессу — его пламенность и страстность... Оскопленности умозрительной формулы вернуть всю пышность и богатство живоотно ощущаемой формы», — призывал кинематографистов С. М. Эйзенштейн¹⁷. Почти столетия мы, бесконечно цитируя эти слова, обсуждаем идеи «интеллектуального кино».

Поиск продолжается... Вот еще один фильм из кинокурса по биофизике закончил режиссер Кобрин. И снова картина выходит на экран без ряда эпизодов, не понравившихся «ценителям» из Минвуза. Еще одно поражение?

Сегодня мы становимся свидетелями возрастания роли документального и научного кино, вызывающего зрительский интерес, сравнимый с произведениями художественно-игрового кино. Научный кинематограф набирает все большую силу. Ему еще предстоит стать по-настоящему популярным. Многие открытия еще впереди. А сегодня время поисков и новых идей, время сложных проблем.



Живое и мертвое.

¹⁶ Толстых В. И. // Искусство кино. 1986. № 10. С. 99.

¹⁷ Эйзенштейн С. М. Избр. произв. Т. 2. М., 1964. С. 43.

БИОЛОГ ПО ПРИЗВАНИЮ

Интервью с Ю.И.Полянским

При небывалом насыщении исследовательских лабораторий современной техникой сам исследователь подчас становится все более незаметным. Искусственный интеллект отбирает у естественного одну позицию за другой. На многих исследователей это действует почти гипнотически, а на общественное сознание тем более. Как ни парадоксально, этот «гипноз» особенно силен там, где техники и приборов явно не хватает и свои неудачи исследователь списывает полностью на их счет. Борьба с иллюзией — что машина заменяет человека — особенно необходима в наши дни, когда она становится частью борьбы не только за гуманизацию науки и общества, но и за предотвращение сползания науки с исследовательского на чисто прикладной уровень. И тут научная политика и научная экономика должны со всей остротой поднять извечный вопрос о кадрах, их подготовке, специализации, чтобы не прогадать ни экономически, ни социально. Иначе говоря, как мы вкладываем деньги и в тех ли, кто их сторицей вернет науке, государству, народу! Это одна из острых проблем перестройки в науке нашей страны. Вот чем вызвано публикуемое ниже интервью нашего корреспондента О. О. Астаховой со старейшим ученым-естественником и опытейшим университетским педагогом, в течение многих лет возглавлявшим кафедру зоологии беспозвоночных Ленинградского государственного университета, создателем лаборатории цитологии простейших Института цитологии АН СССР, автором многих школьных программ и учебников, членом-корреспондентом Юрием Ивановичем Полянским.

ЮРИЙ ИВАНОВИЧ, Вас можно причислить к старейшинам отечественной биологии. Вы формировались как биолог в ту эпоху, которую мы теперь называем классической, и продолжаете активно работать и в наше время, которое характеризуется целым рядом изменений в биологии. Имеется ли существенное различие между современной и так называемой классической биологией?

Для ответа на Ваш очень важный и принципиальный вопрос необходим небольшой исторический экскурс. Развитие любой науки никогда не идет гладко и равномерно. Периоды «взлета» чередуются с относительно спокойным развитием, а иногда и некоторым застоем. Причины этих колебаний изучает науковедение. Они очень сложны и определяются многими факторами, как социального порядка, так и внутренними закономерностями развития самой науки. Такая неравномерность в развитии свойственна и биологии. В 30-х годах XIX столетия «взлет» биологии был обусловлен становлением кле-

точной теории, давшей совершенно новое понимание строения и индивидуального развития организма. Грандиозный скачок в развитии биологии в 60-е годы XIX в. произошел в связи с созданием Дарвином теории эволюции. Возник принципиально новый исторический подход к органическому миру. Исторический метод в биологии сыграл огромную прогрессивную роль, внедрив эволюционный подход во все биологические дисциплины.

Если взять более близкие к нам времена, то большое значение в развитии биологии имел «синтез» генетики и «классического дарвинизма», создание «синтетической теории эволюции». Этот «взлет» произошел в 20—30-е годы нашего столетия. В конце 50-х годов начинается новый, вероятно, особенно мощный «взлет» биологии — создается молекулярная биология, возникает новый уровень рассмотрения биологических процессов — молекулярный. Этот этап начался с эпохального открытия Дж. Уотсоном и Ф. Криком «двойной спирали» ДНК, позво-

лившего расшифровать наследственный код и раскрыть молекулярные основы передачи наследственной информации. Дальнейшим развитием этих открытий явилась генная инженерия, связанная с нею биотехнология и ряд других крупнейших завоеваний биологии, открывающих широчайшие перспективы и для практической деятельности человечества.

Вы спрашиваете, имеются ли существенные различия между современной и так называемой классической биологией? Однозначно ответить на этот вопрос затрудняюсь... Если хотите — и да, и нет! Каждый новый этап развития биологии существенно отличается от предыдущего. Обычно он раскрывает новый уровень исследования жизни, дает новое «видение» биологических процессов. В этом плане и современный этап, характеризующийся бурным развитием молекулярной биологии, существенно отличается от предшествовавшего. Но вместе с тем он неразрывно связан с предшествующими этапами развития, существовать без них не может и взятый изолированно сам превращается в «нонсенс». Я знаю, преимущественно среди молодежи, таких увлеченных «суперменов», которые с улыбкой снисхождения и превосходства говорят о цитологии, эмбриологии и других «рутинных» науках как о чем-то архаичном, как об историческом прошлом. Их речь всегда пестрит модными терминами «кодон», «репликон» и т. п. Они оказываются, однако, совершенно беспомощными, как только сталкиваются с реальными биологическими проблемами, такими, например, как адаптация, клеточная дифференцировка, видообразование и другие.

Молекулярная биология — великое достижение современной науки — не решает самостоятельно всех проблем биологии. Ее действительное значение выступает особенно ярко лишь тогда, когда молекулярный уровень рассмотрения живого сочетается с другими уровнями.

Классической биологии никогда не был присущ снобизм, выражаемый в пренебрежении общими, широкими, «мировыми» вопросами. В последние годы в биологию вошла могучая техника. Даже те или иные эксперименты на живом сегодня могут быть заменены математическим моделированием. Экспериментировать можно на компьютере. Подлинная наука начинается там, где исследователь делает шаг в неизвестное. Чтобы сделать этот шаг в будущее, нужно кое-что помимо эрудиции. Талант. Вера в возможность получения нового результата. Этический и эстетический багаж и яркая ин-

дивидуальность исследователя. Личностный параметр.

Вот классическая биология, не имевшая центрифуг, рентгеноструктурного анализа, тонких химических и физических методов, не говоря уже о компьютере, вполне справлялась со своими задачами. Банальный пример. Биологи-классики не имели фотоаппаратов и должны были хорошо рисовать — рисовали животных, растения, клетки и даже хромосомы. Эта примитивная по нынешним временам техника воспитывала острую наблюдательность и мудрое зрение. Зоологи, как правило, были отличными охотниками. Живая природа становилась для них не просто предметом изучения, а их любовью.

Сейчас, взявшись за ум, мы все становимся экологами. Но разве безумная порча природы современными агрохимиками не явилась следствием их ненатуралистического подхода? Разве не чисто технарским подходом объясняется борьба за повышение урожайности за счет превышения предельно допустимой концентрации в них нитратов?

И, наконец, природа — лучший учитель биолога, от которой мы привыкли брать милости силой, перестала быть нашим помощником и другом, а сделалась жестоко эксплуатируемым работником! За эту самонадеянность современной биологии мы и расплачиваемся.

Вывод: современный биолог, вооруженный до зубов современной техникой, должен не забывать своей классической генеалогии и, будучи геным инженером, молекулярным биологом, оставаться натуралистом.

Не противопоставляя поколения отцов и детей в биологии, нельзя не признать, что все меньше и меньше становится, как говорили в старину, биологов по призванию. В чем, по Вашему мнению, причина этого?

Ответить односложно на этот вопрос нельзя. Прежде всего надо уточнить, кого мы называли биологом по призванию. На мой взгляд, это натуралист широкого кругозора и эрудиции, умеющий соединять частное и общее, масштабно мыслить, это специалист в своей области, владеющий близкими науками, их общими закономерностями, умеющий приложить эти знания к общей философии естествоиспытателя.

Таким ученым был Николай Иванович Вавилов, с которым мне посчастливилось встречаться. Я не знал человека, более образованного и более широко эрудированного. Помимо блестящих знаний генетики и растениеводства он прекрасно владел пред-

ставлениями о биосфере и эволюции, глубоко разбирался в географических закономерностях развития, такими биологами были и хорошо мне знакомые В. В. Сахаров, Б. Л. Астауров, оставившие прекрасную научную школу.

А Владимир Иванович Вернадский не только великолепно знал многие области естествознания — был и химиком, и геологом, и биологом самого широкого профиля, но и создал целый ряд новых научных направлений, ставших впоследствии самостоятельными разделами естествознания. Я назвал бы его естествоиспытателем по званию.

Из всего опыта своей жизни я вынес глубокое убеждение, насколько важно уметь сочетать общее и частное. Однако сегодня это становится все сложнее и сложнее, прежде всего в силу стремительной специализации наук. Если исследователь XVII в. мог быть и зоологом, и ботаником, и химиком, и минералогом, и вообще естествоиспытателем самого широкого профиля, как В. И. Вернадский, то при нынешнем состоянии науки это просто невозможно. Каждый современный ученый — это прежде всего специалист в своей, иногда крайне узкой области, которая, однако, очень важна для всей науки в целом. Скажем, я занимаюсь одноклеточными эвкариотными организмами. Я должен знать очень хорошо протистологию, т. е. свою специальность. Но достаточно ли это для биолога? Безусловно, нет. Дальше в развитии биолога и становлении его как ученого начинается познание науки, я бы сказал, концентрическими кругами. Если я, будучи прото-зоологом, хочу широко мыслить и понимать окружающие явления, размышлять об эволюции жизни, я не могу ограничиться только своей узкой областью. Однако совершенно ясно знать всю зоологию так же хорошо, как я знаю протистологию, я не могу. Я должен знать ее более обобщенно, но вместе с тем и глубоко, и научно. Но и этого совершенно недостаточно. Если я не буду знать основ современной генетики и молекулярной биологии, ни о каких широких обобщениях даже в моей частной области не может быть и речи. Значит, я должен владеть, хотя бы в общих чертах, но не дилетантски, и генетикой, и молекулярной биологией. Я должен так же знать экологию, формы взаимоотношений различных организмов с окружающей средой, структуры органических сообществ, понимать, что такое биогеоценология, и, наконец, иметь общее представление о биосфере.

Мне могут возразить: «ведь нельзя все это знать профессионально». Да, я не могу

знать все одинаково глубоко. Но в том-то и заключается задача ученого, чтобы концентрическими кругами приблизиться к пониманию сущности явлений иного порядка, без чего частности нельзя связать в единое целое.

Тот, кто это может, становится лучшим ученым. Кто не может (он тоже приносит пользу науке) — остается специалистом в какой-то узкой области. И боже упаси думать, что, изучив какую-то одну область, можно ясно представлять себе всю сущность биологической науки и все особенности жизни как особой формы движения материи.

Узкий профессионализм в настоящее время, действительно, свойствен многим ученым самого разного возраста. На это имеются объективные причины. Во-первых, объем изучаемого материала в биологии растет с такой невероятной быстротой, что охват всего материала в целом, понимание явлений жизни в широком глобальном аспекте становится все более сложным. Но я бы не сказал, что широких биологов сейчас совсем нет. Среди той молодежи, с которой мне приходилось иметь дело на протяжении моей почти полувековой профессорской деятельности и сейчас приходится сталкиваться как руководителю лаборатории академического института, есть разные биологи. Есть широко мыслящие, интересующиеся самыми различными сторонами биологии, но есть и узкие специалисты, делающие полезное и нужное дело, но не более. Это их качественное своеобразие, и ничего вы с ними не поделаете. Однако задача каждого руководителя научного коллектива стараться, чтобы среди его учеников было как можно больше широких биологов. Ведь как ни специализируется сегодня наука, все же биология остается наукой о жизни, и охват жизни в целом, в совокупности всех ее частных проявлений столь же необходим, как и углубление и в отдельные частные явления. Хотя, чем быстрее развивается наука, тем сложнее становится этот синтез.

Видимо, нельзя не согласиться с тем, что известный период истории отечественной биологии, в особенности после печально знаменитой сессии ВАСХНИЛ в августе 1948 г., наложил серьезный отпечаток на развитие генетики, а может быть, и всех направлений биологии в нашей стране! Можно ли сказать, что сегодня наследие этого периода преодолено!

Мы до сих пор еще не можем полностью учесть тот колоссальный вред, который принесла развитию советской науки августовская сессия ВАСХНИЛ 1948 г. и все, что

с ней было связано. И, конечно, даже теперь, по прошествии более 40 лет, нельзя сказать, что эта болезнь биологии окончательно излечена.

Вспомним немного историю. Конец 20-х — начало 30-х годов был периодом необычайного взлета биологической научной мысли в России.

В те годы в нашей науке наметились такие направления, которые как бы предвосхитили открытия 40-х, даже 50-х годов. Намечались первые подходы к раскрытию природы гена. Н. К. Кольцов высказал идею о молекулах — носителях наследственной информации и об их репликации. С. С. Четвериков, выдающийся мыслитель и биолог того времени, заложил основы популяционной генетики и синтетической теории эволюции. Его работы в области популяционной генетики сыграли основополагающую роль во всем развитии этой области в мире. Это направление затем перешло в США (работы Добжанского), во Францию (работы Тессе) и другие страны. Но принципиальные основы этого направления были заложены у нас. Все это открывало широкие перспективы для практики. Достаточно вспомнить вавилонское учение о центрах происхождения культурных растений, о той колоссальной теоретической и практической его работе, которая породила руководимый им Всесоюзный институт растениеводства. Наука приобретала все больший и больший размах, обогащалась новыми кадрами, в науку шла талантливая молодежь. Я вспоминаю этот период как дружную многообещающую весну для всех биологических наук.

И потом все это кончилось, было загублено, уничтожено, но это не только вопрос биологии, это вопрос глубокий, политический, связанный с культом личности человека, который ничего не понимал в том, чем он хотел руководить, который считал свое мнение истиной в последней инстанции, который любые отклонения от своих иногда совершенно нелепых представлений превращал в политическое дело. «Врагом народа» становился всякий, кто не был согласен с той или иной линией.

Повторяю, это был разгром и моральный, и материальный. Эпоха рождает людей, рождает личности. Эпоха культа личности породила таких моральных и научных уродов, каким был Лысенко, таких гангстеров, каким был Президент. Страшно было жить и работать в то время, когда Вавилов и его ближайшие соратники оказались репрессированы. Большинство из них погибло, другие, боясь такой участи, начинали каяться, люди, которых я не хочу называть, потому

что я знаю — это честные люди и настоящие ученые, выходили на трибуну и били себя в грудь. Представления Лысенко, совершенно ненаучные, такие как наследование приобретенных признаков, порождение видов и т. п., находили отражение в самых различных областях биологии. Например, в цитологии (науке о клетке) внедрилась дикая идея о развитии клетки из живого внеклеточного вещества. Это было примерно то же самое, что спонтанное зарождение мух, о котором говорилось в XVII в. И это после таких блестящих биологических открытий нашей биологической школы, которые и сегодня входят в золотой фонд мировой науки. Результат таких изменений был поистине трагическим. Прежде всего это имело самые тяжелые последствия для практики. Как известно, созданная Вавиловым система селекционных станций, опорных пунктов, экспедиций, дающая богатейший материал для селекции, созданные новые сорта — все это было уничтожено.

И если сегодня приходится слышать, что урожайность сельскохозяйственных культур недостаточна, то, безусловно, в значительной степени это обусловлено разрушением системы семеноводства в те годы. Это же в полной мере относится и к животноводству. В этом и прямой ответ на Ваш вопрос, изжита ли болезнь отечественной биологии окончательно. К сожалению, нет, поскольку такие вещи сразу легко не устраняются, и потому мы до сих пор пожинаем плоды того застойного периода в биологии.

Известно, что среди отечественных биологов высшей международной премией — Нобелевской — были отмечены лишь Мечников и Павлов. Отражает ли этот факт истинное место наших биологов в мировой науке? А если нет, то с чем это связано?

В начале 30-х годов уровень отечественной науки, как я уже говорил, был чрезвычайно высоким. Работы, выполненные в те годы, я имею в виду прежде всего работы Н. И. Вавилова и С. С. Четверикова, были, безусловно, достойны Нобелевской премии, они вполне соответствовали уровню этих высоких премий. Но премии не были присуждены. Вероятно, это было связано с тем, что в середине 30-х годов началась темная волна лысенковщины и вся истинная наука на этом кончилась. За что же было присуждать премии? Будем надеяться, что в недалеком будущем в числе Нобелевских лауреатов будут и советские биологи.

Известно, что успехи отечественной биологии в начале века были обязаны не

в последнюю очередь тесным творческим связям наших ученых с зарубежными коллегами. Все аспиранты (тогда это — оставленные при университете для подготовки к профессорскому званию) ездили за опытом на двухгодичную зарубежную практику. Вряд ли сегодня есть смысл говорить о восстановлении этого института подготовки аспирантов, к тому же обмен студентами происходит и теперь. Но достаточен ли он!

К сожалению, обмен студентами и аспирантами, а также обмен результатами научных работ между нашей страной и западными странами явно недостаточен (я не говорю здесь о социалистических странах — с ними связь довольно тесная). И от этого в первую очередь, конечно, страдаем мы.

Во многих капиталистических странах охотно принимают наших специалистов. Мне, например, неоднократно приходилось бывать во Франции. Сколько раз мои французские коллеги убеждали присылать к ним наших студентов и аспирантов. Помню, как, работая на морской биологической станции на берегу Ла-Манша, я почти договорился о создании группы советских студентов. Руководители биологической практики (большинство из них были французскими коммунистами) с энтузиазмом взялись за организацию такой группы. Однако обмен не состоялся, хотя это было бы полезно для обеих сторон. И, к сожалению, это не единственный пример. Во Франции имеется 17 прекрасных морских биологических станций, работа на них принесла бы огромную пользу нашим студентам. Это в равной мере относится и к приему у нас иностранных студентов. Но мы не можем брать на практику иностранных студентов, потому что большинство наших биологических станций находятся в закрытых зонах. А всякий обмен должен быть двусторонним. Отсутствие такого обмена — огромный минус в нашей работе. Я бы вспомнил здесь давно прошедшие времена, когда Петр I, прекрасно сознавая важность общения, посылал русскую молодежь работать в Голландию, во Францию.

Раз уж мы заговорили на эту тему, хотелось бы Вам, как человеку, отдавшему немало сил педагогической деятельности, написавшему не один учебник и создавшему не одну учебную программу, задать вопрос о нашей педагогической политике в области биологии. Все ли тут в порядке?

На этот вопрос я могу ответить однозначно: не в порядке. Прежде всего несколько слов о средней школе, поскольку именно в ней закладываются основы образования, в том числе и биологического. Во вре-

мя засилья лысенковской идеологии, т. е. с конца 30-х до начала 60-х годов, в средней школе вместо биологии преподавали «бог знает что». «Переработанные» школьные программы проповедовали несуществующие законы, такие как закон о наследовании приобретенных признаков, какие-то мичуринские законы, которые, кстати, сам Мичурин никогда не формулировал. Полностью замалчивались генетика, закономерности развития, размножения. Таким образом, в течение более 20 лет люди, заканчивающие среднюю школу и, вроде бы, получившие полноценное образование, были абсолютно безграмотны и не только безграмотны, но «начинены» ошибочными антинаучными представлениями в области биологии. Такая ситуация тяжело сказалась на практической деятельности в самых разных областях народного хозяйства.

В конце 60-х годов школьная программа была полностью пересмотрена, были созданы новые учебники, в которых излагались основы настоящей биологии, организованы курсы усовершенствования для учителей. Казалось бы, преподавание биологии вступило на нормальные рельсы. И действительно, работая в университете в течение многих лет, я ясно почувствовал, как в конце 60-х годов в корне изменилась студенческая аудитория: я мог свободно говорить со студентами 1-го курса на нормальном биологическом языке, тогда как в период господства так называемой мичуринской биологии даже понятие клеточного ядра и хромосомы воспринималось студентами как нечто непотребное, чуть ли не как что-то не совсем приличное. Нужна была большая предварительная работа, чтобы объяснить, что такое основы биологии. Однако за последние 2—3 года наметились существенные сдвиги явно в худшую сторону. Об этом нужно просто кричать. Об этом нужно сказать специально.

Сначала несколько предварительных замечаний. Биология занимает особое место в образовании современного человека, биология лежит в основе всех наших представлений об окружающей природе, всех вопросов охраны природы, ее рационального использования, всех вопросов сельского хозяйства, медицины — все это биология, обращенная в практику. Человек, не знающий биологии, не может быть хорошим хозяином ни в поле, ни в целом ряде областей народного хозяйства, ни в медицине, ветеринарии, зоотехнике.

Между тем, за последние годы мы опять наблюдаем ослабление биологического образования в средней школе. Совсем

недавно произошла школьная реформа, которая наметила ряд положительных изменений. Этот вопрос обсуждался на Пленуме ЦК КПСС. Основные положения школьной реформы надо обозначить как существенное развитие наших социальных отношений. Но иногда с водой выплескивают и ребенка. Так произошло и со школьной программой по биологии. Что же произошло? Сократили часы на преподавание биологии в старших классах, поскольку были введены новые предметы, например этика семейной жизни. Мне не совсем понятно, как можно в школе на уроках изучать этику семейной жизни; на мой взгляд это дело, скорее, воспитательной, а вовсе не учебной работы. Тем не менее сейчас в старших классах на биологию отведен всего один час в неделю, а ведь нужно пройти основы генетики, молекулярной биологии, эволюционного учения, дать представление о биосфере.

Такое положение совершенно недопустимо, и я понимаю возмущение школьных преподавателей биологии. Ведь речь идет не просто об увеличении количества занятий, а о подготовке к практической деятельности. Я абсолютно убежден, что целый ряд грубейших экологических нарушений, скажем загрязнение водоемов (например, Ладоги), происходит не потому, что существуют плохие люди, которые хотят испортить окружающую природу. Они просто не понимают, что делают, выполняют государственные планы, но совершенно не знают последствий своих деяний, ибо не знают ни основ экологии, ни учения о биосфере. Разве можно одними показателями и постановлениями сохранить экологическое равновесие в природе? Для этого надо знать ее законы, а сегодняшнее школьное образование таких знаний в должной мере не дает.

Я глубоко убежден, что биологическая малограмотность существенно тормозит решение Продовольственной программы. Ведь без знания основ биологии все практические мероприятия повисают в воздухе. Я считаю, что школьная программа по биологии должна быть пересмотрена в самое ближайшее время. Программа сама по себе была в свое время составлена неплохо, однако сейчас все повернуто с ног на голову, изменена вся последовательность изложения, что, безусловно, мешает усвоению. При этом Академия педагогических наук занимает весьма странную позицию: вместо того, чтобы принимать серьезные меры по ликвидации создавшегося положения, обсуждаются вопросы о дальнейшем сокращении существующей школьной биологической программы.

Если мы обратимся к высшей школе, то увидим, что уровень преподавания (по крайней мере, в университетах) достаточно высок. Я думаю, что мы не уступаем западноевропейским университетам, в которых мне также приходилось преподавать. Однако и здесь есть серьезные недостатки, которые очень скоро пагубно скажутся на работе высшей школы.

Во-первых, это плохое научно-техническое оборудование учебных лабораторий. Студенты совершенно не знакомы с теми приборами, с которыми они сталкиваются, выходя из стен вуза. Многие выпускники смотрят на электронный микроскоп или компьютер, как на заморское чудовище. Вопросы научно-технической оснащенности, по крайней мере Ленинградского университета, ниже всякой критики. И второй момент: недопустимо высока нагрузка профессорско-преподавательского состава. Как можно требовать от преподавателя университета, чтобы он, давая по 800 часов в год, хорошо к этим занятиям готовился, был в курсе научной литературы и при этом вел полноценную научную работу? Совершенно непонятно, на кого рассчитана подобная нагрузка. Ни в одной стране нет такого положения: в социалистических странах обычная нагрузка преподавателя университета — 300—400 часов в год, а в западных странах еще меньше. Пока эта ситуация не изменится, все призывы поднимать уровень преподавательской работы и повысить исследовательский потенциал останутся пустыми словами.

Еще один важный недостаток нашей педагогической политики в высшей школе — разрыв академической и вузовской науки. Ученые Академии почти не связаны с вузами. Такое положение имеет свои печальные последствия и приводит к тому, что представители академической науки становятся узкими специалистами, которые не представляют себе всей науки в целом. Еще не так давно академик обычно читал курс лекций, имел своих учеников в вузе, руководил кафедрой. Лет 10 назад совместительство было запрещено якобы по морально-этическим соображениям (т. е. расценивалось как погоня за длинным рублем). Вузовские специалисты остались в своем замкнутом кругу, со своей слабой технической оснащенностью, соответственно снизился и уровень преподавания. Об этом разрыве академической и вузовской науки много говорили в последнее время, в том числе и на общих собраниях Академии наук, но фактически — воз и ныне там.

Откуда же академия будет пополнять

свои кадры, получать талантливую молодежь? Ведь чтобы вырастить достойную смену, надо знать молодежь, надо поставить ее на научный путь, дать возможность ей еще в студенческие годы поработать в академических институтах. Тем более, такой положительный опыт у нас уже есть — Новосибирский научный центр именно так строит свою работу и весьма успешно. Достаточно тесные связи имеются между Московским университетом и академическими учреждениями, но у других университетов и вузов связи с Академией наук слабы или вообще отсутствуют.

В целом мы имеем сегодня как бы две науки: академическую (1-го сорта) и вузовскую (2-го сорта). Но может оказаться, и очень скоро, что академическая наука перестанет быть наукой 1-го сорта, старики уйдут, а достойной смены им не будет.

В свое время в решении всех этих вопросов, о которых мы сейчас говорили, большую роль сыграли различные научные общества: ботаников, генетиков и селекционеров, протозоологов, гидробиологов, гельминтологов, антропологов и вообще естествоиспытателей. Как обстоят дела с научными обществами в наши дни?

Это исключительно важный, а для меня, как президента двух научных обществ — протозоологов и естествоиспытателей при Ленинградском университете — просто большой вопрос.

Мне совершенно непонятно, почему у нас такое прохладное, я бы даже сказал, безразличное отношение к научным обществам. Ведь один из серьезных, даже главных недостатков нашей науки — ее ведомственная разобщенность. Институты Академии наук СССР, Академии медицинских наук, различные производственные объединения подчас совсем не связаны между собой, каждый из них варится в собственном соку. Преодолеть эти барьеры, разрушить их — один из лейтмотивов научной политики. А сделать это можно только через научные общества, которые объединят специалистов всех ведомств, всех направлений. Возьмем, к примеру, специальность, в которой я работаю — протозоологию. Мы создали в 1968 г. Всесоюзное общество протозоологов. Зачем, почему это было важно? Протозоологи работают в самых разных учреждениях: в Академии наук СССР, Академии медицинских наук, университетах, ветеринарных институтах, во всех республиканских академиях, но все они разобщены. А специального института протозоологии нет. Нет возможности общения, обмена опытом.

Когда было создано общество, научная работа протозоологов получила совсем иное звучание. Наконец, люди получили возможность координированно планировать свою работу.

Так, на последнем съезде протозоологов, проходившем в феврале 1987 г., была принята резолюция, направляющая работу всех протозоологов страны на XII пятилетку. Впрочем сейчас положение меняется к лучшему. Принято решение Президиума АН СССР о научных обществах, которое изменит ситуацию. Будем надеяться, что оно будет способствовать активизации работы научных обществ, рост которых (подчеркнем это еще раз) в период перестройки особенно необходим.

Бурные успехи в математике, физике, науках о Земле, астрономии, космонавтике и других науках в недалеком прошлом не могли не отодвинуть биологию в глазах общественного мнения на второй план. Теперь мы видим, что без острого и верного биологического мышления, которое сейчас почему-то переименовано в экологическое, все науки о космосе начинают страдать односторонностью. И сегодня уже намечается поворот во взглядах на важность правильного соотношения в развитии всех наук, на необходимость их комплексного развития. Как Вы считаете, значительны ли эти перемены?

Несомненно. Только комплексное развитие всех наук о природе может обеспечить и полноценное развитие самих наук, и подлинную связь их с практикой. Многие, и в первую очередь физики, это очень хорошо понимают, например отдают должное огромной роли молекулярной биологии в изучении закономерностей эволюции.

Однако скорость этих перемен недостаточна. Отчасти это зависит от того отношения к биологии, которое все еще существует в нашем обществе, о чем я уже говорил. Необходимость «биологизации» вроде бы признается, но реализуется плохо. А без широкого развития биологических знаний невозможно развитие не только сельского хозяйства, здравоохранения, охраны природы, но и всего нашего общества. Мне бы хотелось закончить нашу беседу словами крупнейшего физика академика И. Е. Тамма, который еще в 50-е годы сказал, что из века физики мы вступаем в век биологии и биология раскроет нам многие загадки жизни и поможет понять формы существования мира и материи. Я думаю, что он был совершенно прав.

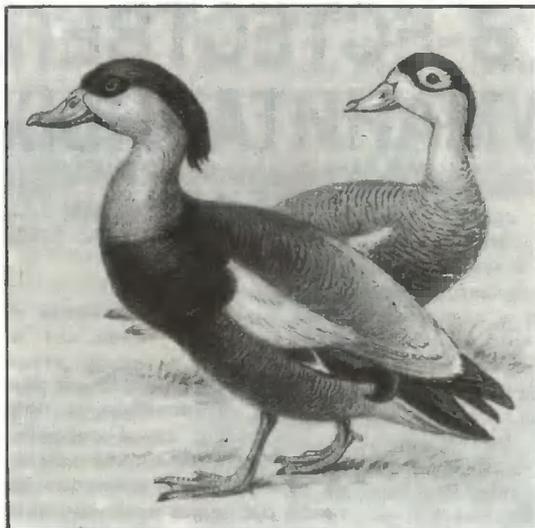


Охрана природы

Поиски хохлатой пеганки

Хохлатая пеганка (*Tadorna cristata*) принадлежит к редчайшим птицам мира. Эта утка впервые была описана японским орнитологом Н. Курода лишь в 1917 г., хотя кое-что о ней было известно и раньше. Хохлатых пеганок содержали в Японии в неволе в XVIII в.; сохранилось несколько рисунков XVIII—XIX вв.; в музеях мира есть всего три чучела — самца и двух самок (одна из них была куплена датским моряком у охотника во Владивостоке в 1877 г., другая — убита в 1916 г. на юге Кореи). Известно также о поимке одной пары в 1822 г. у южной оконечности о. Хоккайдо¹. Вот и все более чем скудные сведения, имеющиеся у орнитологов. Поскольку после 1916 г. никаких новых данных не поступало, Международный совет по охране птиц занес хохлатую пеганку в список исчезающих видов. Однако вскоре появилось сенсационное сообщение о наблюдении 16 мая 1964 г. самца и двух самок в заливе Петра Великого, возле о-вов Римского-Корсакова (Южное Приморье)². Это вселило определенную надежду, но все-таки и сейчас хохлатая пеганка числится в списке предположительно исчезнувших видов в «Красной книге МСОП».

На XVIII Международном орнитологическом конгрессе, проходившем в Москве в 1982 г., польский орнитолог Е. Новак предложил провести широкую акцию по спасению хохлатой пеганки. В случае обнаружения живых птиц в природе необходимо создать специальные резерваты и запретить добычу; потребуется дополнить некоторые международные природоохранные документы (например,



Самец и самка хохлатой пеганки (отряд гусеобразных, семейство утиных). Вид внесен в Красные книги РСФСР, СССР и МСОП. (Рисунок Н. Курода из «Красной книги РСФСР», 1983. С. 190.)

хохлатая пеганка не включена в советско-японскую конвенцию по охране птиц); следовало бы также провести в подходящих зоопарках необходимые приготовления для содержания этих птиц.

Первым этапом в деле спасения хохлатой пеганки стала широкомасштабная поисковая акция, начатая в Советском Приморье, на северо-востоке Китая, в КНДР и Южной Корее, на берегах Японии. Материально и организационно акцию поддержал ряд международных и европейских объединений по изучению и охране птиц. В ФРГ была отпечатана специальная открытка тиражом 300 тыс. экз. с цветным рисунком самца и самки хохлатой пеганки, а на обратной стороне — с обращением на русском, корейском или китайском языке. Поисковые работы в нашей стране координировал орнитолог В. А. Нечаев; тысячи открыток ежегодно распространялись в Приморском крае, на Сахалине и Курилах, специальные сообщения публиковались в местной печати.

Места гнездования хохлатой пеганки пока обнаружить не удалось. Однако благодаря проведению этой поисковой акции стало известно, что в марте 1971 г. двух самцов и четырех самок наблюдали на севе-

ро-востоке Кореи (после проверки достоверности сообщения оно было опубликовано³). Таким образом, еще в начале 70-х годов вид существовал в природе.

Временные неудачи, по мнению Е. Новака, можно объяснить тем, что популяцию крайне низкой численности очень трудно обнаружить на обширных пространствах Восточной Азии. Кроме того, места гнездования, вероятно, расположены в труднодоступных горных районах; основные места зимовок находятся на побережье Китая (где очень мало людей, способных определить этот вид); перелеты утки могут совершать ночью и на большой высоте, а останавливаться на отдых — в открытом море⁴.

Поиски хохлатой пеганки продолжают. Наибольшие надежды возлагаются на Советское Приморье и Северо-Восточный Китай. Быть может, настоящее сообщение пробудит дополнительный интерес к поискам и поможет их успеху.

В. Н. Грищенко
Киев

¹ Винокуров А. А. Редкие птицы мира. М., 1987. С. 31—32.

² Лабзюк В. И., Назаров Ю. Н. // Орнитология. 1967. Вып. 8. С. 363—364.

³ O Myong Sok // J. Ornithol. 1984. Bd. 125. S. 102—103.

⁴ Nowak E. // Falke. 1987. № 11. S. 354—359.

ОБЪЯСНЕНИЕ И ПОНИМАНИЕ В ЕСТЕСТВЕННЫХ И ГУМАНИТАРНЫХ НАУКАХ

Г.И.Рузавин



Георгий Иванович Рузавин, доктор философских наук, профессор, ведущий научный сотрудник Института философии АН СССР. Специалист в области философии и методологии науки. Автор ряда монографий, в том числе: *О природе математического знания*. М., 1968; *Методы научного исследования*. М., 1974; *Научная теория*. М., 1978; *Философские проблемы оснований математики*. М., 1983; *Математизация научного знания*. М., 1984.

К ЧИСЛУ важнейших задач любой науки относят обычно объяснение и понимание исследуемых явлений. Однако сами способы объяснения и понимания не могут быть одинаковыми в разных науках из-за различия их предметов и методов познания. В наибольшей степени такое различие присуще естественным и гуманитарным наукам. В то время как естествознание изучает мир природы, гуманитарное знание имеет дело с миром человека, обществом, в котором он живет. Если в природе действуют слепые, бессознательные, стихийные силы, то в обществе ничего не делается без участия воли и сознания человека. Все это не могло не повлиять на специфику методов объяснения и понимания, используемых в естественных и гуманитарных науках.

В обиходе различие между объяснением и пониманием довольно неопределенно, и два эти слова зачастую употребляются как синонимы. В науке же исторически сложилось так, что специфической для понимания областью считался мир человека, а для объяснения — мир природы. Еще в античной науке Аристотель истолковывал действия и поступки людей телеологически, т. е. исходя из их целей, намерений и мотиваций. В противоположность этому, начиная с Галилея, в экспериментальном естествознании широкое распространение получили объяснения, основанные на раскрытии причин явлений. Значительные успехи, достигнутые естествознанием при объяснении природных процессов, в немалой степени способствовали тому, что стандарты такого объяснения были объявлены позитивистами идеалом всякого научного объяснения вообще. Рассматривая общество как механический агрегат индивидумов, они призывали перенести простые причинные методы объяснения и в мир человека и тем самым построить своего рода «социальную физику». Антипозитивистски настроенные социологи и историки, напротив, подчеркивали, что естественнонаучные методы, имея дело с общими законами природы, не в состоянии объяснить индивидуальные, неповторимые особенности социально-исторических процессов, а также целей и намерений людей. Поэтому некоторые из них призывали целиком отказаться от объяснения гуманитарных явлений и сосредоточиться на их понимании, основанном на изучении мотивов деятельности людей и их ценностных ориентиров.

Однако такое резкое противопоставление понимания объяснению нельзя признать правильным, ибо оно абсолютизирует различие методов естественных и гуманитарных наук и не видит связи и единства между ними. Чтобы убедиться в этом, рассмотрим несколько подробнее, что собой представляют объяснение и понимание с общеметодологической точки зрения и какие конкретные формы приобретают эти методы в естественных и гуманитарных науках.

ОБЪЯСНЕНИЕ КАК ПРОЦЕСС И РЕЗУЛЬТАТ ПОЗНАНИЯ

Наблюдая многочисленные явления и процессы в природе и обществе, мы замечаем определенную их **регулярность**, повторяемость, постоянство. Эта регулярность может быть выражена с помощью простейших индуктивных обобщений, эмпирических и теоретических законов науки. Чем выше уровень знания объективных законов мира, тем глубже они раскрывают сущность изучаемых явлений, внутренние, необходимые связи между ними. Объяснить явление — значит установить, какой регулярностью или законом оно управляется, что служит основой его повторяемости и инвариантности. Отсюда непосредственно следует, что любое объяснение, в особенности научное, не может основываться на отдельных фактах. Иногда, правда, в качестве объяснения одного факта ссылаются на другой. Например, чтобы объяснить удлинение металлического стержня, указывают на факт его нагревания. Но в данном случае нетрудно заметить, что под фактом подразумевается в действительности хорошо знакомый эмпирический закон о расширении тел при нагревании.

Когда речь идет об объяснении явлений в повседневной жизни, чаще всего ссылаются на такие элементарные обобщения, которые трудно даже отличить от фактов. Тем не менее и в этих случаях объяснение опирается на некоторые эмпирически найденные регулярности. Таким образом, любой единичный факт не может служить основой для объяснения. Наоборот, сам факт требует объяснения с помощью общих суждений, начиная от простого эмпирического обобщения и кончая глубокими теоретическими законами и системами.

В научном познании исторически и генетически объяснение фактов начинается с открытия **эмпирических законов**, которые устанавливают регулярные, повторяющиеся, необходимые связи между непосредственно

наблюдаемыми фактами, например свойствами вещей и явлений. К числу подобных законов принадлежит приведенный выше закон теплового расширения тел, связывающий такие эмпирически наблюдаемые свойства тел, как их длина (объем) и температура. Дальнейшим этапом в объяснении является математическая формулировка этих законов, т. е. описание функциональной связи между соответствующими величинами, например в виде формулы.

Объяснение с помощью эмпирических законов раскрывает лишь внешние связи между фактами. На вопрос, почему расширилось тело, мы отвечаем ссылкой на закон, согласно которому повышение его температуры всегда приводит к расширению тела. Однако такое объяснение не может удовлетворить ученого и он стремится найти более глубокие **теоретические законы**, в которых речь идет о внутренней связи между наблюдаемыми объектами. Именно такими законами являются законы, составляющие ядро молекулярно-кинетической теории. Вводя теоретические представления о молекулах и атомах и законах их движения, эта теория дала возможность объяснить не только закон теплового расширения тел, но и большое количество других связанных с ней эмпирических законов.

Таким образом, поиски все более глубоких объяснений фактов приводят к открытию законов и теорий, которые адекватнее, полнее и точнее отображают исследуемую область явлений. Можно сказать поэтому, что прогресс в научном объяснении способствует росту и развитию самого научного знания. В самом деле, когда ученый сталкивается с новыми фактами, которые не согласуются с известными до этого знаниями, он стремится объяснить их путем открытия новых законов или построения других теоретических систем. Поэтому в историческом плане объяснения всегда представляют собой процесс поиска все более глубоких и общих законов и теорий, которые точнее и полнее отображают мир. Отсюда следует, что объяснение фактов и законов связано также с установлением их соответствия объективной реальности, т. е. с оценкой **истинности**. Под законами здесь подразумеваются эмпирические законы, которые всегда стремятся объяснить с помощью законов теоретических.

В каждом конкретном случае объяснение выступает также как определенный результат познания, который опирается на вполне определенное обобщение, закон или теорию. Конечно, поиски объяснения всегда следует рассматривать как процесс иссле-

дования, но когда такое объяснение найдено, его можно анализировать методами современной логики.

СТРУКТУРА НАУЧНОГО ОБЪЯСНЕНИЯ

Нередко, говоря об объяснении, его характеризуют как подведение факта под некоторое обобщение, закон или теорию. Такая характеристика является, однако, слишком неопределенной, чтобы получить ясное представление о логической форме объяснения. Во-первых, остается неясным, что означает сам термин «подведение». Во-вторых, достаточны ли для объяснения только общие суждения в виде обобщений, законов и теорий? Чтобы исключить подобного рода вопросы, рассмотрим логическую структуру наиболее часто используемых в науке объяснений, которые называются дедуктивными.

С логической точки зрения, они представляют собой дедуктивный вывод некоторого частного утверждения (например, факта) из совокупности определенных посылок. В качестве большой посылки в науке используются обычно эмпирические и теоретические законы, а меньшей посылкой служат утверждения, характеризующие конкретные условия применения закона к данному случаю (факту). В математическом естествознании их называют начальными и граничными условиями.

Объясняемый факт представляет собой заключение, или следствие, дедуктивного вывода, хотя в реальном процессе исследования он служит его началом. Поскольку любые законы общего, или универсального, характера можно представить в форме логического следования (импликации) условных универсальных утверждений математической логики, то символически эмпирические и теоретические законы будут выражаться логической структурой, или формулой, такого вида: $(x)[A(x) \rightarrow B(x)]$, где квантор общности (x) показывает, что формула (закон) применима ко всем предметам данного рода x . $A(x)$ и $B(x)$ обозначают свойства, например температуру и длину любого тела x , а стрелка служит знаком следования (импликации). Словесно эта формула читается так: для всякого тела x , если, например, его температура повышается, его длина, соответственно, увеличивается.

Объяснения, в которых в качестве посылок используются законы, получили название **дедуктивно-номологических** (от греч. νόμος — закон). В последние десятилетия в связи с возрастанием использования ве-

роятностно-статистических методов исследования в естественных и социальных науках все настойчивее выдвигается новая статистическая модель объяснения. Она отличается по структуре от дедуктивно-номологической тем, что в ней вместо универсальных законов используются законы статистические. Заключение, полученные из таких законов, имеют лишь вероятностный характер, а поэтому и объяснения, основанные на них, иногда не считаются подлинными научными объяснениями. Однако в ряде случаев, когда универсальные законы неизвестны или невозможны в силу специфики явлений (например, в квантовой механике), не существует других методов объяснения, кроме вероятностно-статистических.

УРОВНИ, ТИПЫ И ВИДЫ ОБЪЯСНЕНИЯ

Уровень объяснения, как отмечалось выше, определяется глубиной обобщений, законов и теорий, служащих их посылками, т. е. тем, насколько они отражают сущность исследуемых вещей и процессов. Наиболее элементарными, с этой точки зрения, представляются объяснения, опирающиеся на простые индуктивные обобщения опыта, которыми чаще всего пользуются в повседневной жизни. В научном познании, как уже отмечалось, простейшими считаются объяснения посредством эмпирических законов. Следующий уровень образуют объяснения с помощью одного или нескольких теоретических законов. Поскольку развитая теория основывается на определенной системе логически взаимосвязанных утверждений, в том числе законов теоретического и эмпирического характера, то наиболее зрелой формой научного объяснения по праву считается теория. Тем не менее объединяющей основой научных объяснений разного уровня являются законы. Именно с помощью законов раскрываются наиболее существенные, регулярные и необходимые связи явлений и им дается объяснение в рамках объективного знания, а не произвольных субъективных предположений. Успехи, достигнутые с помощью методов естествознания при объяснении природы в немалой степени способствовали тому, что философы-позитивисты превратили их в своеобразный эталон, которого должны придерживаться все науки, в том числе и гуманитарные. Несмотря на явно ненаучный характер подобных объяснений, сходные попытки все еще широко распространены в современной буржуазной философии. Так, например, К. Гемпель утверждает, что «историческое

объяснение отличается от естественнонаучного только тем, что законы, на которые оно опирается, слишком сложны и недостаточно изучены¹. В отличие от него К. Поппер полагает, что «эти законы могут быть настолько тривиальными и составлять большую часть нашего повседневного знания, что мы не нуждаемся в их упоминании и редко их замечаем»².

Противоположной позиции придерживаются сторонники герменевтической философии, которые целиком отрицают возможность объяснений в гуманитарных науках. Эту мысль наиболее кратко и четко выразил В. Дильтей: «Природу мы объясняем, человека же должны понять»³.

Объяснения в гуманитарных науках действительно отличаются по своему типу от естественнонаучных. Это не значит, конечно, что для объяснения исторических процессов не привлекаются общие законы. Хотя в истории общества, указывает Ф. Энгельс, действуют люди, одаренные сознанием, это «нисколько не изменяет того факта, что ход истории подчиняется внутренним общим законам»⁴. Но эти законы объясняют социально-экономические процессы большого масштаба (развитие общества в целом и отдельных его формаций, экономических и идеологических отношений и т. п.). Когда же заходит речь об объяснении явлений и событий в антропологии, демографии, психологии, педагогике, этнографии и других гуманитарных науках, то здесь большей частью опираются на статистические законы и обобщения, так как общие законы остаются неизвестными.

Что же касается телеологических объяснений, то их основное назначение состоит в том, чтобы точно выявить и оценить цели людей и используемые для их достижения средства. Именно эта идея лежит в структуре практического силлогизма Аристотеля, в посылках которого формулируются цели и указываются средства их достижения, а в заключении делается вывод, что только поведение и действие, согласующееся с этими посылками, может считаться правильным и эффективным. Более тонкий анализ целей и возможностей их достижения может быть дан с помощью теории принятия решений, в которой цели ранжируются как по их полез-

ности или предпочтительности, так и по вероятности реализации. Сложность объяснений в гуманитарных науках заключается также в том, что в них предварительно приходится интерпретировать объясняемые явления, а следовательно, уже как-то понимать их.

ИНТЕРПРЕТАЦИЯ И ПОНИМАНИЕ В ПРОЦЕССЕ КОММУНИКАЦИИ

О понимании как особой интеллектуальной деятельности можно говорить уже в рамках лингвистической, или языковой, коммуникации. Язык, являясь средством общения и обмена мыслями между людьми, разумеется, предполагает понимание. Легко, однако, заметить, что ни звуки и слова речи, ни буквы и предложения, ни знаки и знаковые комплексы научных языков сами по себе не являются существенными для понимания. Их можно рассматривать как особые сигналы, которые несут информацию. Чтобы понять эту информацию, необходимо раскрыть ее смысл, или значение. Но для этого необходимо соответствующим образом интерпретировать, или истолковать, предъявленный текст или знаковую систему. К какой бы области практической, научной и художественной деятельности человека мы ни обратились, всегда можно обнаружить, что интерпретация составляет в ней исходную предпосылку для раскрытия ее содержания или смысла, а стало быть, и понимания. Ученый интерпретирует результаты наблюдений и экспериментов, музыкант — исполняемое произведение, литературный критик — разбираемое сочинение, математик — исследуемую формальную систему, искусствовед — картину и т. п.

В логической семантике и математике под интерпретацией подразумевают придание однозначного смысла знаку, формуле или знаковой системе. Такая операция осуществляется по заранее заданным правилам, но поскольку правила могут быть различными, то формулы или абстрактные знаковые системы чистой математики могут интерпретироваться по-разному, а следовательно, и пониматься различным образом. Именно в возможности существования разнообразных интерпретаций абстрактных структур чистой математики коренится причина широкого применения ее методов в различных отраслях естественных, технических и общественных наук.

Понимание речи и письменных текстов также связано с раскрытием их смысла, а тем самым, с их интерпретацией. Однако интерпретация носит здесь более сложный

¹ Hempel C. Aspects of Scientific Explanation. N. Y., 1965. P. 107.

² Popper K. The Poverty of Historicism. N. Y., 1961. P. 145.

³ Dilthey W. Gesammelte Schriften. Bd. V. Leipzig; Berlin, 1924. S. 144.

⁴ Маркс К., Энгельс Ф. Соч. Т. 21. С. 305.

характер, чем в математике, так как она не задается заранее принятыми правилами, а должна учитывать контекст и даже подтекст речи или текста. В отличие от обычной речи интерпретация специальных текстов требует особой выучки и искусства.

Практические приемы и методы такой интерпретации впервые стали разрабатываться в рамках герменевтики, или искусства истолкования, разъяснения и понимания текстов различного содержания. Сам термин «герменевтика» в переводе с древнегреческого как раз и означает интерпретацию, или истолкование, связанное с пониманием.

Первоначально герменевтические приемы и методы интерпретации возникли из анализа текстов специфического содержания, например текстов священного писания, исторических хроник, юридических актов и т. п. Только позднее Ф. Шлейермахер задался целью создать герменевтику как общую теорию лингвистического понимания, независимую от конкретного содержания самих текстов. Для этого он стал разрабатывать, во-первых, методы грамматического анализа, с помощью которых можно было раскрыть общую лингвистическую структуру любого текста. Во-вторых, вслед за представителями исторического направления он подчеркивал необходимость конкретного анализа места, времени и условий возникновения текста. Наконец, в-третьих, он обращал внимание на изучение стиля автора текста, особенностей его психологии и биографии. По мнению Шлейермахера, понимание в процессе коммуникации осуществляется в форме диалога, когда говорящий (пишущий) выражает свои мысли с помощью слов и предложений речи или текста, а слушатель (читатель) раскрывает их смысл и тем самым достигает понимания.

Однако до работ В. Дильтея никто не придавал герменевтическим методам интерпретации столь большого методологического и философского значения. Справедливо критикуя неадекватный характер позитивистских моделей объяснения гуманитарных процессов, он совершенно отказался от объяснения, как метода социально-гуманитарного познания. Поскольку исторические и духовные процессы уникальны и неповторимы, их нельзя подвести под общую схему или закон. Поэтому единственным средством их постижения является интерпретация результатов культурно-исторической и духовной деятельности, а тем самым, раскрытие их смысла и понимания. Соответственно, Дильтей выдвигает герменевтику в качестве общей методологии наук о духовной деятельности.

ГЕРМЕНЕВТИЧЕСКИЙ ВЗГЛЯД НА ПОНИМАНИЕ

Понимание, связанное с раскрытием смысла текста, может трактоваться по-разному. Во-первых, его можно рассматривать как простое усвоение или воспроизведение смысла, во-вторых, его можно толковать и шире, а именно как придание тексту более глубокого смысла в соответствии с новыми условиями места и времени. Среди сторонников герменевтики здесь нет единодушия. Во всяком случае, ранние ее представители настаивали на точном воспроизведении смысла текста. Другие же подчеркивают необходимость учета новых исторических реалий и новой интерпретации, скажем, художественных произведений. Неувядаемая ценность шедевров мировой литературы как раз и проявляется в том, что каждое новое поколение находит в них новые, дополнительные смыслы и оттенки смыслов и поэтому может глубже понять произведение, чем сам автор.

Интерпретация результатов духовной деятельности приверженцы герменевтики связывают с субъективно-психологическими процессами. Они справедливо обращают внимание на то, что понимание не может быть достигнуто путем аналогии, основанной на интроспекции, или внутреннем самонаблюдении. Для понимания необходимы объективированные результаты духовной деятельности: книги, картины, музыка и т. п. Но эти результаты, по мнению герменевтиков, допускают только психологическое истолкование.

Для Дильтея и его последователей понимание связано с субъективно-психологической интерпретацией результатов духовной деятельности человека. Такая интерпретация достигается исключительно путем «вживания» или «вчувствования» интерпретатора в духовный мир автора произведения с помощью воображения и интуиции, с тем чтобы взглянуть на события глазами автора. Если мы не можем непосредственно жить жизнью других лиц с их оригинальным опытом, указывал Дильтей, то можно достичь этого через интерпретацию, включающую воображение и перевоплощение. Только через психологическую интерпретацию, подчеркивает он, мы можем прийти к пониманию наших предшественников и нас самих. Поэтому «всякая попытка создать опытную науку о духе без психологии,— писал он,— ...никоим образом не может повести к положительным результатам»⁵.

Герменевтическое понимание, основанное на психологической интерпретации,

по сути дела, представляет собой непосредственный, интуитивный процесс постижения смысла. И такое понимание, действительно, играет важную роль не только в обыденном познании, когда заходит речь о понимании намерений и поступков людей, но также в познании таких продуктов духовной деятельности, как произведения литературы, живописи, музыки и других видов искусства. Именно здесь весьма значительна роль сопереживания, соучастия, эмоциональной настроенности. Во всех этих случаях нет необходимости сразу же обращаться к логическому анализу, и, пожалуй, такой анализ даже затруднил бы целостное восприятие произведения искусства. Поскольку сам Дильтей занимался проблемами истории литературы и искусства, то герменевтический метод во многих случаях служил для него эффективным средством интерпретации и понимания многих шедевров искусства.

Герменевтика само понимание рассматривает не как одномоментное явление, а как процесс, в ходе которого происходит взаимодействие частей и целого. Эта особенность процесса понимания в невяной форме была известна давно, но только к XIX в. сформулирована в виде принципа «герменевтического круга». Приступая к раскрытию смысла и пониманию текста, скажем предложения как наименьшей его единицы, интерпретатор или переводчик должен располагать хотя бы смутным, неотчетливым пониманием целого предложения, которое принято называть предпониманием. Только после этого можно приступать к выяснению смысла, отдельных его частей. Опираясь на полученное знание частей, можно затем получить более полное и точное представление о целом предложении. В дальнейшем уточненное значение целого вновь используется для понимания его частей. Такие «круговые» операции могут повторяться неоднократно на пути к более глубокому и полному пониманию текста.

Герменевтический взгляд на понимание не идет дальше интуитивно-психологического постижения результатов духовных процессов, и поэтому он оказывается бесильным, когда приходится иметь дело с более сложными формами деятельности людей. Сам Дильтей, например, потерпел неудачу, пытаясь свести весьма сложный, многогранный и противоречивый процесс формирования философской мысли к анализу психологии отдельных философов.

В еще большей мере неадекватность этой концепции обнаруживается при интерпретации и понимании социально-исторических процессов. На это не раз обращали внимание Дильтея историки и социологи, в целом сочувственно относившиеся к антипозитивистской направленности его герменевтики. Так, английский историк Р. Дж. Коллингвуд, критикуя его взгляды, подчеркивал: «Психология не история. Утверждать, что история становится понятной только тогда, когда она осмысливается в категориях психологии, означает признание невозможности исторического знания»⁶. Таким образом, понимание, основанное на интуитивной и психологической интерпретации явлений, хотя и полезно во многих случаях, но явно недостаточно для постижения смысла сложных процессов реальной жизни и истории.

ПОНИМАНИЕ, СМЫСЛ И ОЦЕНКА

Интуитивное понимание представляет собой целостный, нерасчлененный процесс постижения смысла, который кажется не только противоположным логическому анализу, но и не допускает его. Так, например, известный русский философ Г. Шпет утверждал, что «понимание не есть процесс логический, а процесс угадывания смысла... когда я говорю, что я понял, но не потому, что мне представили логические аргументы, а потому, что я уловил в другом его мысль и таким образом сделался его сомышленником»⁷. Хотя такое противопоставление логики интуитивной догадке нельзя считать правильным, но в нем содержится глубокая мысль о том, что для понимания существенно со-мыслие, связанное с соотношением смыслов и их оценкой. Такая оценка смысла, целей, намерений, действий явно или неявно происходит всегда в соответствии с индивидуальными, групповыми и общими ценностными установками, стандартами и критериями. Таким образом, с более общей точки зрения, различие между объяснением и пониманием сводится к тому, что в первом случае речь идет об установлении истинности объясняемых фактов, их объективном описании и логическом выводе из установленных обобщений, законов и теорий. Во втором случае дается оценка фактов, целей, действий и т. п.⁸

⁶ Коллингвуд Р. Дж. Идея истории. Автобиография. М., 1980. С. 166.

⁷ Шпет Г. Г. Логика. М., 1912. С. 171.

⁸ Ивин А. А. // Вopr. философии. 1987. № 8. С. 37.

⁵ Дильтей В. Описательная психология. М., 1924. С. 12.

Процесс понимания, хотя и выступает на интуитивном уровне как нерасчлененный, но может быть подвергнут рациональному анализу. Более глубокое и целостное понимание связано с переходом на новый уровень познания, когда смысл и оценка явлений раскрывается в рамках определенной концептуальной системы. В противоположность интуитивно-психологическому такое понимание следует назвать теоретическим, так как оно наилучшим образом достигается с помощью построения теорий или даже системы теорий. В то время как интуитивное понимание имеет дело с нерасчлененным целым, теоретическое понимание начинает с анализа этого целого, расчленения его на части и образования отдельных понятий и суждений. Но чтобы постичь смысл целого и оценить его, необходимо объединить, синтезировать отдельные понятия и суждения, в том числе законы, в единую концептуальную систему. Именно такой формой мышления, дающей целостное, системное представление о процессах, является научная теория. Следовательно, для теоретического понимания наши знания должны быть не односторонними, абстрактными и изолированными, а конкретными и целостными. Абстрактное знание есть знание отвлеченное, одностороннее, изолированное, и поэтому оно не может дать подлинного понимания исследуемых явлений. Но такое знание является необходимым этапом на пути достижения конкретного знания, а тем самым, постижения смысла целого и его понимания.

Специфика процесса понимания как раз и состоит в том, что оно является результатом синтетической деятельности мышления и достигается только тогда, когда объекты понимания рассматриваются как определенные системы. В самом деле, начиная от понимания речи, текста и кончая целями и мотивациями людей,— всюду явно или неявно мы опираемся на представления о единстве, целостности этих процессов. На уровне здравого смысла понимание речи, целей, поступков и т. п. основывается на интуиции, предшествующем опыте, простейших аналогиях. Теоретическое же понимание сознательно ориентируется на синтез результатов, полученных в ходе анализа и образования понятий.

В процессе понимания рельефно выступает диалектика взаимодействия частей и целого, которая была сформулирована в принципе «герменевтического круга». Расширение горизонта понимания всегда связано именно с соотношением смыслов частей и целого, их уточнением и углубле-

нием. Наконец, чтобы резче выявить различие между пониманием и объяснением, можно сказать, что объяснение представляет собой деятельность мышления, опирающаяся скорее на анализ, чем на синтез, тогда как понимание, хотя и предполагает анализ, но обязательно завершается синтезом. К тому же понимание на интуитивном уровне в явном виде вовсе не связано с анализом. Таким образом, понимание является более сложной и комплексной деятельностью мышления, чем объяснение. При объяснении главную роль играют дискурсивные рассуждения, опирающиеся на логику, и поэтому объяснения носят более общий, абстрактный характер. Ведь когда мы подводим некоторый факт под общую схему, закон или теорию, то определенным образом унифицируем его, лишаем конкретности. Именно этот пункт сторонники герменевтики подвергли критике, ссылаясь на уникальный характер явлений духовной жизни и истории. Понимание, даже в абстрактных математических науках и математизированном естествознании, не может обойтись без интуиции. В осознании важности неформализуемых, интуитивных предпосылок современного естествознания в результате его формализации и компьютеризации Е. Л. Фейнберг справедливо усматривает «сближение гуманитарного и естественнонаучного знания»⁹. В самом деле, аксиомы, постулаты или принципы формализованных естественнонаучных теорий логически недоказуемы и поэтому должны быть поняты интуитивно.

Отсюда становится ясным, что противопоставление гуманитарного понимания естественнонаучному объяснению, на чем настаивала герменевтика, оказывается несостоятельным. Все различие между ними сводится к специфической форме их использования в гуманитарных науках и естествознании, а также разному «удельному весу» их применения. Интерпретация, связанная с раскрытием смысла, или значения, играет в естественных науках и математике не меньшую роль, чем в гуманитарных. Существенное отличие здесь состоит в том, что в то время как в гуманитарных науках приходится сталкиваться намерения, мотивации и цели людей, в естественных науках и математике интерпретируются знаки и знаковые комплексы, абстрактные понятия и теории. Именно посредством интерпретации наиболее отвлеченные математические и естественнонаучные понятия связываются

⁹ Фейнберг Е. Л. // Вопр. философии. 1986. № 9. С. 40.

с действительностью, теория находит свое выражение в опыте, абстрактное и логическое — в эмпирическом и интуитивном знании. Только благодаря такой интерпретации теоретические системы естествознания приспособляются к действительности, получают в ней определенный смысл и значение. Тем самым они выступают как определенные ценности духовного характера. В теоретической физике, подчеркивал В. Гейзенберг, именно «понимание, связанное с адаптацией нашего концептуального мышления, дает возможность формировать новые концепции»¹⁰.

Проводя различие между объяснением и пониманием, не следует, однако, противопоставлять их друг другу, точнее, такое противопоставление оказывается относительным. Ведь в реальном процессе познания они зависят друг от друга. Это в особенности касается гуманитарных наук, где интерпретация и понимание фактов и событий является необходимой предпосылкой их объяснения. В самом деле, предварительная интерпретация исторического события дает ответ на вопрос, что оно собой представляет. Только после этого можно приступить к выяснению причин, которые его вызвали.

¹⁰ Гейзенберг В. Что такое понимание в теоретической физике // Природа. 1971. № 4. С. 77.

Нередко, однако, историки предварительные интерпретации выдают за историческое объяснение, т. е. ответом на вопрос: «что это такое?» пытаются подменить ответ на вопрос: «почему это произошло?» Установление причины или иного объяснения может, в свою очередь, способствовать уточнению первоначального понимания, а это впоследствии даст возможность глубже объяснить его. Следовательно, прогресс научного познания опирается на диалектическое взаимодействие объяснения и понимания, хотя на разных этапах и в различных науках может преобладать тенденция либо к объяснению, либо к пониманию фактов, событий и процессов.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Вригт Г. Х., фон. ЛОГИКО-ФИЛОСОФСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ. Избранные труды. М.: Прогресс, 1986.

ГЕРМЕНЕВТИКА: ИСТОРИЯ И СОВРЕМЕННОСТЬ (КРИТИЧЕСКИЕ ОЧЕРКИ). М.: Мысль, 1985.

ОБЪЯСНЕНИЕ И ПОНИМАНИЕ В НАУЧНОМ ПОЗНАНИИ. М.: ИФАН, 1983.

ПОНИМАНИЕ КАК ЛОГИКО-ГНОСЕОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОБЛЕМА. Киев: Наукова думка, 1982.

НОВЫЕ КНИГИ

История науки

УЧЕНАЯ КОРРЕСПОНДЕНЦИЯ АКАДЕМИИ НАУК XVIII в. Научное описание. 1783—1800 /Сост. Ю. Х. Копелевич, В. И. Осипов, И. А. Шафран. Под ред. Г. К. Михайлова. Л.: Наука, 1987. Ц. 4 р. 70 к.

Завершен начатый еще в 1937 г. И. И. Любименко огромный труд по изучению и аннотированию писем русских и зарубежных ученых XVIII в. в Петербургскую Академию наук. Таким образом, обрело законченный вид описание хранящегося в Архиве АН СССР эпистолярного наследия европейской научной элиты XVIII в. Воздадим должное и тогдашним архиварисам, которые, неукоснительно следуя указаниям руководства Академии, сумели сохранить для

потомства уникальные документы — органическую составляющую истории науки и мировой культуры. В данное научное описание включено 1168 документов 1783—1800 гг. и добавлено с отдельной нумерацией еще 179 более ранних писем, относящихся к 1766—1782 гг., но пропущенных в предшествующих описаниях.

В книге представлены письма П. С. Палласа, Ж. Ж. Лаланда, Д. А. Голицына, А. Ф. Бюшинга, Э. Г. Лаксмана и других видных естествоиспытателей той эпохи. Письма, как правило, адресованы конференц-секретарю Академии И. А. Эйлеру. Здесь и информация о достижениях в области естественных наук, и сообщения о посылке авторских экземпляров книг для русских

коллег, и просьбы о высылке академических изданий, письма бытового характера. Материалы «Ученой корреспонденции» как нельзя лучше свидетельствуют о все расширявшихся научных связях между нашей Академией и естествоиспытателями других стран

Издание состоит из следующих разделов. Аннотации писем 1783—1800 гг. Аннотации писем 1766—1782 гг. Перечень писем неперменного секретаря Берлинской Академии наук И. Г. С. Формея 1771—1793 гг. Полные тексты (в оригинале и русском переводе) 26 наиболее интересных писем. Шесть указателей, в том числе указатель тем, предлагавшихся на соискание премий Петербургской Академии наук в 1783—1800 гг.

АКАДЕМИК БУХАРИН

Имя Николая Ивановича Бухарина — виднейшего теоретика марксизма, сподвижника и друга В. И. Ленина, талантливого организатора науки — возвращено в историю нашей страны, с судьбой которой была тесно сплетена вся его жизнь. За истекшие после его публичной реабилитации месяцы мы уже много узнали о Бухарине — политическом деятеле. Значительно меньше известно о Бухарине-ученом, одном из первых коммунистов, выбранных в Академию наук СССР. Публикуемые ниже материалы, мы надеемся, несколько восполнят этот пробел.



Николай Иванович БУХАРИН (1888—1937).
Снимок сделан Н. И. Свищовым-Паолой в Москве в 1909—1911 гг. Все фотографии, любезно предоставленные С. Н. Гурвич-Бухариной, публикуются впервые.

АВТОБИОГРАФИЯ

РОДИЛСЯ 27 сентября (по старому стилю) 1888 г. в Москве. Отец был в то время учителем начальной школы, мать — учительницей там же. По специальности отец — математик (окончил физико-математический факультет Московского университета). Воспитывали меня в обычном интеллигентском духе: 4 1/2 лет я уже умел читать и писать, страшно — под влиянием отца — увлекался книжками по естественной истории: Кайгородов, Тимирязев, Брэм были моими любимцами. С азартом собирались коллекции жуков, бабочек; постоянно держали птиц. Увлекался также рисованием. Одновременно усваивалось постепенно ироническое отношение к религии.

Когда мне было около 5 лет, отец получил место податного инспектора в Бессарабской губернии. Жили мы здесь около 4 лет. В «духовном» отношении эта полоса жизни была до известной степени полосой оскудения: не было книг, а общая атмосфера была атмосферой жизни провинциального окраинного городка со всеми ее прелестями. Я с младшим братом были теперь гораздо более «свободны» от рационального воспитания и «вышли на улицу»; росли в садах, на полях, знали буквально каждую дырку тарантулов в саду, выводили «мертвых голов», ловили сусликов и т. д. Главной мечтой тогдашней жизни было получить «Атлас бабочек Европы и средне-азиатских владений» и другие аналогичные издания Девриена.

Потом мы снова переехали в Москву, и около двух лет отец был без места. Мы терпели большую нужду. Нередко я собирал кости и бутылки, продавая их на 2—3 копейки; в мелочную лавку сносились старые газеты, чтобы выручить грош. За это время я поступил во 2-й класс городского училища. Нужно заметить еще, что отец мой — в жизни очень безалаберный человек — прекрасно знал русскую литературу, а из иностранной у него в большой чести был Гейне. Читал я в этот период положительно все. Гейне знал страницами наизусть. Знал наизусть всего Козьму Пруткова. Перечитал совсем мальчиком классиков. Как курьез могу отметить, что в этом возрасте я прочитал почти всего Мольера, а также «Историю древней литературы» Корша. Это бессистемное чтение («как попало») приводило иногда к большим странностям. Вспоминаю, например, что после чтения каких-то глупейших рыцарских испанских романов я стал величайшим сторонником испанцев во время испано-американской войны. Бредил — под влиянием Корша — древностью и не без некоторого презрения смотрел на современную городскую жизнь. В то же время был в постоянном общении с так называемыми «уличными мальчишками», о чем отнюдь не сожалею. «Бабки», городки, драки и т. д. были непременной принадлежностью этой жизни.

Примерно около этого времени или несколько позднее я пережил первый т. н. «душевный кризис» и окончательно разделался с религией. Внешне это, между прочим, выразилось в довольно озорной форме: я поспорил с мальчишками, у которых оставалось почтение к святыням, и принес за языком из церкви «тело христово», победоносно выложив оное на стол. Не обошлось и здесь без курьезов. Случайно мне в это время подвернулась знаменитая «лекция об Антихристе» Владимира Соловьева, и одно время я колебался, не антихрист ли я. Так как я из Апокалипсиса знал (за чтение Апокалипсиса мне был, между прочим, сделан строгий выговор школьным священником), что мать антихриста должна была быть блудницей, то я допрашивал свою мать — женщину очень неглупую, на редкость честную, трудолюбивую, не чаявшую в детях души и в высшей степени добродетельную — не блудница ли она, что, конечно, повергало ее в величайшее смущение, так как она никак не могла понять, откуда у меня могли быть такие вопросы.

Окончил я школу «первым учеником», год не мог поступить в гимназию, а потом поступил во 2-й класс, сдав экзамен и предварительно подготовившись по латыни. В гимназии (1-я Московская) учился все время почти на пятерках, хотя не прилагал

* Энциклопедический словарь Русского Библиографического Института Гранат. 7-е изд. Второй выпуск 41 тома. М., б. г.

никаких к этому усилий, никогда не имел словарей, всегда «списывал» наспех «слова» у товарищей и «готовил» уроки за 5—10 минут до прихода учителей. В 4 и 5 классе гимназии начались организовываться «кружки», «журналы» и т. д., сперва совершенно невинные. Как полагается, мы прошли и через стадию писаревщины. Потом началось чтение нелегальной литературы, затем кружки, «организации учащихся», куда входили и социалисты-революционеры и социалисты-демократы, а затем окончательное самоопределение в марксистском лагере.

Сперва занятия экономической теорией произвели на меня тяжелое впечатление: после «высокого и прекрасного» — «товар — деньги — товар». Но, войдя in medias res¹ марксистской теоретики, я почувствовал ее необычайную, логическую стройность. Должен сказать, что, несомненно, именно эта черта повлияла на меня больше всего. Мне эсеровские теории казались прямо какой-то размазней. Кроме того, либеральные знакомые вселяли в меня дух буйного протеста как раз против либерализма. Тут подходила революция 1905 г., митинги, демонстрации и пр. Конечно, во всем этом мы принимали живейшее участие. В 1906 г. я официально стал числиться членом партии и начал нелегальную работу. Во время выпускных экзаменов вел стачку на обойной фабрике Сладкова, вместе с Ильей Эренбургом. Поступив в университет, использовал его, главным образом, или для явок, или для того, чтобы произвести какой-нибудь теоретический «налет» на семинарии какого-либо почтенного либерального профессора.

В 1908 г. меня кооптировали в Московский комитет партии. В 1909 г. я по выборам прошел в его следующий состав. Имел в это время известную еретическую склонность к эмпириокритикам, причем прочитал все, вышедшее на русском языке по этому предмету. 23 мая 1909 г. был арестован на собрании МК, потом выпущен, потом снова арестован. Затем меня выпустили под залог, но в 1910 г. при разгроме всей Московской организации партии (я работал в это время в легальных учреждениях) я был тоже арестован, много месяцев просидел в тюрьме, был выслан в Онегу, а затем, чтобы не получить каторги по суду (у меня была 102 статья), убежал за границу. За время своей партийной работы в России все время был ортодоксальным большевиком (т. е. не был ни «отзывистом», ни «примиренцем»).

За границей начинается новая полоса в моей жизни. Я первое время жил обычно в рабочих семьях, а целые дни проводил в библиотеках. Если в России я приобрел общие познания и довольно специальные познания в аграрном вопросе, то, несомненно, основной капитал дали мне заграничные библиотеки. Во-вторых, я познакомился с Лениным, который, конечно, оказал на меня огромное влияние. В-третьих, я приобрел знание языков и знание практики европейского рабочего движения. За границей же началась по-настоящему и моя литературная деятельность (корреспонденции в «Правде», статьи в «Просвещении», первая печатная работа в «Neue Zeit» — о Туган-Барановском и т. д.). Повсюду старался принимать практическое участие в рабочем движении.

Перед войной был арестован в Австрии, где, между прочим, слушал Бем-Баверка и Визера, и был выслан в Швейцарию, с большими трудностями перебрался потом (с промежуточным арестом в Нью-Кестле) в Швецию, где вместе со своим ближайшим другом Пятаковым усиленно работал в библиотеках, пока арест (т. н. «процесс Хеглунда») не положил этому конец. Затем жил одно время в Норвегии (принимал ближайшее участие в издании «Klasskampen», органа «Молодых»), а затем вынужден был нелегально ехать в Америку. Там был редактором «Нового Мира», принимал участие в формировании «левого крыла» социалистического движения и т. д.

После революции приехал через Японию в Россию, будучи в Челябинске арестован меньшевиками за агитацию среди солдат. По приезде в Москву стал членом Исполкома Московского Совета, членом МК, редактором [газеты] «Социал-демократ» и журнала «Спартак». Был все время на левом фланге (еще за границей защищал тезис о неизбежности социалистической революции в России). На VI съезде партии был выбран в ЦК, в коем состою и по сие время. Из важнейших этапов моей политической жизни считаю необходимым указать на брестский период, когда я,

¹ В суть дела (лат.).— Прим. ред.

будучи во главе «левых коммунистов», сделал крупнейшую политическую ошибку. Весь последующий период есть период возрастающего влияния на меня со стороны Ленина, которому я обязан, как никому другому, в смысле своего марксистского воспитания и с которым я имел счастье не только быть в тех же рядах, но и стоять близко к нему вообще, как товарищу и человеку. В настоящее время работаю, как член ЦК и Политбюро, как член президиума ИК Коминтерна и как редактор «Правды», а равно как литератор, лектор, партийный агитатор, пропагандист и т. д.

Из теоретических работ важнейшими являются: 1) «Мировое хозяйство и империализм»; 2) «Политическая экономия рантье» (критика теории ценности и прибыли т. н. «австрийской школы»); 3) «Экономика переходного периода» (попытка теоретического анализа основных закономерностей распада капитализма и общественной реорганизации в условиях пролетарской диктатуры); 4) «Теория исторического материализма»; 5) Сборник теоретических статей «Атака» (против Бем-Баверка, Струве, Туган-Барановского, Франца Оппенгеймера и др.); 6) «Империализм и накопление капитала» (анализ процесса воспроизводства, теория рынка и кризисов в связи с критикой теории Розы Люксембург и Туган-Барановского). Из популярных книжек особое распространение получили: «Азбука Коммунизма» (написанная вместе с Преображенским), «Программа Коммунистов большевиков» и др. Особняком стоит историческая работа «От диктатуры царизма до диктатуры пролетариата» и «К вопросу о троцкизме» (в последнем сборнике дан теоретический анализ правильной и неправильной линии экономической политики в условиях советского режима и в связи с вопросом о соотношении города и деревни). Кроме этого, есть ряд второстепенных брошюр, журнальных статей и проч. Многие из работ, главным образом популярные брошюры, переведены на европейские и азиатские языки.

Н.И.БУХАРИН И АКАДЕМИЯ НАУК

В.Д.Есаков



Владимир Дмитриевич Есаков, кандидат исторических наук, старший научный сотрудник Института истории СССР, АН СССР, специалист в области истории советского общества. Основные интересы — история советской науки. Автор книги: Советская наука в годы первой пятилетки. Основные направления государственного руководства наукой. М., 1971. Составитель двух томов эпистолярного наследия Н. И. Вавилова (Научное наследство. Т. 5. М., 1980; Т. 10. М., 1987). Неоднократно печатался в «Природе».

ЛЕТО 1928 года. Среди советских ученых, в научных и правительственных учреждениях широко обсуждается очередной этап проводимой перестройки Академии наук СССР. Начало этой перестройке было положено в 1925 г., когда Академия, в связи с ее 200-летним юбилеем, была признана высшим научным учреждением СССР. 18 июня 1927 г. Совнарком СССР утвердил первый советский устав Академии¹. Затем последовало оформление сети академических научных учреждений (всего их было 37, из них 8 институтов). И вот — выборы в Академию.

Постановлением от 3 апреля 1928 г. число академических кафедр (так в то время назывались места действительных членов АН СССР) было доведено до 85. Напом-

¹ Уставы Академии наук СССР. М., 1957. С. 120—129.



С отцом Иваном Гавриловичем и братом Владимиром Ивановичем. Москва, 1927 г. Фото Н. И. Свищова-Паолы.

ним, что в 1917 г. в Академии состоялось 43 академических выборов, определявших направления ее деятельности.

В 1928 г. при реорганизации академических выборов число академиков удваивалось.

Важная особенность этой кампании состояла в том, что впервые в Академию избирались ученые-коммунисты и выборы проходили при активном участии широкой общественности. Подобной практики не знали другие академии мира. Не было ни одного сколько-нибудь значительного научного учреждения или вуза страны, которые не воспользовались бы правом выдвижения в Академию, и число кандидатов в несколько раз превысило количество вакансий. Обсуждение более чем 200 кандидатур было широким и гласным. Предварительный список кандидатов всесторонне обсуждался специально созданной правительственной комиссией.

Направляя свой отзыв в Секретариат Председателя СНК СССР А. И. Рыкова, заместитель наркома просвещения, председатель Президиума Коммунистической академии М. Н. Покровский предложил выдвинуть в состав Академии наук ученых, являвшихся видными партийными и советскими работниками: «... несколько смущает отсутствие... имен коммунистов-теоретиков, занимающих партийные или советские посты. Нет почему-то ни Бухарина, ни Луначарского, ни Скворцова-Степанова. Если их стесняются выдвинуть именно потому, что они занимают «посты», то, ведь, это воздержание может быть истолковано и обратно — так, что «основные» коммунисты гнушаются званием членов Всесоюзной Академии. Думается, что эти имена следовало бы включить в список»².

КРУПНЕЙШИЙ ТЕОРЕТИК ПАРТИИ

Николай Иванович Бухарин был единственным из видных политических деятелей, баллотировавшимся на первых выборах в Академию наук СССР. Его кандидатура получила поддержку 37 научных учреждений и высших учебных заведений. Он был выдвинут по специальности — социально-экономические науки.

² Центральный партийный архив Института марксизма-ленинизма при ЦК КПСС (ЦПА ИМЛ). Ф. 147. Оп. 1. Д. 50. Л. 5; Есаков В. Д. Советская наука в годы первой пятилетки. Основные направления государственного руководства наукой. М., 1971. С. 178. (Следует заметить, что И. И. Скворцов-Степанов был болен и умер в 1928 г., а А. В. Луначарский станет действительным членом АН СССР на следующих выборах, в 1930 г.)

В «Записке об ученых трудах профессора Н. И. Бухарина» говорилось: «Н. И. Бухарин является талантливейшим ученым в области экономических наук, со всесторонним философским и социологическим образованием. В работах своих он является представителем марксистского направления, самостоятельно разрабатывая новейшие проблемы, выдвинутые новыми хозяйственными общественными отношениями в области экономики и социологии первой четверти двадцатого столетия». Далее содержались краткие оценки таких его важнейших работ, как «Политическая экономия рантье» (начата в 1912—1913 гг. и опубликованная в 1919), «Мировое хозяйство и империализм» (1918), «Экономика переходного периода, ч. 1. Общая теория трансформационного процесса» (1920), «Империализм и накопление капитала» (1925), «Теория исторического материализма» (1921). Последняя работа охарактеризована как «университетский учебник».

«Крупнейшей научной заслугой Бухарина, — сообщалось в записке, — является фундирование политических концепций на научных основах экономики и социологии, и все важнейшие его политические выступления являются одновременно глубокими теоретическими изысканиями в этой области, имеющими длительную ценность и направляющими всю общественно-политическую работу по линии ближайшей увязки ее с научными исследованиями»³.

Конечно, в этих оценках есть определенная дань высокому положению Бухарина — авторитетного члена правящей партии и одного из лидеров международного коммунистического и рабочего движения. В это время он — член Политбюро ЦК партии, Генеральный секретарь Исполкома Коминтерна, главный редактор «Правды», ответственный редактор теоретического органа партии — журнала «Большевик» и журнала «Революция и культура», член Президиума Коммунистической академии, профессор Института красной профессуры.

Членам Академии было хорошо известно, что при определенной недооценке роли буржуазных специалистов Бухарин немало сделал для расширения научных исследований в нашей стране, мобилизации науки для подъема производительных сил страны и укрепления связи науки с производством. Еще в написанной совместно с Е. А. Преображенским в 1919 г. книге «Азбука Ком-

³ Записки об ученых трудах действительных членов Академии наук СССР по Отделению гуманитарных наук, избранных 12 января и 13 февраля 1929 г. Л., 1930. С. 12.

мунизма», ставшей популярным изложением и разъяснением Программы РКП(б), он отмечал необходимость слияния науки с производством:

«У нас не хватает многого, самого необходимого... начиная от топлива и кончая тонкими научными инструментами. Но нам нужно ясно осознать всю необходимость такой работы и всемерно поддерживать дальнейшее слияние науки с техникой и с организацией производства. Коммунизм есть правильно, разумно, а следовательно, научно поставленное производство. Мы поэтому будем добиваться всеми путями того, чтобы эту задачу научно поставленного производства решить»⁴.

В многочисленных статьях и выступлениях Бухарин неоднократно подчеркивал важность дальнейшего развития научных исследований в советской стране, более тесной связи научных работ с практическими нуждами социалистического строительства, неустанно боролся за изменение идеологических позиций ученых, против аполитичности науки и распространенной концепции «науки для науки», за усвоение учеными социалистической идеологии. Особую известность получили его работы «Енчмениада. К вопросу об идеологическом вырождении» и «О мировой революции, нашей стране, культуре и прочем. (Ответ профессору И. Павлову)».

В 1920 г. в Пятигорске была издана брошюра Э. С. Енчмена «Восемнадцать тезисов о «теории новой биологии». (Проект организации Революционно-Научного Совета Республики и введение системы физиологических паспортов)». В ней автор провозглашал, что «Революционно-Научный Совет Мировой Коммуны, созданный и руководимый 15-ю анализаторами «теории новой биологии» должен явиться единственным институтом мирового коммунистического управления, упразднив и частью перестроив первоначальные временные институты пролетарской хозяйственной и политической диктатуры». Введение же системы физиологических паспортов и использование «мировых раздражителей» позволит достичь «всеобщего равного стенизма (радостности)»⁵.

Претензии новоявленного мессии получили достойную отповедь на страницах партийных и научных изданий, что привело к окончательному разгрому этой лже теории уже в 1924 г. И основная роль в этом принадлежала Бухарину. Он не только показал ба-

зарное хвастовство автора, его самовлюбленное паясничество, антиматериализм «теории» и ее враждебность марксизму, но и вскрыл логический и социальный смысл всей енчмениады.

Во второй статье Бухарина проанализированы обвинения, высказанные в публичных лекциях академика И. П. Павлова, который, исходя, как ему казалось, из «объективного метода», выступал с критикой результатов пролетарской революции в России, политики Советского государства в области культуры, высказал свое понимание ряда актуальных проблем тогдашней действительности. В этих лекциях критиковались и некоторые положения работ Бухарина «Азбука Коммунизма» и «Пролетарская революция и культура».

Сохранились свидетельства о том интересе, который вызвало выступление Павлова. В письме от 15 ноября 1922 г. Н. И. Вавилов писал своему старшему товарищу и другу, саратовскому врачу и гипнологу П. П. Подъяпольскому: «Доклад был блестящим и, зная, что Вас больше чем кого-либо он поинтересует, пишу Вам о нем. Вся деятельность животного регулируется рефлексами, условными и безусловными, рефлексами синтетическими и аналитическими, рефлексами торможения и интродукции ... В начале была и политика. Рефлексы есть и другие, кроме упомянутых, есть, безусловно, рефлекс свободы. Это не метафизика, а реальный факт... Что такое диктатура пролетариата, система террора и насилий — это тоже лишение свободы. И большевики преуспели, так как проделали над страной тот же опыт, что физиолог с собачкой. Все это было сказано резко, смело»⁶.

В своей статье Бухарин обстоятельно рассматривал теорию условных рефлексов и показывал, как «бесстрашие науки», на которое ссылается Павлов, при анализе общественных проблем выступает против Павлова: «Ошибка академика Павлова состоит в том, что он обходит основной вопрос, вопрос о социальной сущности того или другого общественного порядка. А обходить этот вопрос нельзя, недопустимо»⁷. Бухарин на конкретных примерах показывал, что социалистическая революция совершила поистине величайший переворот, что она впервые привлекла к культурному творчеству многомиллионные массы рабочих и крестьян, что она глубоко заинтересована во всемерном использовании достижений науки.

⁴ Бухарин Н., Преображенский Е. Азбука Коммунизма. Пг, 1920. С. 230—231.

⁵ Енчмен Э. Восемнадцать тезисов о «теории новой биологии». Пятигорск, 1920. С. 18.

⁶ Вавилов Н. И. Из эпистолярного наследия 1911—1928 гг. // Научное наследство. Т. 5. М., 1980. С. 77.

⁷ Бухарин Н. И. Атака. М., 1924. С. 211—212.



Н. И. Бухарин и Н. И. Вавилов в президиуме одного из заседаний АН СССР. 1931—1932 гг.

«Рабочий класс,— подчеркивал Бухарин в заключении,— прямо заинтересован в том, чтобы лучшие традиции науки — а лучшие традиции науки связаны с опытным исследованием, с материализмом, с борьбой против всякой метафизики,— чтобы эти лучшие традиции науки сплелись и свились в один поток с усилиями победоносного пролетариата и его учащейся молодежи. И поэтому мы взяли за ответ профессору Павлову, этому выдающемуся представителю честной науки. С ним случился грех не только с точки зрения коммунизма, но и с точки зрения того самого объективного метода, который он так блестяще защищает, когда речь идет о слюнных железах, и который он так основательно позабывает, когда нужно анализировать события общественной жизни»⁸.

В ответе Бухарина академику Павлову проявился в полной мере ленинский подход в отношении к науке и ее деятелям. Не адми-

нистративные санкции за антисоветские выступления, не ответные обвинения и наклеивание ярлыков, а терпеливое аргументированное объяснение событий общественной жизни, социального смысла проводимой политики.

Нелицеприятную критику великого ученого с пониманием восприняло не только большинство представителей науки, но и сам Павлов. В дальнейшем между ним и Бухариным установились хорошие отношения.

Итак, к моменту выборов в Академию Бухарин был достаточно популярен не только как политический деятель, но и как видный представитель марксистской науки.

ПЕРВЫЕ АКАДЕМИКИ-КОММУНИСТЫ

В записке, после приведенной выше оценки научных заслуг Бухарина, содержатся и биографические сведения: родился в 1888 г., окончил с золотой медалью 1-ю

⁸ Там же. С. 215.

Московскую гимназию, слушал лекции на экономическом отделении юридического факультета Московского университета, но за несколько месяцев до государственных экзаменов был арестован и поэтому диплома не получил. Позднее, в эмиграции, был студентом Венского университета, работал в библиотеках Вены, Лозанны, Стокгольма, Христиании (Осло), Нью-Йорка. Эта краткая справка существенно дополняла сведения, содержащиеся в автобиографии Бухарина, опубликованной в энциклопедическом словаре «Гранат». Следом в записке указывалось, на какие иностранные языки переведены основные теоретические работы Н. И. Бухарина. В заключение отмечалось:

«За время революции читал лекции в Свердловском Университете (Москва), одно время в 1 Московском Государственном Университете, состоял и состоит членом Президиума Коммунистической Академии.

Теоретическая работа шла у Н. И. Бухарина постоянно вместе с политической революционной работой в рядах пролетариата и являлась всегда ее составной частью. Н. И. Бухарин считал и считает, что наука, освобожденная от шор феодально-капиталистического мировоззрения, является величайшим революционным фактором исторического развития»⁹.

12 января 1929 г. на Общем собрании Академии необходимое количество голосов получили 39 академиков и среди них 5 коммунистов — Н. И. Бухарин, И. М. Губкин, Г. М. Кржижановский, М. Н. Покровский и Д. Б. Рязанов. Три других кандидата-коммуниста (А. М. Деборин, Н. М. Лукин и В. М. Фриче) не получили формального большинства в 2/3 голосов и избраны не были.

Эти итоги, явившиеся полной неожиданностью, были расценены учеными неакадемических учреждений и прессой как политическая демонстрация консервативных сил Академии, как проявление обострившейся классовой борьбы. Президиум АН СССР вопреки уставу возбудил перед СНК СССР ходатайство о перебаллотировке, которое 5 февраля 1929 г. было удовлетворено. Общему собранию в новом составе Академии разрешалось, не повторяя всей процедуры выборов, подвергнуть дополнительному голосованию непрошедших кандидатов.

Вот в такой сложной обстановке и началась деятельность Бухарина в составе высшего научного учреждения страны. Впервые он присутствовал в качестве полноправного

члена на экстраординарном Общем собрании АН СССР 13 февраля 1929 г., на котором три ранее не прошедших кандидата-коммуниста были избраны действительными членами Академии наук.

Резкая критика Академии с многочисленными предложениями о ее радикальной реформе продолжалась и после завершения академических выборов. В этих условиях вопрос о дальнейшей судьбе этого старейшего учреждения представлял первоочередную задачу, в решении которой академиком-коммунистам выпала основная роль. Первое заседание фракции коммунистов, на котором присутствовал и Бухарин, состоялось 25 февраля 1929 г. На нем было единогласно решено, что «с точки зрения длительной перспективы необходимо держать курс на единое научное учреждение, охватывающее на основе единого научного метода различного рода дисциплины и подтягивающее в себе организационно различные научно-исследовательские институты, лаборатории, музеи, научные общества и т. д. и т. п.». В решении подчеркивалось, что «задача по отношению к Академии наук состоит не во взрыве этого учреждения, а в длительной его переделке... большей актуализации всей совокупности работ, большей плановости и пр.»¹⁰ Академики-коммунисты определили и конкретные мероприятия в отношении деятельности Академии наук СССР.

7 марта 1929 г. Общее собрание АН СССР сформировало организационную комиссию, в состав которой вошли и вновь избранные академики Н. И. Бухарин, А. Н. Бах, Н. И. Вавилов и др. Об отношении беспартийных академиков к деятельности коммунистов свидетельствует письмо Вавилова от 8 марта также вновь избранному, но отсутствовавшему на заседаниях мартовской сессии Д. Н. Прянишникову. Вавилов писал: «Академические дела идут довольно энергично и как будто хорошо. Коммунисты работают неплохо: и Бухарин, и Рязанов, и Покровский подходят к существу дела, и работа пойдет, по-видимому, нормально. Отношения самые доброжелательные. Атмосфера, в общем, деловая, и договариваться очень легко. Во всяком случае, большая готовность поддерживать и чистую науку, и экспериментальную, и институт, и лабораторию, и работы также отдельных работников»¹¹.

Избрание Бухарина в Академию наук и начало деятельности в ней совпали с резко

¹⁰ Цит. по: Есаков В. Д. Указ. соч. С. 194—195.

¹¹ Вавилов Н. И. Из эпистолярного наследия 1929—1940 гг. // Научное наследство. Т. 10. М., 1987. С. 24.



Н. И. Бухарин и О. Ю. Шмидт после встречи с челюскинцами в редакции «Известий». 1934 г.

обострившимся положением в руководстве партии, с утверждением в ней единоличной власти Сталина и несогласием Бухарина с формами и методами начавшейся коллективизации. 9 февраля 1929 г. объединенное заседание Политбюро ЦК и Президиума ЦКК ВКП(б) осудило так называемую правую оппозицию, а объединенный пленум ЦК и ЦКК (апрель 1929 г.) освободил Бухарина и Томского от занимаемых ими постов. Пленум ЦК ВКП(б) в ноябре 1929 г. вывел Бухарина (вместе с А. И. Рыковым и М. П. Томским) из состава Политбюро ЦК.

НАЧАЛО АКАДЕМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Отставив свою принципиальную позицию и глубоко переживая отстранение от активной политической деятельности, Бухарин в этот трудный для него год немного уделял внимания и времени деятель-

ности в Академии. Он сосредоточился на углубленном анализе социально-экономического развития общества.

В отчете Академии за 1929 г. отмечалось, что Бухарин вел главным образом теоретическую работу подготовительного характера «по следующим разделам: 1) методология политической экономии (общефилософские предпосылки, специфичность общественных наук и их методологии, натуралистические и социологические мотивы экономического мышления, «логические» и исторические категории экономической науки и т. д.); 2) методология экономики переходного периода и основные вопросы теории переходного от капитализма к социализму хозяйства (телеологическая и казуальная точки зрения в анализе планового хозяйства, специфичность категорий переходной экономики, вопрос об основных регуляторах переходного периода); 3) судьбы современного капитализма (послевоенные изменения мирового хозяйства, структурные изменения в капиталистических «националь-

ных» организациях, категории «свободного» капитализма и капитализма монополистического и пр.); 4) теория штандорта (вопросы пространственного размещения различных отраслей индустрии и сельского хозяйства, штандортные проблемы в капиталистическом и социалистическом хозяйстве)¹².

Сведения о работе действительных членов Академии включались в общеакадемический отчет только на основе личных отчетов академиков. Поэтому можно считать, что приведенные выше направления теоретической работы в 1929 г. были сформулированы самим Бухариным и отражали именно те проблемы, которые особенно волновали его в этот период.

Теоретическая разработка социально-экономических проблем соединяется в это время с решением им практических задач взаимодействия науки и производства. Он привлекается к руководству Научно-техническим управлением ВСНХ СССР, являвшимся самым крупным в стране центром, руководившим и координировавшим работу всех научно-исследовательских учреждений промышленности. (Напомним, что Научно-технический отдел ВСНХ был создан в августе 1918 г. при активном участии В. И. Ленина.)

В октябре 1929 г. Бухарин участвует в заседании Пленума ВСНХ СССР, который обсуждал проблему реорганизации управления промышленностью. В своем выступлении он подчеркнул, что для осуществления провозглашенного в те годы лозунга «догнать и перегнать Западную Европу и Америку» необходимо «догнать и перегнать научно-исследовательскую мысль и научно-исследовательскую работу иностранцев. Настало время, когда и у нас технику и техническое руководство нужно выдвинуть на первый план. В системе управления промышленностью, наряду с экономическим планированием, должно занять первое место и техническое руководство». В условиях, когда шло разделение ВСНХ на отраслевые наркоматы, высказывалось предложение и часть научно-исследовательских институтов передать в ведение вновь образуемых ведомств. Бухарин решительно высказался против такой передачи. «Если передать научно-исследовательские институты,— говорил он,— в ведение промышленности, то размах теоретическо-комбинаторной работы институтов сократится и промышленность от этого только проиграет»¹³. Его поддержали академик А. Н. Бах и другие видные представи-

тели науки. Именно такой подход стал основой при определении главной линии реформ и нашел отражение в постановлении ЦК ВКП(б) от 5 декабря 1929 г. «О реорганизации управления промышленностью». В нем значительное место было уделено и руководству научной работой. На базе НТУ ВСНХ СССР был создан Научно-исследовательский сектор (НИС) ВСНХ СССР, во главе с Бухариным. В 1930 г. научно-исследовательскую работу в промышленности вело 141 научное учреждение.

В апреле 1930 г. состоялась первая сессия созданного по инициативе Бухарина Центрального научно-исследовательского совета промышленности. Открывая сессию, он отмечал, что реорганизация НТУ в НИС позволит перейти от чисто административных и финансово-распределительных функций к работе по планированию научно-исследовательского труда. Сектору предстояло так поставить исследовательскую работу, чтобы она всецело содействовала реконструкции страны, и в первую очередь промышленности.

В 1930 г., продолжая работу по методологическим проблемам теоретической экономики и по экономике переходного периода, Бухарин пытался идейно и организационно сблизить научные исследования, ведущиеся в Академии и в НИС ВСНХ СССР. Эту идею он проводил на собрании, созванном партколлективом АН СССР, где выступил с докладом «Реконструктивный период и научно-исследовательская работа», а на Всесоюзном теплотехническом съезде сделал доклад «Техника и экономика в плановом хозяйстве».

Активное участие принимает Бухарин и в работе Комиссии по пересмотру Устава Академии наук. В своем докладе он отметил, что Академия, являясь одной из составных частей научно-исследовательских учреждений страны, должна повернуться лицом к социалистическому строительству и организационно сочетать свою работу с работой остальных научных учреждений СССР. Новый Устав был утвержден постановлением Президиума ЦИК СССР 23 мая 1930 г. и учитывал ряд предложений Бухарина, в том числе об изменении названий отделений. Они стали именоваться — Отделение математических и естественных наук и Отделение общественных наук.

ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ПО ПЛАНИРОВАНИЮ И ОРГАНИЗАЦИИ НАУКИ

Конец 20-х — начало 30-х годов — время утверждения государственного пла-

¹² Отчет о деятельности Академии наук СССР за 1929 год. Ч. I. Общий отчет. Л., 1930. С. 36.

¹³ Научный работник. 1929. № 11. С. 97.

нирования научных исследований — одного из важнейших принципов политики в области науки. Накопленный к этому времени опыт планирования научно-исследовательских работ был разрознен и требовал обобщения, а также объединения усилий исследовательских учреждений страны для дальнейшего развития науки и техники.

1931 год был, пожалуй, наиболее плодотворным и в академической деятельности Бухарина. Руководимый им НИС ВСНХ СССР организовал и провел 6—11 апреля 1931 г. I Всесоюзную конференцию по планированию научно-исследовательской работы. Бухарин открыл конференцию, в которой участвовали 930 делегатов, представлявших все научные центры и ведомства страны, и выступил на ней с основным докладом.

Следует отметить значение данной конференции в истории советского общества и в развитии отечественной и мировой науки. Она постоянно упоминалась в трудах по истории советского периода, в историко-научных исследованиях и, конечно, в работах по планированию научных исследований. Общая оценка ее исторического значения в последующие 50 лет основывалась, как правило, на участии в ней председателя СНК СССР и СТО В. М. Молотова, председателя Госплана СССР В. В. Куйбышева, академиков А. Ф. Иоффе, Г. М. Кржижановского, А. Е. Ферсмана и других, имя же ее организатора и основного докладчика не упоминалось. А именно ему принадлежит разработка основных принципов планирования науки.

«Прежде всего, — начал свой доклад Бухарин, — я предложил бы всем здесь присутствующим осмыслить самый факт той конференции, которая сегодня собралась. Ведь, по сути дела, это первый в мире... съезд по планированию научно-исследовательской работы»¹⁴.

Бухарин на большом историческом материале, с привлечением новейших изданий иностранных авторов, показал неразрывную связь науки и практики, единство социалистического строительства и задач науки, раскрыл возможность и необходимость планирования научно-исследовательской работы, показал сущность и методы научного планирования.

Исходя из специфических особенностей научно-исследовательской работы, он остановился на следующих принципах методики планирования: 1) проблема новых, выдвигае-

мых в ходе самого исследования вопросов и в связи с этим проблема гибкости и пластичности плана; 2) проблема плана и индивидуальных работ; 3) проблема научно-исследовательского риска; 4) проблема учета эффективности и 5) проблема подбора научно-исследовательских кадров.

Каждая из выдвинутых проблем была обстоятельно аргументирована. Подводя итог проведенному анализу, Бухарин кратко сформулировал задачи в области планирования науки: «Исследовать и открывать; изобретать и технически оформлять; овладеть техникой и применять ее на практике массового производства»¹⁵.

В заключение он особо подчеркивал, что главное состоит в том, чтобы «реализовать в жизни наши установки»¹⁶. Он призвал ученых старшего поколения перестроить свои ряды и целиком ориентироваться на самое активное, самое энергичное участие в социалистической реконструкции страны; научную молодежь — к упорной работе по овладению наукой, техникой, производством, всех научных работников — к осознанию своей неизмеримой исторической ответственности. «Мы должны призвать всех к самому тесному сближению с миллионами, к напряженной работе по демократизации знания»¹⁷.

В докладе Н. И. Бухарина, в выступлениях других участников и принятых конференцией резолюциях были сформулированы те основные принципы научно-исследовательской работы, которые призваны содействовать делу научно-технического прогресса. И хотя долгое время большинство ученых других стран скептически относились к самой идее планирования науки, провозглашали ее неоправданным диктатом государства, но уже с 50-х годов ситуация изменилась и все чаще стали созываться международные симпозиумы и конференции по вопросам планирования науки.

Итоги конференции по планированию науки были широко обсуждены во всех научных учреждениях страны. Ее практические рекомендации были приняты в июне 1931 г. выездной сессией АН СССР в Москве, которая стала рубежом в истории Академии наук СССР.

До этого все Общие собрания Академии проходили в Ленинграде и носили, как правило, ограниченный, корпоративный характер. Преодоление академической замкнутости в период перестройки АН СССР

¹⁴ Всес. конф. по планированию научно-исследовательской работы. 6—11 апреля 1931 г. Стенографический отчет. М.; Л., 1931. С. 13.

¹⁵ Там же. С. 60.

¹⁶ Там же.

¹⁷ Там же. С. 61.

шло по ряду направлений, в том числе и путем организации выездных сессий по актуальным вопросам социалистического строительства. Первая такая сессия и была проведена в Москве 21—27 июня 1931 г. Она была посвящена теме «Что может дать наука для осуществления лозунга "Догнать и перегнать капиталистические страны" и рассматривалась как своеобразный смотр научных сил Академии перед советской общественностью. После вступительного слова вице-президента АН СССР Г. М. Кржижановского с основным докладом «Наука СССР на переломе всемирной истории» выступил Бухарин. В докладе был дан научный анализ методов строительства в капиталистическом и социалистическом обществе, показано принципиальное значение Октябрьской революции для судеб развития человечества, проанализированы мировые хозяйственные кризисы капитализма и их отрицательное влияние на развитие науки, раскрыто преимущество планового развития народного хозяйства на основе объединения науки и практики и подчеркнута, что основная идея социального развития, осуществляемая в нашей стране, более велика и значима, чем все те, которые когда-либо вели массы по широким путям исторического процесса¹⁸. На заседаниях сессии с докладами о роли науки в развитии отдельных отраслей производства выступили академики И. М. Губкин, А. Н. Крылов, Н. С. Курнаков, В. Ф. Миткевич и другие. Затем девять бригад академиков посетили предприятия Москвы и Московской области. Подводя итоги сессии, другой вице-президент АН СССР — В. Л. Комаров — отмечал, что «блестящий доклад Н. И. Бухарина вместе с социальными заказами заводов сразу дал сессии совершенно определенное направление»¹⁹. А непреходящий секретарь АН СССР В. П. Волгин говорил: «Основное ее значение то, что она поколебала ту стену, которая отделяла квалифицированных работников Академии от пролетарской общественности»²⁰.

Затем чрезвычайные сессии Академии наук состоялись в Ленинграде (ноябрь 1931 г.), на Урале и в Западной Сибири (июнь 1932 г.). В них Бухарин непосредственного участия не принимал, хотя на выездной

сессии, посвященной Урало-Кузнецкому комбинату, был объявлен его доклад «Основные проблемы технической политики второго пятилетия и задачи Урала в социалистической реконструкции Союза».

ЛОНДОНСКИЙ КОНГРЕСС

Практически сразу после московской сессии АН СССР Бухарин все внимание уделяет подготовке ко II Международному конгрессу по истории науки и техники, проходившему в Лондоне с 29 июня по 3 июля 1931 г. Он возглавил делегацию, в которую входили академики Н. И. Вавилов, А. Ф. Иоффе, В. Ф. Миткевич, профессора Б. М. Гессен, Б. М. Завадовский, Э. Кольман и М. О. Рубинштейн.

Прибыв в Лондон, советская делегация сумела издать подготовленные ее членами доклады в виде отдельных брошюр, а через несколько дней и в виде книги под названием «Наука на распутье»²¹.

Появление такой представительной советской делегации на конгрессе, где собралось около 250 ученых из 25 стран, было для его организаторов несколько неожиданно, а буржуазная пресса отреагировала резкой критикой в адрес СССР. «Daily Mail», например, помещала статьи под названиями 5-летний план России атакует цивилизацию», «Уничтожим их или они уничтожат нас» и т. п. В этой газете появилось сообщение, что на аэропланах прибыла группа советских агитаторов, переодетых в научных работников, во главе с Бухариным, который заведует специальным отделом Коминтерна, основанным для разложения Британской империи. Фотографии делегатов публиковались, например, с такой надписью: «Вожди московской фабрики ненависти». Английскому правительству был сделан специальный запрос, каким образом советские ученые получили визы²².

В программу работы конгресса входило обсуждение следующих вопросов: 1) наука как интегральная часть всеобщей истории; 2) о взаимоотношении физики и биологии; 3) о взаимоотношении чистой и прикладной науки. По настоянию советской делегации организаторы вынуждены были про-

¹⁸ Этот доклад с несколько измененным названием «Борьба двух миров и задачи науки» был издан отдельной брошюрой и включен в сборник Н. И. Бухарина «Этюды» (М.; Л., 1932. С. 9—34).

¹⁹ Вестник АН СССР. 1931. Внеочередной номер. Чрезвычайная сессия в Москве 21—27 VI, 1931 г. Стб. 16.

²⁰ Материалы к истории Академии наук СССР за советские годы (1917—1947). М.; Л., 1950. С. 100.

²¹ Science at the cross roads. Papers presented to the International congress, held in London from June 29th July 3rd, 1931, by the delegates of the USSR. L., 1931.

²² Рубинштейн М. О. II Международный конгресс по истории науки и техники // Соц. реконструкция и наука. 1931. Вып. 1. С. 200.

вести специальное заседание для заслушивания докладов советских ученых. На нем по первому вопросу повестки дня конгресса выступили Кольман и Рубинштейн, по второму — Иоффе и Завадовский, по третьему — Бухарин, Гессен и Миткевич.

Доклады советской делегации не обсуждались в ходе конгресса, но после его окончания в естественнонаучных журналах ведущих стран мира появились статьи, оспаривавшие правомерность постановки проблемы о классовой науке. Защищая свою точку зрения, Бухарин выступил с открытыми ответами английскому журналу «Nature»²³ и американскому «Science»²⁴.

Наиболее объективная оценка состоявшегося конгресса и роли советской делегации была сделана профессором Дж. Берналом в статье «Наука и общество», написанной сразу после его окончания. «Появление советской делегации ... сделало конгресс самым важным митингом идей, который только происходил со времени революции. (...)

Было совершенно ясно, что с английской стороны как историки, так и естественники были по отношению к истории науки, по существу, любителями. Каждый из них изучал свою узкую область и делал случайные попытки увязать ее с остальными. Русские действовали совершенно иначе. История науки имела для них величайшее значение; это было не только академическое изучение, но и руководство к действию. Они целостно подходили к прошлому и настоящему, преимущественно в аспекте социального.

Плодотворной дискуссии быть не могло. Они (русские) имели точку зрения правильную или неправильную; остальные никогда не думали о необходимости приобрести точку зрения»²⁵.

Конечно, необходимо было время, чтобы оценить эффект этого контакта. Но чем дальше, тем более становился очевидным вклад советских ученых во всю последующую разработку философии, истории и методологии науки. Конгресс 1931 г. оказал огромное влияние на зарубежную марксистскую мысль, а развитие принципов диалектического материализма как метода историко-научного исследования оценивается сегодня как «впечатляющее интеллектуальное достижение»²⁶.

НОВЫЙ ЖУРНАЛ

После Лондонского конгресса Бухарин сосредоточивает свою основную работу в НИС ВСНХ СССР, участвуя также в важнейших мероприятиях АН СССР. Это было время бурного роста отраслевых научных учреждений, привлечения к их деятельности молодых научных кадров, создания специализированных изданий. В условиях углубляющейся дифференциации научно-технического знания все более актуальной становилась задача обобщить главные направления, в которых искались решения научно-исследовательских и технических проблем. Поэтому необходимо было создание специального органа, который бы охватывал важнейшие теоретические дисциплины и технические проблемы, разрабатываемые как в СССР, так и за границей в их взаимной связи. Таким изданием стал журнал «Социалистическая реконструкция и наука» («Сорена»). Организатором и редактором нового журнала стал Бухарин. Вместе с ним в организации журнала приняли активное участие и вошли в состав его редколлегии А. А. Александров, Е. М. Альперович, А. Ф. Иоффе, Э. Кольман, Л. К. Мартенс, М. О. Рубинштейн и А. Н. Фрумкин.

Авторами журнала выступали крупные специалисты, в статьях которых рассматривались новейшие проблемы научно-технического прогресса. Только в двух первых номерах были опубликованы статьи академиков Н. И. Вавилова («Проблема происхождения земледелия в свете современных исследований»), А. Ф. Иоффе («Полупроводники — новый материал электротехники»), А. Е. Ферсмана («Хорошая статья» — о промышленном освоении новых регионов страны), А. Е. Чичибабина («Органическая химия в XX веке»), профессоров М. Н. Корсунского («Новое в физике атома»), А. Н. Фрумкина («Научные проблемы в области физической химии»), А. А. Чернышева («Основные технические проблемы электротехники»), Е. А. Чудакова («Проблемы автотранспорта»), А. И. Опарина («Техническая биохимия и ее роль в производстве») и другие. Специально для первого номера журнала Дж. Бернал написал статью «Рентгеновский анализ и структура вещества».

Журнал выходил до 1936 г. Он был, пожалуй, одним из лучших научно-технических изданий с тиражом, превышающим 20 тыс. экземпляров. Его отличало стремление к синтезу естествознания, техники и экономики.

Кроме многочисленных статей и высказываний по вопросам науки и техники Бухарин в начале 30-х годов выступил с работами

²³ Там же. С. 128—130.

²⁴ Там же. 1932. Вып. 2. С. 148—153.

²⁵ Цит. по: Рубинштейн М. О. Цит. соч. С. 202.

²⁶ Graham L. R. Science and Philosophy in the Soviet Union. N. Y., 1972. P. 430.

по проблемам культуры. На торжественных заседаниях в Академии наук СССР состоялись его доклады «Гейне и коммунизм»²⁷, «Гете и его историческое значение»²⁸. Планировался также доклад «Н. Я. Марр как философ»²⁹, но прочитан он не был.

РОЖДЕНИЕ ИНСТИТУТА

В марте 1932 г. Общим собранием Академии Комиссия по истории знаний была реорганизована в Институт истории науки и техники. Эта Комиссия была основана В. И. Вернадским. В конце 1930 г. Комиссию возглавил Бухарин, при содействии которого были сформулированы обширные направления ее деятельности. Основными из них являлись: планомерное изучение истории науки и техники всех времен и народов на базе марксистско-ленинской идеологии при особом внимании к истории научных исследований в СССР; разработка истории тех важнейших проблем, которые изучались научными институтами и прежде всего в системе Академии наук СССР; создание Музея истории науки и техники; создание фундаментальной библиотеки и подготовка библиографических картотек. Для решения этих задач было приобретено личное собрание В. И. Вернадского, содержащее прекрасный подбор литературы по истории науки, развернулось составление библиографии отечественной и иностранной литературы, вышедшей после 1917 г., началось комплектование Музея истории науки и техники. Комиссия добилась постановления Ленсовета о запрещении уничтожения памятников техники без ее визы, по всем заводам разослала обращения и инструкции по охране памятников истории техники и приступила к их собиранию. Развертывание серьезных работ по многим направлениям истории науки и техники закономерно привело к реорганизации Комиссии по истории знаний в Институт истории науки и техники.

В Институте были созданы специализированные секции по изучению истории отдельных научных дисциплин или групп дисциплин: секция по истории техники (во главе с академиком В. Ф. Миткевичем); секция истории химии (профессора Б. Н. Меншуткин и Т. П. Кравец); секция по истории физики и математики (академик С. И. Вавилов); сек-

ция истории биологии (академик Б. А. Келлер); секция истории агрикультуры (академик Н. И. Вавилов); секция истории Академии наук (академик С. Ф. Ольденбург). Институт установил тесные контакты с Международным комитетом по истории науки, начал выпуск собственных «Трудов», усиленными темпами вел работу по созданию музея, во временном помещении которого к началу 1933 г. было собрано свыше 2 тыс. ценнейших историко-научных и историко-технических памятников³⁰.

Секция истории техники под непосредственным руководством директора Института работала над созданием коллективного труда. Том первый «Истории техники» был издан в 1936 г. Он включил в себя монографию Б. Л. Богаевского «Техника первобытно-коммунистического общества». Все это издание предполагалось осуществить в течение четырех лет, но на первой части первого же тома издание было прекращено.

При непосредственном участии Бухарина в середине 30-х годов было начато издание новой серии «Классики естествознания». Эта серия открылась изданием классического труда Ч. Дарвина «Происхождение видов» в переводе К. А. Тимирязева, под редакцией Н. И. Вавилова. Книга открывалась вводными статьями Бухарина «Дарвинизм и марксизм» и Вавилова «Роль Дарвина в развитии биологических наук»³¹.

Издание классического труда Дарвина, вышедшее тиражом 35 тыс. экземпляров, быстро разошлось, и ЦК партии предложил выпустить массовое издание «Происхождения видов». Когда вся работа была выполнена, оказалось, что и переводчики, и редакторы книги отстранены от издания. В связи с этим Н. И. Вавилов писал 23 сентября 1937 г. одной из участниц подготовки этого издания Т. А. Красносельской-Максимовой: «Меня ознакомили с положением дела об издании Ч. Дарвина «Происхождения видов». Я был возмущен ... К сожалению, по сложившемуся положению вещей в связи с выскливанием антидарвиновских тенденций Сельхозгиз ведет какую-то своеобразную политику. Изъята и моя статья о роли Дарвина в развитии биологических наук, хотя, полагаю, что она была бы уместна. Ее заменяют статьей В. Л. Комарова, которую я еще не читал. Владимир Леонтьевич Комаров, как присяжный Дарвина, привлечен, насколько я понимаю, в виде главного редактора. Фактически работа, конечно, проведена, по су-

²⁷ Бухарин Н. И. Этюды. С. 177—181.

²⁸ Там же. С. 143—176.

²⁹ Вестник АН СССР. 1933. № 7. Стб. 49.

³⁰ Соц. реконструкция и наука. 1933. Вып. II. С. 182.

³¹ См.: Дарвин Ч. Происхождение видов. М.; Л., 1935.

ществу, не главным редактором»³². Командный метод руководства проникал и в издание классиков науки.

Работа Бухарина в области истории науки и техники, так же как и все другие направления его деятельности, основывались на глубококом усвоении марксистско-ленинского учения. 17 марта 1933 г. на Общем собрании АН СССР, посвященном 50-летию со дня смерти К. Маркса, «при громадном стечении научных работников» (как отмечалось в отчете об этом заседании), он выступил с докладом «Учение Маркса и его историческое значение». В яркой трехчасовой речи было всесторонне раскрыто значение революционного учения марксизма. В докладе убедительно показывалось, что Марксово учение не догма, а теоретическое руководство к действию, что по глубине и широте охвата мир не знал такого научно-философского синтеза. Специальное место в докладе было уделено марксистской теории исторического материализма. Монументальная теория К. Маркса, говорил в заключение докладчик, проверяется на небывалой исторической практике в нашей стране и в масштабе современного мирового развития³³. Речь Бухарина и ее издание явились, пожалуй, последним глубоким раскрытием марксизма. В дальнейшем, с выходом в 1938 г. «Краткого курса истории ВКП(б)», об учении Маркса писали лишь в том упрощенном виде, в каком оно излагалось в написанном Сталиным разделе этой книги «О диалектическом и историческом материализме».

В январе 1934 г. исполнилось 10 лет со дня смерти основателя Коммунистической партии и Советского государства В. И. Ленина. Эта дата в стране практически не отмечалась. Известно лишь о научной сессии, состоявшейся 22 января 1934 г. в Коммунистической академии³⁴. Сейчас кажется парадоксальным, что в траурные дни ни в массовых, ни в специальных изданиях не появилось более или менее значительных статей. Не выступал и Бухарин. Но по его инициативе и под его редакцией Академия наук СССР подготовила книгу «Памяти В. И. Ленина. Сборник статей к десятилетию со дня смерти. 1924—1934». Обращает на себя внимание хронологическое несоответствие, которое имеется в выходных данных книги: на титульном листе указан 1934 г., тогда как на обороте титульного листа отмечено, что

распоряжение об издании сборника было дано лишь в декабре 1934 г., а подписан он к печати 20 июля 1935 г. В сборнике опубликованы 2 статьи Н. И. Бухарина — «Века и люди (героическая симфония)» и «Ленин и его философское учение». Когда читаешь эти статьи, и особенно первую из них, с традиционными для того времени словословиями в адрес Сталина, то понимаешь те изменения, которые произошли от рождения замысла этой книги до ее выхода в свет. На автора уже оказала свое влияние кровавая дата в истории нашей страны — первое декабря 1934 г. — смерть С. М. Кирова.

ПОСЛЕДНИЕ ГОДЫ

В данной статье освещены лишь некоторые важные события из деятельности Бухарина после избрания его действительным членом Академии наук СССР, без анализа той сложной политической борьбы, которую он вел все эти годы по защите дела пролетарской революции и идей марксистско-ленинизма. Мы лишь коснулись разнообразной работы Бухарина по организации научно-исследовательских учреждений промышленности, а сколь велика и напряжена была эта работа, показывает один только факт. Число научных учреждений, подведомственных Научно-исследовательскому совету ВСНХ, а затем Наркомтяжпрома, только в 1931 г. возросло на 64 научных учреждения. В начале 1936 г. постановлением Президиума АН СССР был создан оргкомитет по подготовке справочника «Научно-исследовательские институты СССР» под председательством Бухарина³⁵. Но этот справочник подготовлен не был. Тема: Бухарин — теоретик, практик и историк науки — еще ждет своего исследования.

В декабре 1934 г. Бухарин был назначен главным редактором газеты «Известия». Это привело к резкому сокращению его академической и научно-организационной работы. Его имя все реже и реже упоминается на страницах научных изданий. Даже в редактируемой им «Сорена» в 1935 г. уже нет его пространственных статей и выступлений, а публикуются лишь две заметки: «Боевые командиры тяжелой промышленности»³⁶ и «Живой Энгельс. К 40-летию со дня смерти»³⁷. В 1936 г. в журнале уже совсем нет публикаций Бухарина, а в выпуске X он

³² Научное наследство. Т. 10. С. 352.

³³ Бухарин Н. И. Учение Маркса и его историческое значение. М.; Л., 1933.

³⁴ Культурная жизнь в СССР. 1928—1941. Хроника. М., 1976. С. 371.

³⁵ Вестник АН СССР. 1936. № 5. Стб. 64.

³⁶ Соц. реконструкция и наука. 1935. Вып. IV. С. 3—4.

³⁷ Там же. Вып. VII. С. 3—7.

уже не упоминается как редактор и член редколлегии. В эти годы практически отсутствует информация о нем и в «Вестнике Академии наук СССР». Последний раз его фамилия встречается лишь среди подписей всех академиков под некрологом о смерти президента АН СССР А. П. Карпинского³⁸. В этом журнале уже пересматриваются важнейшие положения, например по планированию научно-исследовательских работ, и каждая из публикуемых статей претендует на самостоятельное освещение данной темы без учета проделанной работы, все дальше отходя от еще недавно одобрявшихся всеми принципов, все прагматичнее привязывая практику планирования к текущим нуждам экономики.

Перелистывая прессу 1935—1936 гг., сообщения о смерти А. М. Горького, И. П. Павлова, глядя на портрет пятидесятилетнего С. Орджоникидзе, понимаешь, как трудно было Бухарину, всю жизнь привыкшему выражать свои чувства с трибуны или излагать на бумаге, сдерживать себя и молчать.

Но его ждали еще более тяжкие испытания.

Середина 30-х годов... Происходило то, чего так опасался Бухарин еще в 1923 г., когда в «Енчмениаде» предупреждал, что любой отход от марксизма может привести к тому, что внешне объективные процессы могут превратиться в свою противоположность, что приход к руководству в партии новых людей может принять форму борьбы против «старой партийной гвардии». Жертвой этой борьбы Бухарин стал сам.

В августе 1936 г. состоялся процесс Г. Е. Зиновьева и Л. Б. Каменева. Выступая на нем, А. Я. Вышинский объявил о начале следствия и по делу Бухарина. На процессе был поставлен вопрос и о том, что в Академии наук организована террористическая группа, в которую якобы входили и сотрудники Института истории науки и техники. На следующем процессе в январе 1937 г. «по делу» Г. Л. Пятакова, Г. Я. Сокольникова, К. Б. Радека и др. чудовищные обвинения в адрес Бухарина были повторены. Началась его травля в печати. Февральско-мартовский пленум ЦК 1937 г. исключил Бухарина из партии. На состоявшемся по итогам пленума общеакадемическом активе, проходившем 27—29 марта, «впервые за все время существования Академии наук»³⁹ была развернута острая критика недостатков в общеакадемической работе. «Ловко ис-

пользуя то внимание и заботы, которыми непрерывно окружает советская власть научные учреждения,— писал по итогам актива «Вестник Академии наук СССР»,— враги народа свили себе осиние гнезда в ряде академических организаций. С помощью и поддержкой одних (враг народа Бухарин) и при полном попустительстве других... троцкистско-бухаринские диверсанты и вредители завладевали одним за другим участками академических позиций»⁴⁰.

21 мая 1937 г. Бухарин был лишен звания действительного члена АН СССР и выведен из состава Президиума Академии наук СССР. Еще только идет следствие, приговор будет вынесен и жизнь его оборвется только через десять месяцев, а он уже «враг народа», отстранен, изгнан, практически вычеркнут из числа живых, он только мишень для поругания и издевательства. Уже зачеркнуты его идеи, изъяты его труды.

И в этих бесчеловечных условиях, перед лицом своих палачей Бухарин продолжал защищать дело и смысл своей жизни, проявляя мужество и гордость. «Фильтр истории рано или поздно неизбежно смоем грязь с моей головы»,— так писал он в обращении к будущему поколению руководителей партии. И это время пришло.

10 мая 1988 г. Президиум Академии наук СССР в связи с реабилитацией Верховным Судом СССР Н. И. Бухарина— выдающегося деятеля партии и крупного ученого в области общественных наук, имя которого преступно запятнано в годы культа личности И. В. Сталина, постановил вынести на Общее собрание Академии предложение об отмене решения от 21 мая 1937 г. и «восстановить посмертно в звании действительного члена АН СССР (академика) Бухарина Николая Ивановича»⁴¹.

21 июня 1988 г. Комитет Партийного Контроля восстановил Бухарина в рядах КПСС.⁴²

Правда о жизни и деятельности коммуниста, теоретика партии, ученого возвращается советским людям. Его наследие звучно современности. Оно необходимо нам как для решения экономических и социальных проблем, так и для той перестройки, которая сегодня происходит в советской науке.

⁴⁰ Там же. С. 7.

⁴¹ Известия. 1988. 10 мая.

⁴² Правда. 1988. 10 июля.

³⁸ См.: Вестник АН СССР. 1936. № 7.

³⁹ Там же. 1937. № 4 — 5. С. 8.

НЕОБЫЧНЫЕ ЛЕДЯНЫЕ КРИСТАЛЛЫ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ АНТАРКТИДЕ

М. Н. Остроумов, А. И. Глазов,
кандидаты геолого-минералогических наук
Ленинградский горный институт им. Г. В. Плеханова

ОДИН из авторов этой заметки в составе 23-й Советской антарктической экспедиции проработал год на станции «Восток» в центральной части ледяного континента. В этом уникальном месте нашей планеты — на полюсе холода — всегда можно ждать сюрприза от природы. И нам, действительно, повезло — мы столкнулись с необычными снежными кристаллами, представителями своеобразного мира современного минералообразования, возникающего и исчезающего на наших глазах. Само слово «кристалл» происходит от греческого *κρυστάλλος* — лед. Так древние греки называли горный хрусталь (кварц), считая его, говоря современным языком, высокотемпературной модифицированной льда.

Поскольку кристаллы атмосферного льда почти всегда под рукой, они привлекали к себе пристальное внимание естествоиспытателей на протяжении долгого времени. В первую очередь поражали правильные симметричные формы снежинок. «Кристаллы блещут своей симметрией» — это выражение гениального русского кристаллографа Е. С. Федорова, как нельзя более точно характеризует их звездчатые формы. Симметричность снежинок еще более трех с половиной столетий назад впервые отметил И. Кеплер, и он же первый попытался рационально объяснить ее, написав небольшой, но весьма оригинальный по форме и содержанию этюд под названием «Новогодний по-

дарок, или О шестиугольных снежинках». В этой работе великий астроном и математик точно указал наиболее характерную черту снежинок — «все, как одна, шестиугольные, с пушистыми лучами»¹.

Эти представления с небольшими изменениями мирно просуществовали до наших дней. Удивляет и то, что многие специалисты, гляциологи и метеорологи, например, при описании разнообразных снежных кристаллов до сих пор употребляют такие образные наименования, как звездочки, бутылочки, ежи, запонки, колеса с осью и др., которые, к сожалению, ничего общего не имеют с терминологией и номенклатурой науки о кристаллах. В этом отношении такие исследователи недалеко ушли от художников, изображающих снежинки с 4, 5 и 8 лучами. Заметим, что правильные пятилучевые звездочки вообще невозможны в кристаллографии², а четырех- и восьмилучевые не соответствуют симметрии снежных кристаллов.

Строго описание внешности кристаллов требует определения элементов симметрии и простых форм³. Какой бы скучной эта материя ни казалась

на первый взгляд, без нее нельзя правильно охарактеризовать ни одну кристаллическую форму.

Наиболее распространенные снежинки обладают одной осью симметрии шестого порядка L_6 , шесть осей симметрии второго порядка $6L_2$, семь плоскостями симметрии $7P$ и центром симметрии C . Иными словами, эти кристаллы относятся к кристаллическому классу L_66L_27PC . По кристаллографической номенклатуре этот класс входит в состав гексагональной сингонии («гекса») — шесть, «гоннос» — угол. Но встречаются кристаллы льда не только других классов этой сингонии, но и иных сингоний. Всего сейчас известно 11 структурных модификаций этого вещества. Но только две из них — гексагональная и кубическая — могут существовать при нормальном (атмосферном) давлении.

На основе многочисленных наблюдений, проведенных главным образом в Северном полушарии, сложились представления о заметном отличии снежных кристаллов от кристаллов минералов. Последние по своему внешнему виду обычно приближаются к правильным выпуклым многогранникам с равными и плоскими гранями и прямыми ребрами, пересекающимися в вершинах. Снежинки же представляют одно из немногих исключений в мире природных кристаллов: для них характерно двумерное строение с преимущественным развитием вершинных (концы лучей) и реберных (сами лучи) форм и почти полным отсутствием граней. Для таких образований минералогами было даже предложено специальное название — «кристаллические скелеты».

Таким образом, как и во времена И. Кеплера, исследователи единодушны в том, что подавляющая масса снежных кристаллов представлена пластинчатыми (двухмерными) об-

¹ Кеплер И. О шестиугольных снежинках. М., 1982. С. 8.

² Решетчатое строение всех кристаллических минеральных веществ исключает появление у них осей симметрии пятого порядка. Присутствие на кристаллах некоторых минералов (например, пирита) пятиугольных граней (пентагонов) совсем не означает, что они обладают осью симметрии соответствующего (пятого) порядка.

³ Элементы симметрии группируются в 32 кристаллографических класса (точечные группы симметрии), которые в свою очередь объединяются в 7 кристаллографических систем (сингоний), отличающихся симметрией элементарной кристаллической ячейки.

разованиями. В знаменитом атласе снежинок В. Бентли (1931), который является итогом беспримечательной жизни, посвященной изучению снежинок, 98 % фотографий иллюстрируют строение пластинчатых индивидов. Однако незадолго до нашей экспедиции советские исследователи А. И. Бочкарев и В. Г. Портнов обратили внимание на непривычные кристаллы атмосферного льда в Антарктиде. В период работы 23-й Советской антарктической экспедиции нам предстояло провести кристалломорфологические наблюдения льда, чтобы понять условия его образования. Они проводились ежедневно при температуре до -40°C на открытом воздухе, а при ее понижении до -70°C и больше — в выкопанной под снегом лаборатории.

Снежные кристаллы, формирующиеся в этой части ледяного континента, оказались, во-первых, не плоскими, а столбчатыми (трехмерными). Во-вторых, они, как правило, образуют всевозможные сростки. Наконец, еще одна отличительная особенность таких кристаллов — почти всегда они полые (футляробразные). Подобное соче-

тание этих трех характеристик у снежных кристаллов в других районах земного шара никем не отмечалось.

Кристаллические сростки из полых кристаллов представляют собой пучок из нескольких образований, сросшихся в одной (центральной) точке. По нашим наблюдениям, минимальное количество кристаллов в одном сростке составляет три, максимальное — тринадцать. При этом кристаллы, составляющие пучок, могут располагаться как в одной, так и в разных плоскостях.

Большее количество кристаллов (5, 7, 13), располагающихся в разных плоскостях, характерно для трехмерных сростков. При этом 4, 6 и 12 кристаллов находятся в одной плоскости (с углами между собой в 90° , 60° и 30°), один же ориентирован перпендикулярно остальным, но также расположен в центре пучка.

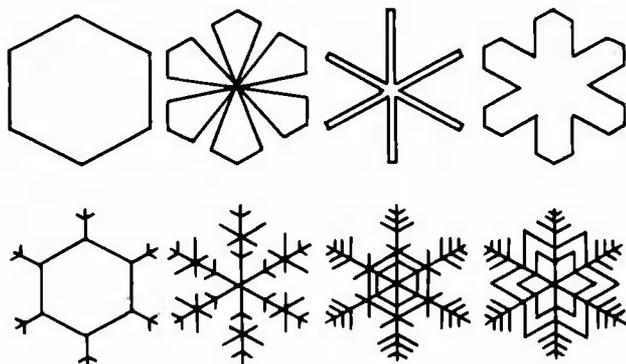
Особое внимание привлекли к себе никем еще ранее не отмеченные сростания, состоящие из трех пар перпендикулярных полых кристаллов. По сути, эти сростки из 6 кристаллов сложены из четырех, расположенных в одной плоско-

сти, и двух, присосших к ним перпендикулярно с разных сторон, в другой.

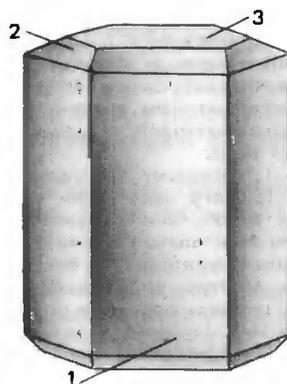
Находка такого сростка натолкнула нас на весьма впечатляющие аналогии. Дело в том, что еще Кеплер высказал гипотезу, согласно которой летящие снежинки образованы тремя взаимно перпендикулярными лучами, пересекающимися в центре (подобно декартовым координатным осям). Вот как он писал об этом: «Шестиугольные звездочки возникают при падении трех опущенных диаметров, соединенных в одной точке так, что концы их равномерно распределяются по окружности, и опускаются на землю лишь тремя опущенными лучами, в то время как три других луча, служащие продолжениями первых, остаются приподнятыми до тех пор, пока лучи, на которые опирается звездочка, не разогнутся и другие лучи, торчащие вверх, не опустятся на ту же плоскость в промежутках между первыми тремя лучами»⁴.

Вне сомнения, этот отрывок говорит о прозорливости

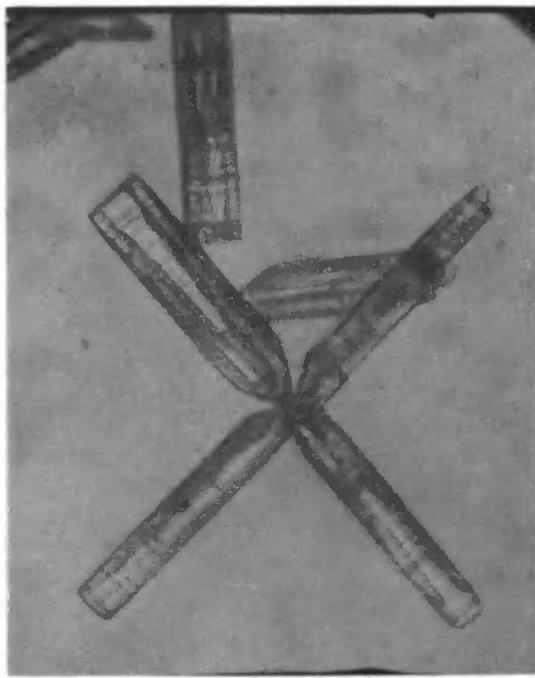
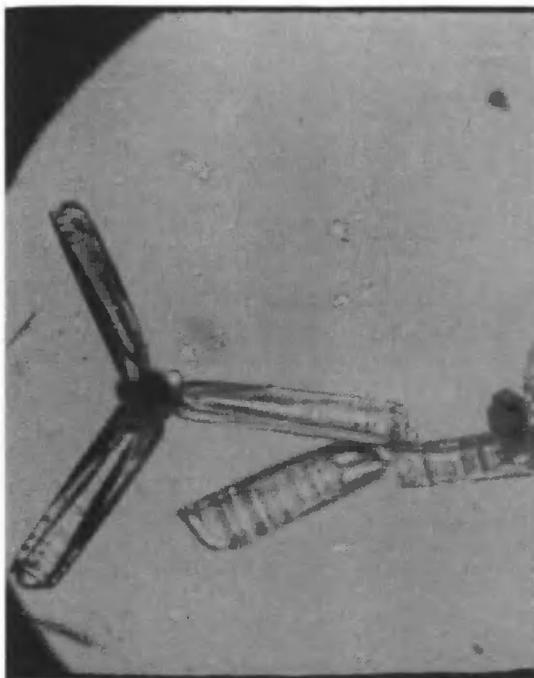
⁴ Кеплер И. Цит. соч. С. 20.



8 основных типов плоских снежинок. Все они обладают центром симметрии C ; одной осью симметрии шестого порядка (L_6), расположенной перпендикулярно плоскости рисунка (при повороте вокруг нее на 60° кристалл совмещается сам с собой); шестью осями симметрии второго порядка ($6 L_2$), находящимися в плоскости рисунка (за один оборот вокруг такой оси кристалл два раза совмещается с начальным положением); семью плоскостями симметрии ($7 P$), каждая из которых делит кристалл на две зеркально-равные части (одна расположена в плоскости рисунка, шесть других — перпендикулярно ему).



Простые формы кристаллографического класса L_66L_27P , характерные для кристаллов льда. Кристаллы вытянуты вдоль главной оси L_6 , все 6 осей L_2 находятся в плоскости, перпендикулярной главной оси; 6 плоскостей симметрии расположены вертикально, одна — горизонтально; центр симметрии совпадает с центром кристалла: 1 — гексагональная призма, 2 — гексагональная дипирамида, 3 — пинакноид [форма, состоящая из двух взаимно параллельных граней].



Двухмерные кристаллические сростки (здесь и далее увел. в 80 раз) из трех (слева) и четырех кристаллов. Их размеры составляют от 0,48 до 1,2 мм при длине отдельных кристаллов от 0,24 до 0,6 мм и толщине от 0,03 до 0,06 мм.

великого ученого. И хотя позднее автор сам отверг эту остроумную гипотезу, она оказывается близкой к действительности. В самом деле, шестилучевые сростки (трехмерные, а не плоскостные!) довольно часто встречаются в атмосферных осадках Центральной Антарктиды. На некоторых фотографиях можно даже увидеть результат процесса, предсказанного Кеплером. Например, трехлучевые сростки естественно объяснить деформацией половины сростка из 6 кристаллов под действием силы тяжести. Так же легко можно представить образование сростков из 5 и 4 кристаллов за счет обламывания одного, или даже двух перпендикулярно ориентированных кристаллов. Это подтверждается также тем, что в пробах всегда наблюдались разнообразно обломки и большое количество отдельных кристаллов, не отличающихся по размерам и форме от кристаллов сростков.

Иногда обнаруживались и более простые образования, со-

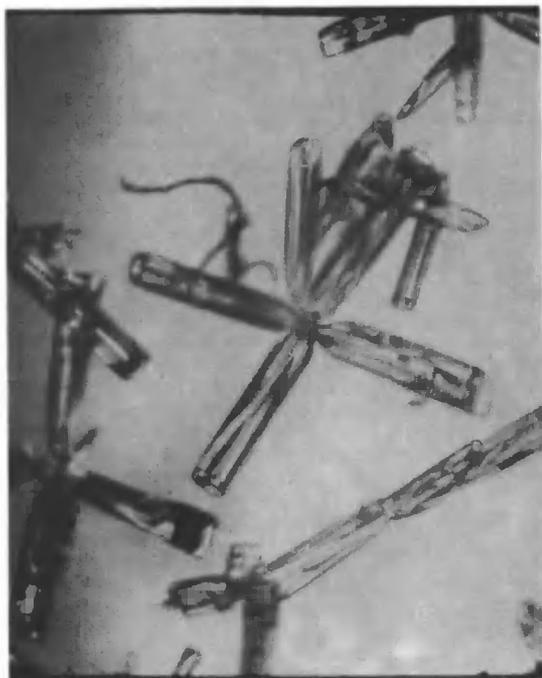
стоящие, как правило, из 2 (иногда — 3) кристаллов разной формы, по-видимому, растущих друг в друга.

И наконец, мы наблюдали осадки, которые почти целиком сложены отдельными кристаллами призматической формы. Один из концов таких кристаллов всегда заострен. Подобные кристаллы по внешней симметрии, формам и размерам совершенно не отличаются от сростков и, скорее всего, образуются при их распаде за счет испарения, длящегося всего несколько десятков секунд (этот процесс мы неоднократно наблюдали). В центре этих кристаллов — полость, суживающаяся по направлению от нижней плоскости к ограниченной верхней части кристалла.

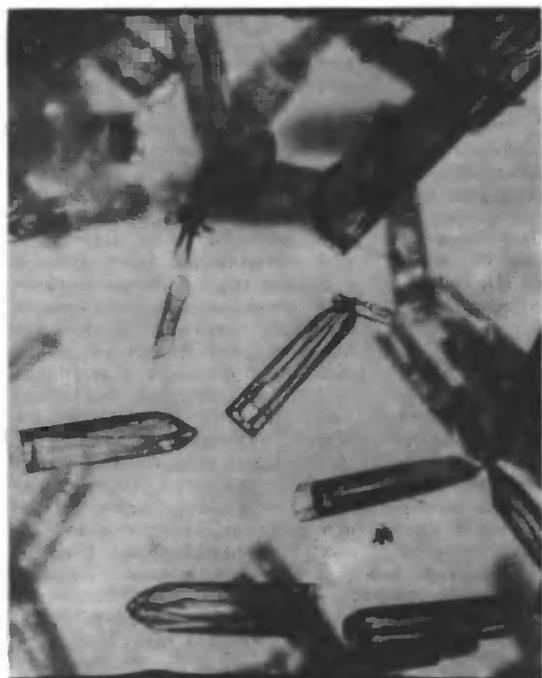
Близки по строению к одиночным столбчатым кристаллам более крупные призматические полые кристаллы с отчетливо наблюдаемой под микроскопом структурой «песочных часов», по-видимому образующиеся при срастании двух

кристаллов одной или разных форм. Их внешняя симметрия наиболее полно отвечает структурной симметрии льда — кристаллическому классу L_6L_27PC .

Попробуем теперь объяснить морфологический феномен атмосферного льда Центральной Антарктиды. Проведенные в разные годы экспериментальные исследования зарождения и роста ледяных кристаллов показали, что существует связь между их формой и температурой, при которой они формируются. Преимущественный рост по главной оси (оси шестого порядка), вызывающий появление столбчатых (вытянутых) кристаллов, обусловлен, в первую очередь, относительно низкими температурами воздуха (как правило, не выше $-50^\circ C$). Принимая во внимание эти данные, легко объяснить образование именно таких трехмерных форм у антарктических кристаллов атмосферного льда. Их футлярообразное строение можно объяснить тем, что по-



Трехмерные пучки из пяти (слева) и шести кристаллов.



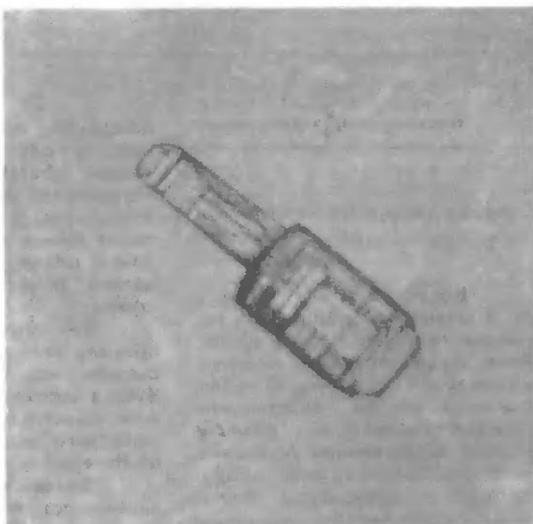
Полые кристаллы пирамидально-призматической формы (слева) и структура «песочных часов» в призматических кристаллах.

лости в кристаллах образуются при быстром росте в пересыщенных средах. А в той части антарктической тропосферы, где зарождаются и растут столбчатые ледяные кристаллы, как раз и фиксируются невысокая абсолютная влажность и большое пересыщение относительно льда. Именно при таких условиях и появляются трехмерные футлярообразные кристаллы атмосферного льда и их сростки, резко отличающиеся от привычных нам ажурных плоскостных снежинок.

С другой стороны, немаловажную роль играют и особенности кристаллической структуры льда. К настоящему моменту выявлено не менее 11 модификаций, существующих при различных комбинациях значений температуры и давления. Однако для нас, как уже отмечалось, интерес представляют лишь две: обычная, наиболее широко распространенная в природе — гексагональная и ниже еще не отмеченная в природных условиях — кубическая. Для последней, как выяснилось, областью существования на фазовой диаграмме является участок с температурой около -100°C . Близкие к таким температуры нередко фиксируются в районе полюса холода Земли на высотах около 1 км и более над ледяным куполом (сама станция Восток расположена на высоте 3,5 км над ур. м.).

Поэтому естественно предположить, что морфологическое своеобразие кристаллов атмосферного льда Центральной Антарктиды обусловлено первоначальной их кристаллизацией в кубической метастабильной фазе с последующим нарастанием на исходные кристаллы гексагональной стабильной модификации. Дополнительным доказательством предполагаемого механизма образования таких кристаллов может служить следующее обстоятельство. Структура кубического

Сросток из двух кристаллов призматической и пирамидально-призматической формы.



льда относится к структурному типу алмаза, причем расположение в ней атомов кислорода аналогично расположению атомов углерода в структуре этого минерала. Весьма характерно, что для многих минералов данного структурного типа часто устанавливается наличие нескольких полиморфных модификаций (так, к примеру, алмаз — кубический, лонсдейлит — гексагональный), которые, что особенно важно, нередко нарастают друг на друга и образуют разные по форме сростки. Добавим еще, что минеральному миру вообще свойственны самые разнообразные нарастания и сростания кристаллических индивидов.

Морфологический феномен антарктического атмосферного льда можно было бы отнести лишь к одному из бесчисленных капризов природы. Однако подобно тому, как в капле воды отражается весь мир, эфемерные и причудливые продукты кристаллизации водяных паров в таких специфических условиях несут в себе

массу разнообразной информации. Что же выясняется после ее извлечения и расшифровки?

Центральную Антарктиду можно считать своеобразной естественной лабораторией, где, по-видимому, следует изучать особенности фазовых переходов между двумя структурными модификациями льда — кубической и гексагональной. В связи с этим гляциологам необходимо учитывать такие переходы и, главное, нестандартную морфологию снежных кристаллов при разработке моделей строения антарктической ледяной толщи.

И еще одно «космическое» предположение, возникшее при изучении ледяных кристаллов Антарктиды. Метеорологические характеристики Марса, и прежде всего известные на ее поверхности температуры (от -80 до -130°C), таковы, что не требуется особой смелости предположить: если снегопады из ледяных кристаллов выпадают на этой планете, то в них преобладают формы, описанные в настоящей заметке.

Космические исследования

Экспедиция на «Мире»: апрель — май 1988 г.

Космонавты В. Г. Титов и М. Х. Манаров продолжали исследовательскую работу на орбите. Была проведена разгрузка кораблей «Прогресс-35 и -36», доставивших на орбитальную станцию топливо для объединенной двигательной установки, продукты питания, воду, оборудование и аппаратуру, почту.

Продолжалась международная программа исследований по внеатмосферной астрономии с использованием приборов астрофизического модуля «Квант». С помощью рентгеновских телескопов выполнены очередные циклы наблюдений сверхновой в Большом Магеллановом Облаке, а также рентгеновских источников Лебедь X-1 и X-3, рентгеновского пульсара Геркулес X-1. Изучался новый рентгеновский источник, вспыхнувший 26 апреля 1988 г. в созвездии Лисичка.

С помощью УФ-телескопа «Глазар» велись съемки созвездий Ворон, Дева, Лев, Большая Медведица, Северная Корона.

В соответствии с программой геофизических исследований и дистанционного зондирования Земли космонавты провели несколько серий визуальных наблюдений и фотографирования территории Советского Союза и отдельных участков акватории Мирового океана. В частности, изучались районы Западного Казахстана, Дальнего Востока, Кавказа, Полесья, Центрального Черноземного района, Прикаспийской низменности, а также леса Карпат, сельскохозяйственные угодья Одесской области, Краснодарского края, Туркмении. Работы проводились по заданию специалистов различных отраслей народного хозяйства в целях изучения состояния и сезонного развития растительности, сбора информации, необходимой для поиска место-

рождений полезных ископаемых, и для оценки экологической обстановки в районах интенсивной промышленной деятельности, а также для выявления лесных пожаров и наблюдения метеорологических процессов, происходящих в атмосфере.

19 апреля космонавты провели заключительную серию съемок территории Республики Куба в соответствии с программой международного аэрокосмического эксперимента «Кариб-Интеркосмос-88».

Экипаж выполнил ряд экспериментов по оценке эффективности опознавания звезд с помощью новых оптических приборов, очередные циклы измерений потоков заряженных частиц в околоземном космическом пространстве, эксперименты по изучению магнитосферы и ионосферы Земли.

На установке «Светоблок-Т» был проведен синтез полиакриламидного геля, необходимого для совершенствования технологии получения на Земле биологически активных соединений. Начаты также эксперименты по дальнейшему изучению динамики роста и развития высших растений в условиях космического полета; объектами исследований служили семена пшеницы и культуры тканей арабидопсиса.

По-прежнему много времени экипаж уделял медицинским исследованиям и экспериментам.

С. А. Никитин
Москва

Астрофизика

Собственное движение квазаров и расширение Вселенной

Успехи радиоинтерферометрии со сверхдлинной базой (РСДБ) не раз освещались на страницах «Природы». В частности, это относится к удивительному феномену «сверхсветовых» движений в ядрах квазаров,

открытому этим методом¹. По мере накопления наблюдательного материала появляется возможность более глубоко исследовать этот феномен и связанные с ним явления. Именно такого рода работу провели радиоастрономы М. Козн, П. Бартел, Т. Пирсон и А. Ценсус (М. Cohen, P. Barthel, T. Pearson, A. Zensus; Радиоастрономическая обсерватория Оуэнс Вэлли Калифорнийского технологического института, США).

Используя свои данные, а также данные других наблюдателей о переменности сверхтонкой структуры радиоизображений квазаров и других генетически близких к ним внегалактических объектов (далее все они условно именуется квазарами), авторы построили зависимость собственного видимого движения μ отдельных компонентов структуры от красного смещения квазара Z . Параметр μ (измеряемый в тысячных долях угловой секунды в год) характеризует видимое перемещение в плоскости того или иного элемента радиоструктуры квазара. Его можно оценить, сравнивая радиоизображения, полученные в разные моменты времени. Традиционное и хорошо обоснованное объяснение красного смещения Z спектральных линий квазаров связано с космологическим расширением Вселенной достаточно далекие от наблюдателя источники излучения удаляются с тем большей скоростью, чем больше расстояние от наблюдателя до источника. В рамках такого представления о красном смещении параметр Z является, по существу, мерой удаленности квазара.

Авторы свели воедино данные о собственных движениях и красных смещениях 32 квазаров. В эту выборку попали, в частности, и так называемые «сверхсветовые» источники (т. е. источники, в РСДБ-структуре которых наблюдается пе-

¹ Подробнее об этом см.: Матвеевко Л. И. Сверхдлинная радиоинтерферометрия // Природа. 1982. № 7. С. 56—61.

ремещение компонентов с видимой линейной скоростью, превышающей скорость света).

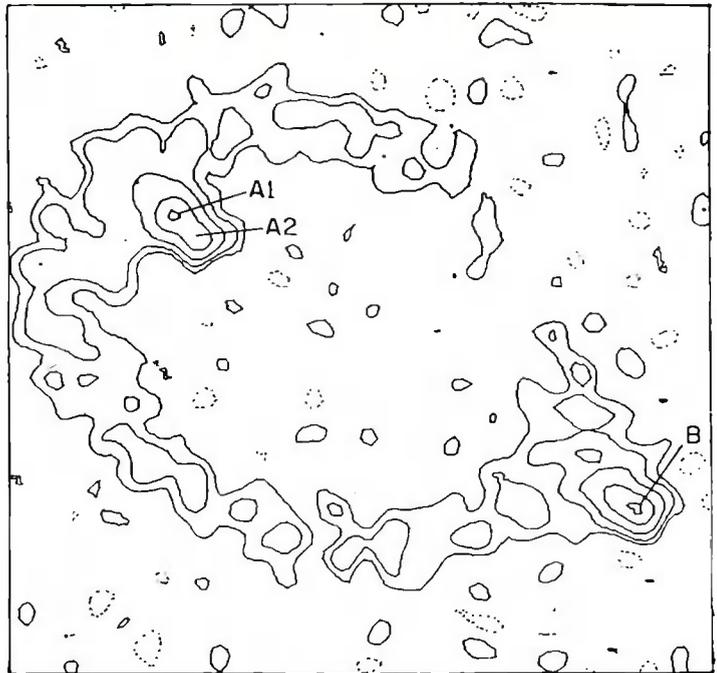
Между параметрами μ и Z наблюдается антикорреляция: μ уменьшается с ростом Z значительно быстрее, чем $(1+Z)^{-1}$. Сам по себе этот факт — сильный довод в пользу традиционной интерпретации красного смещения как проявления расширения Вселенной. Однако важность проведенного исследования не ограничивается только этим подтверждением. Авторы указывают способ, с помощью которого из анализа « μ - Z »-зависимости можно получить согласованные оценки параметров моделей квазаров (их ядер) и моделей Вселенной. В частности, по рассмотренной выборке квазаров авторы выдвигают ограничение на комбинированный параметр γH_0 , где γ характеризует скорость релятивистской струи в ядре квазара, а H_0 — постоянная Хаббла. Правда, полученные в работе оценки этого комбинированного параметра лишь иллюстрируют работоспособность метода и не могут пока уточнить ни физическую модель квазара, ни космологическую модель Вселенной. В полной мере достоинства предложенного способа будут реализованы в будущих РСДБ-экспериментах, особенно с участием космических радиотелескопов.

Preprint OVRO. 1987 (США).

Астрофизика

Еще одна гравитационная линза!

С помощью радиотелескопа апертурного синтеза (VLA) Национальной радиоастрономической обсерватории США (Сокорро, штат Нью-Мексико) получено изображение радиоисточника MG 1131+0456. Его необычность заключается в том, что радиоизображение источника представляет собой эллиптическое кольцо, окружающее группу весьма компакт-



Радиоизображение источника MG 1131+0456, построенное на основе данных наблюдений на частоте 15 ГГц. A1, A2, B — компактные детали.

ных деталей, которые в оптическом диапазоне выглядят как один слегка вытянутый объект.

Достаточно высокое качество карты, полученной в ходе первого этапа наблюдений на частоте 5 ГГц, позволило отчетливо выделить структурный элемент правильной кольцеобразной формы. Эта особенность побудила провести наблюдения источника на разных частотах в течение 9 ч. Установлено, что протяженный источник радиоизлучения хорошо описывается эллиптическим кольцом с осями 2",2 и 1",6. Кроме кольцеобразной структуры в радиоизображении присутствуют и компактные детали (A1, A2 и B — на рис.).

Стремясь получить более полное представление об источнике, авторы подняли данные наблюдений в других спектральных диапазонах, а также провели поляриметрические наблюдения. Оказалось, что, несмотря на обилие похожих кольцеобразных структур в остатках сверх-

новых, III-областях (области ионизованного водорода), молекулярных облаках — оптические и инфракрасные свойства MG 1131+0456, по-видимому, не позволяют отнести его к перечисленным объектам. Механизм излучения нового радиоисточника нетепловой и, наряду с оптическими и инфракрасными свойствами, хорошо согласуется с механизмом излучения радиогалактик. В сочетании с морфологическими свойствами MG 1131+0456 это позволяет выдвинуть гипотезу, согласно которой источник является изображением, построенным гравитационной линзой. Из теории этого явления хорошо известно, что если объект расположен на оптической оси за линзой, то его изображение будет кольцевым. Таким образом, перед нами пример «эйнштейновского кольца» — высокосимметричной гравитационной линзы, в которой изображение приобретает кольцеобразную форму¹. В рамках

¹ Подробнее о формировании изображений с помощью гравитационной линзы см.: Блиох П. В., Минаков А. А. Гравитационные линзы // Природа. 1982. № 11. С. 59—69.

такой гипотезы компактные детали в изображении MG 1131+0456 можно считать радиоизображением второго компонента объекта (т. е. предполагается, что объект — двойная система). При этом существование множественных изображений второго компонента позволяет объяснить эллиптичность (а не строго круговую форму) наблюдаемого изображения.

Модель устанавливает хорошую взаимосвязь между всеми компонентами радиисточника MG 1131+0456, которую трудно объяснить без привлечения эффекта гравитационной линзы. Если модель верна, то на повестку дня встает вопрос о поиске объекта, который является линзой.

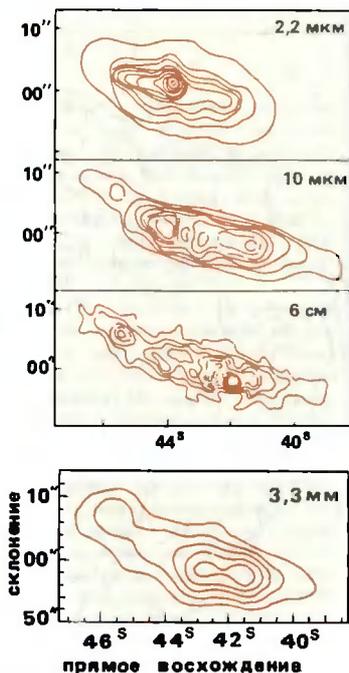
Preprint Princeton University Observatory. 1987.

Астрофизика

Необычный внегалактический источник OI 287

Трудно классифицировать — интересно изучать! Так можно охарактеризовать ситуацию, которая сложилась с доселе малоизученным внегалактическим источником OI 287. По ряду признаков его относили к блазарам — внегалактическим источникам, отождествляемым с активными галактическими ядрами; они отличаются высокой степенью поляризации оптического излучения, переменностью, отсутствием в спектре эмиссионных линий, иными словами, блазары объединяют квазары с бурной оптической переменностью и объекты типа BL Ящерицы — лацертиды¹. Однако попал OI 287 в эту категорию в основном из-за первого признака; что же касается переменности излучения, то при достигнутом уровне

¹ Этот класс активных галактических ядер объединяет объекты, в оптическом излучении которых отсутствуют эмиссионные линии.



Распределение яркости излучения галактики M 82 в диапазонах 2,2 мкм, 10 мкм, 3,3 мм и 6 см.

чувствительности астрономических приборов наблюдать ее не удавалось.

Полученные недавно с помощью радиотелескопа апертурного синтеза VLA Национальной радиоастрономической обсерватории США (Сокорро, Нью-Мексико) радиокарты источника OI 287 убедили исследователей, что этот объект необходимо изучать более тщательно.

На одной из карт отчетливо видна протяженная структура, которая по виду напоминает релятивистскую струю, часто наблюдаемую в активных галактических ядрах. Но, по общепринятой модели, в лацертидах такой выброс направлен вдоль луча зрения и, таким образом, не проявляет себя как протяженная деталь на радиокarte. Кроме того, эта структура направлена не в одну сторону от ядра, как следовало ожидать в объекте с данной радиосветимостью, а носит отчетливо двухсторонний характер. Необычно и соотношение яркости ядра и периферийных областей в радиодиапазоне, в

том числе и в поляризованном излучении. Одним словом, объект OI 287 никак не вписывается в существующую весьма обширную классификационную схему внегалактических источников. Что же он собой представляет?

Среди возможных объяснений авторы выделяют гипотезу о необычной ориентации галактики, видимой нами «с ребра» и поэтому затмевающей излучение из области ядра. В рамках этой гипотезы удается, в частности, объяснить высокую степень поляризации оптического излучения ядра и отсутствие заметной переменности излучения. Впрочем, модель не бесспорна. Большие надежды возлагаются на будущие исследования объекта OI 287 с помощью космического оптического телескопа (обсерватория им. Э. Хаббла) и нового поколения радиоинтерферометров со сверхдлинной базой.

Astrophysical Journal. 1988. Vol. 328. P. 569—577 (США).

Физика

Передача изображений рентгеновской линзой

Слабое взаимодействие жесткого рентгеновского излучения с веществом (показатель преломления близок к единице во всех известных материалах) исключает создание преломляющих рентгенооптических элементов по аналогии с оптической видимого света. Единственная возможность создания рентгеновских линз — использование явлений дифракции и интерференции. Существует ряд теоретических и экспериментальных работ, в которых показана возможность использовать дифракцию рентгеновских лучей на кристаллической решетке для их фокусировки и предприняты попытки передачи изображения в рентгеновских лучах. Эффективным отклоняющим элементом служит кристаллическая решетка

Магнитный порядок в кондо-решетке

ка, на которую излучение падает точно под брэгговским углом. Для фокусировки используется также аномальная дисперсия показателя преломления рентгеновских лучей в узком интервале углов вблизи угла Брэгга для совершенного кристалла (лучи проходят сквозь кристалл «на просвет»). Однако полученные таким образом линзы обладают малой угловой апертурой (10^{-4} — 10^{-5} рад), низкой светосилой и требуют применения монохроматического пучка рентгеновского излучения.

Избавиться от перечисленных недостатков сотрудникам Института проблем технологии микроэлектроники и особо чистых материалов АН СССР позволила реализация недавно предложенной идеи — создания новых фокусирующих элементов рентгеновской оптики на основе совмещения брэгговской дифракции на кристалле с дифракцией на искусственно созданной на нем структуре. Полученные линзы авторы назвали брэгг-френелевскими.

В первых опытах на монокристалле кремния был создан профиль по закону одномерных зон Френеля. Угловая апертура такой линзы существенно превышает угловую ширину отражения совершенного кристалла, разрешение определяется размерами последней зоны Френеля. Линза позволяет получить угловую апертуру до 10^{-1} рад и разрешение 1—10 нм. При этом она практически одинаково отклоняет излучение с различными длинами волн.

Эксперименты выполнялись на пучке синхротронного излучения в Институте ядерной физики СО АН СССР. Была получена линза с фокусным расстоянием 5 см. Объектом, изображение которого передавалось, служила никелевая сетка толщиной 7 мкм и периодом 20 мкм. В ходе эксперимента с помощью брэгг-френелевской линзы впервые получено двукратно уменьшенное изображение предмета в жестких рентгеновских лучах. Итак, появляется реальная возможность на базе брэгг-френелевской оптики создать рентгеновский микроскоп.

Письма в ЖТФ. 1988. Т. 14. Вып. 1. С. 3—6.

Эффект Кондо (названный в честь японского физика) заключается в сильном рассеянии электронов проводимости на примесных атомах при условии, что между электронным спином и спином магнитного атома имеется взаимодействие, стремящееся выстроить их антипараллельно. Это взаимодействие проявляется в возникновении минимума на кривой температурной зависимости сопротивления; уменьшение сопротивления по мере падения температуры сменяется его ростом. А при очень низких температурах магнитный момент атома полностью экранируется моментом электронов проводимости. Температура, ниже которой возникает экранировка, называется температурой Кондо T_K .

Магнитные атомы, о которых идет речь, — это не обязательно примеси, они могут входить в состав соединения и образовывать регулярную решетку, которая в этом случае носит название кондо-решетки. Эффект Кондо приводит к резкому увеличению эффективной массы электронов — иногда в тысячи раз (Это во столько же раз увеличивается, например, электронную теплоемкость.)

Кондо-решеток известно сейчас довольно много: CeAl_3 , UBe_{13} , CeCu_2Si_2 и UPt_3 (магнитное рассеяние в которых осуществляется на атомах Ce и U) и другие. При $T > T_K$ кондо-решетки ведут себя как соединения с магнитными атомами, а при $T < T_K$ из-за экранировки электронами их магнетизм исчезает. Считалось, что экранировка полная и появление магнитного порядка при низких температурах в кондо-решетках невозможно — ведь магнитный момент при $T < T_K$ отсутствует.

Эксперименты швейцарских физиков заставили пересмотреть эти взгляды¹. Для ре-

гистрации магнитных полей в соединении CeAl_3 они использовали положительные мюоны. В магнитном поле спин мюона начинает прецессировать (подобно волчку); измеряя частоту прецессии, можно измерить поле. Оказалось, что при очень низкой температуре (35 мК) магнитный момент атомов Ce хоть и мал, но не равен нулю и составляет $0,05 \mu_B$ (магнетона Бора). Обычное же значение моментов в магнетиках — единицы μ_B . Характер магнитного упорядочения в CeAl_3 , по-видимому, антиферромагнитный, а появляется оно при температуре ниже 0,7 К.

Вслед за CeAl_3 антиферромагнетизм обнаружили и в другой кондо-решетке — соединении UPt_3 , которое к тому же является сверхпроводящим при температуре ниже 0,5 К. Группа американских, датских и немецких ученых провела прецизионные эксперименты по рассеянию нейтронов в этом соединении². Обнаружилось появление антиферромагнитного упорядочения атомов U при температуре ниже 5 К. Интересно, что рост магнитного момента прекращался, когда температура становилась меньше температуры перехода в сверхпроводящее состояние (0,5 К). Максимальная величина магнитного момента была, так же как и в CeAl_3 , очень малой — $(0,02 \pm 0,01) \mu_B$.

А. И. Буздин,
кандидат физико-математических наук
Москва

Физика

Радиоизлучение и фазовые переходы

Фазовые переходы в ионных кристаллах сопровождаются резким изменением целого ряда параметров — сопротивления, теплоемкости и т. д. Кроме того, обнаружено импульсное электромагнитное излучение,

¹ Barth S., Ott H. R., Gygax F. N. et al. // Jap. J. Appl. Phys. 1987. Vol. 26. Suppl. 26—33. P. 519—520.

² Aepli G., Bacher E. et al. // Phys. Rev. Lett. 1988. Vol. 60. № 7. P. 615—618.

возникающее при таком переходе. Пока измерена лишь интенсивность этого излучения, хотя для изучения динамики процесса необходимо знать спектр и температурную зависимость этого импульсного электромагнитного излучения.

П. Ф. Зильберман и П. А. Савинцев (Кабардино-Балкарский агрономелиоративный институт) попытались заполнить пробел в данных о радиоизлучении, сопровождающем фазовые переходы. Исследовались спектр и его температурная зависимость для нитрида натрия, имеющего фазовый переход типа «порядок-беспорядок». Образец вместе с приемной антенной, подключенной к анализатору спектра, помещался в термостат с регулируемой скоростью нагрева. Как показали измерения, начальный линейчатый характер спектра с повышением температуры меняется, появляются, а затем и доминируют участки сплошного спектра. Непосредственно перед фазовым переходом спектр снова становится линейчатым с равномерным распределением линий по наблюдаемому диапазону частот. Это явление авторы связывают с существованием в узком интервале температур перед фазовым переходом поляризованной структуры нитрида натрия, имеющей периодический характер. После фазового перехода, когда кристалл становится параэлектриком, спектр радиоизлучения снова приобретает сплошной характер. Дальнейший нагрев сопровождается переходом сплошного спектра вновь к линейчатому с последующим уменьшением интенсивности линий.

По мнению авторов, наблюдаемое излучение возникает как за счет перемещения групп ионов при изменении параметров кристаллической решетки, так и в результате переориентации доменов при фазовом переходе.

Таким образом, спектр электромагнитного излучения, возникающего при фазовом переходе в ионных кристаллах, отражает динамику процесса и отдельные его стадии.

Письма в ЖТФ. 1988. Т. 14. Вып. 2. С. 145—147.

Физика

Самофокусировка пучка частиц в кристалле

Взаимодействие заряженных частиц, падающих на кристалл под определенным углом, с кристаллической решеткой приводит к тому, что частицы перемещаются вдоль кристаллографических плоскостей, как бы испытывая полное отражение от стенок «канала», образованного плоскостями атомов решетки. В этом и состоит явление каналирования, которое уже пытаются практически использовать для управления пучками заряженных частиц.

Как было установлено М. А. Кумаховым, при падении пучка заряженных частиц на кристалл вблизи кристаллографической плоскости происходит разделение пучка на каналированную и неканалированную составляющие¹. Их соотношение зависит от угла падения, расходимости пучка и состояния поверхности кристалла. Обе компоненты пучка по-разному взаимодействуют с веществом: каналированная часть рассеивается только на электронах, в то время как неканалированная составляющая — еще и на кристаллической решетке. Поэтому основная часть каналированных частиц рассеивается гораздо слабее неканалированных. Эта особенность и приводит к предсказанному М. А. Кумаховым эффекту самофокусировки пучка в кристалле.

При определенных углах падения на кристалл частицы неканалированной фракции могут в результате рассеяния перейти в каналированную часть пучка. Вероятность такого процесса может достигать 50%. Если толщина кристалла достаточно мала, чтобы частица не успела покинуть «канал» из-за рассеяния на электронах, то угловое распределение частиц в выходящем из кристалла пучке будет иметь максимум в интервале углов, отвечающих крити-

ческому углу каналирования. Таким образом, в достаточно тонких мишенях за счет «перекачки» частиц из неканалированной части пучка в каналированную должна происходить самофокусировка пучка. По мнению автора, угловую плотность частиц вблизи критического угла каналирования можно увеличить в 3—5 раз за счет описанного эффекта.

Эффект ждет экспериментального подтверждения.

Письма в ЖТФ. 1988. Т. 14. Вып. 3. С. 250—252.

Физика

Быстрая диагностика рака грудной железы

Американская фирма Со-манетик создала прибор для диагностики рака грудной железы. Прибор получил название IWOS (in vivo optical spectroscopy — оптическая спектроскопия живой ткани).

Через железу пропускается свет, и измеряется прозрачность ткани по всей глубине. При наличии рака прозрачность незначительно изменяется, что фиксируется прибором.

В отличие от более сложного метода маммографии, использующего рентгеновское излучение и позволяющего достаточно точно локализовать опухоль, метод оптической спектроскопии, более простой и безопасный, помогает лишь установить существование опухоли без точной ее локализации. В этом смысле два метода дополняют друг друга.

Источником света в приборе служит галогенная лампа большой интенсивности; приемниками являются специальные датчики, располагаемые вокруг груди. Датчики содержат сенсоры, которые, измеряя интенсивность света, прошедшего через грудную железу, дают информацию о прозрачности ее ткани. Эта ткань рассеивает свет только в диапазоне волн от 500 нм (зеленая область) до 1500 нм (ближняя инфракрасная).

¹ Кумахов М. А. Излучение каналированных частиц в кристаллах. М., 1986.

За 5 мин прибор осуществляет 8 измерений в четырех позициях расположения датчика. На основании этих измерений проводится анализ информации, который крайне прост благодаря использованию компьютерной техники и осуществляется за 1 мин в присутствии пациентки. Если зафиксирован рак грудной железы, большую немедленно отправляют на обследование методом маммографии для более точного определения локализации опухоли. Эта методика позволяет устанавливать тончайшее, почти неуловимое различие между здоровой и больной тканью.

New Scientist, 1987. Vol. 116. № 1584.
Р. 41 (Великобритания).

Химия

Строение комплекса серного ангидрида с хлором

Установлено, что реакционная способность хлора, хлораминов, алкилнитритов и некоторых других веществ заметно увеличивается в присутствии серного ангидрида. Происходит это в результате увеличения их электрофильности (т. е. способности переносить электроны), что позволило осуществить ряд реакций присоединения. Однако неясной оставалась структура промежуточных реакционных комплексов; предлагалось несколько возможных структур, например молекулярный комплекс $\text{Cl}_2 \cdot \text{SO}_3$, ковалентное соединение $\text{Cl}-\text{O}-\text{SO}_2\text{Cl}$ и др.

И. С. Зефиров с соавторами (МГУ и Институт элементоорганических соединений им. А. Н. Несмеянова АН СССР) методом ЯМР для ^{35}Cl установили, что раствор смеси хлора и серного ангидрида (одинаковой молярности) в хлористом метиле характеризуется спектральными линиями 36,17 и 54,60 МГц, соответствующими связям $\text{S}-\text{Cl}$ и $\text{O}-\text{Cl}$. Отсюда был сделан вывод, что смесь хлора с серным ангидридом представляет собой (при низких температурах) соединение со

строением, подобным строению гипохлорита $\text{Na}-\text{O}-\text{Cl}$, также обладающего повышенной реакционной способностью. Как показали спектры ЯМР ^{15}N , смеси серного ангидрида с N-хлораминами — это ковалентные соединения с похожей структурой ($\text{R}_2\text{N}-\text{SO}_2-\text{OCl}$).

Итак, повышенная реакционная способность электрофильных реагентов в присутствии серного ангидрида объясняется образованием промежуточных соединений $\text{X}-\text{O}-\text{Y}$ с непрочной связью $\text{X}-\text{O}$.

Доклады АН СССР. 1987. Т. 297.
Вып. 4. С. 863—866.

Медицина

Аспирин против инфаркта

Результаты исследований терапевтического действия аспирина на пациентов, перенесших инфаркт, обсуждались на II Международной конференции «Реабилитация после инфаркта» (Атланта, штат Джорджия, США). Было обследовано свыше 17 000 больных из 16 стран. Действие аспирина сравнивали с действием стрептокиназы (активатора плазминогена) — вещества, растворяющего сгустки крови, которые образуются при сердечных приступах¹. Врачи пришли к выводу, что лечение аспирином, начатое вскоре после сердечного приступа, уменьшает риск смерти от него в 5 раз, а стрептокиназой — только в 4 раза. При лечении одновременно аспирином и стрептокиназой вероятность летального исхода уменьшалась лишь в 3 раза. Преимущество аспирина состоит в его доступности, дешевизне и простоте употребления; стрептокиназа дорогостоящая и вводится больным внутривенно.

New Scientist, 1988. Vol. 118. № 1607.
Р. 22 (Великобритания).

¹ См. подробнее: Эволюционная консервативность активаторов плазминогена // Природа. 1988. № 4. с. 108.

Медицина

Как сохранить консервированную кровь?

Гематологи обнаружили, что витамин Е (α -токоферол), стабилизируя энергетический обмен в эритроцитах, предупреждает появление в них структурных изменений при хранении. Изучались морфологические изменения эритроцитов крови и белков мембран у животных в зависимости от сроков хранения крови и обеспеченности организма витамином Е. Дискоидная (нормальная) форма эритроцитов превращалась в эхиноцитарную (с выступами), а затем и в сферическую, что свидетельствовало о потере клетками части мембран, т. е. о необратимости процесса. У животных, которым в течение месяца до взятия крови на консервацию добавляли в рацион питания витамин Е, эритроциты крови при хранении (свыше 20 дней) сохраняли нормальную форму, не менялись соотношение и количество белковых фракций в мембранах. Следовательно, предварительная витаминизация α -токоферолом защищает эритроциты от разрушения при хранении консервированной крови.

Гематология и трансфузиология. 1988. № 1. С. 37—39.

Медицина

ЯМР в ранней диагностике рака

В Гарвардской медицинской школе (США) разработан метод ранней диагностики раковых заболеваний, основанный на регистрации изменений сыворотки крови у больных с помощью метода ядерного магнитного резонанса (ЯМР).

Обследовали свыше 2000 пациентов с диагнозами злокачественных и доброкачественных опухолей, а также контрольную группу здоровых людей. Полученные результаты сравнивали по ширине спектральной линии метил- и метил-

енсодержащих веществ в плазме крови. Оказалось, что у пациентов со злокачественными опухолями ширина спектральной линии составила 30,5 Гц, с доброкачественными — 36,8 Гц, а у здоровых людей — 40,1 Гц. Исходя из этих наблюдений, сделан вывод, что при ширине менее 33 Гц можно говорить о заболевании раком. Лечение больных с помощью химио- и радиотерапии вызывает улучшение состояния, которое фиксируется методом ЯМР (ширина спектральной линии увеличивается); при рецидиве болезни ширина спектральной линии снова уменьшается.

Новый метод требует высокой точности и тщательности при взятии образцов крови и их обработке, а также имеет ряд ограничений. В настоящее время он совершенствуется и будет применяться для диагностики рака на тех стадиях, когда еще не образовалась твердая опухоль.

New Scientist. 1988. Vol. 117. № 1598. P. 45 (Великобритания).

Иммунология

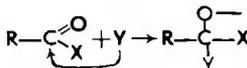
Антитела с ферментативной активностью

Известно, что иммунная система организма в ответ на введение антигена образует антитела: молекулы антител соединяются с молекулами соответствующего антигена в прочный комплекс антиген — антитело. Этот комплекс активирует особую систему белков крови (комplement), которая способствует разрушению антигена. Сами антитела не принимают участия в ферментативных процессах — их функция сводится к образованию комплекса с антигеном.

Однако недавно американские исследователи во главе с А. Трамонтано (A. Tramontano; отдел молекулярной биологии Скриппсовского института в Ла-Холья, штат Калифорния) и Д. Якобсом (J. Jacobs; Калифорнийский университет) сообщили о получении антител с ферментативной активностью.

В качестве антигенов исследователи использовали ингибиторы некоторых ферментов. Им удалось получить антитела к ингибиторам ферментативной реакции гидролиза эфиров карбоновых кислот. Полученные антитела обладали именно той ферментативной активностью, ингибиторы которой вводились в качестве антигена.

Для реакций ферментативного расщепления производных карбоновых кислот — пептидов, эфиров — существует общий механизм катализа: плоская карбоксильная группа (RCOX) атакуется нуклеофильной группой (Y), которой может быть молекула воды или группа активного центра белка, с образованием тетраэдрического промежуточного соединения, или переходного состояния:



Эффективными ингибиторами такого типа реакций являются «аналоги переходного состояния», т. е. соединения с тетраэдрической структурой (например, фосфаты или фосфонаты):



При иммунизации мышей фениловыми эфирами замещенных бензилфосфоновых кислот (в соединении с белком) были получены антитела, обладающие ферментативной (эстеразной) активностью, сравнимой с активностью карбоксистеразы, холинэстеразы и α-химотрипсина. Каталитическая активность антител тормозилась соответствующим фосфонатом-ингибитором, который был использован в качестве антигена.

Следовательно, у антител появляется дополнительная функция — не только пассивное связывание с антигеном, но и активное ферментативное действие. В руках исследователей — ключ к новым возможностям иммунной системы. Journal of the American Chemical Society. 1987. Vol. 109. № 7. P. 2174—2176; 1988. Vol. 110. № 7. P. 2282—2286 (США).

Физиология

Зачем млекопитающим синтезировать морфин!

Открытие в 1975 г. одновременно в трех лабораториях мира пептидов (опиоидов), обладающих способностью связываться с опиатными рецепторами мозга, явилось результатом скорее дедукции, чем озарения — просто все встало на свои места. Ведь не созданы же опиатные рецепторы в мозгу млекопитающих специально для морфина и кодеина — опиатов растительного происхождения... Опиоиды, как оказалось, выполняют важнейшие функции, связанные в первую очередь с ответом организмов на стресс. Однако группа А. Голдштейна (A. Goldstein; Стенфордский университет, Калифорния, США) продолжала настойчиво искать опиаты в тканях млекопитающих. Наконец, в 1985 г. им удалось обнаружить в мозгу крысы и быка морфин и его родственник кодеин¹. Затем появились доказательства того, что эти опиаты не растительного происхождения, они синтезируются в печени млекопитающих². Как морфин и кодеин попадают из печени в мозг и какую функцию они выполняют, предстоит узнать из будущих экспериментов. Некоторый свет на этот вопрос проливают результаты исследований группы из университета Нью-Джерси (штат Миннесота, США)³. Показано, что у крыс с экспериментальным хроническим артритом, вызывающим постоянное ощущение боли, с мочой выделяется много морфина и концентрация его и кодеина в спинном мозгу увеличена. Авторы полагают, что эндогенный морфин может участвовать в регуляции болевой

¹ Weitz C. et al. // Proc. Natl. Acad. Sci. 1986. Vol. 83. № 24. P. 9784—9788.

² Weitz C., Faull K., Goldstein A. // Nature. 1987. Vol. 330. № 6149. P. 674—677.

³ Dinnar J. et al. // J. of Pharmacol. and Exptl. Therap. 1987. Vol. 242. № 2. P. 583—587.

чувствительности. Однако для эффективного взаимодействия морфина с опиатными рецепторами мозга концентрация морфина должна достигать величины порядка 10^{-9} М, тогда как реально она не превышает $2 \cdot 10^{-11}$ М.

В Институте эволюционной физиологии и биохимии им. И. М. Сеченова АН СССР сделан еще один значительный шаг в изучении опиатной системы мозга. А. Я. Багровым обнаружено, что белок гистон Н4, регулирующий считывание генетической информации в хромосомах, обладает свойствами антагониста опиатных рецепторов. Он резко ослабляет угнетающий эффект морфина на вызванное электрическим полем сокращение подвздошной кишки морской свинки. Именно с помощью этой модели 13 лет назад удалось выделить и очистить опиоидные пептиды, а теперь впервые обнаружены эндогенный антагонист. Таким образом, оказалось, что в мозгу присутствуют разные эндогенные соединения, не только активизирующие, но и тормозящие активность опиатной системы.

В. Л. Цибельский,
кандидат биологических наук,
Москва

Физиология

Как действует токсин, вызывающий ботулизм?

Ботулизм — пищевая токсикоинфекция в результате отравления продуктами, содержащими бактерии *Clostridium botulinum* или их токсины. При ботулизме поражается нервная система, подавляется высвобождение нейромедиатора ацетилхолина из нервных клеток во внеклеточное пространство. Токсин, вызывающий ботулизм (ТБ), — белок, состоящий из тяжелой (массой 100 кД) и легкой (50 кД) цепей, соединенных дисульфидной связью. Механизм взаимодействия ТБ с

нервными клетками проявился благодаря исследованиям группы биохимиков из университета Хоккайдо (Япония). При изучении реакции ТБ с нервными клетками, содержащими ацетилхолин, было обнаружено, что спустя 15 мин после добавления токсина при 0°C высвобождение ацетилхолина полностью подавлялось. Однако присутствие в среде антител, связывающихся только с тяжелой цепью ТБ, блокировало действие токсина, и секреция ацетилхолина возобновлялась. Когда же токсин добавляли при 37°C , и он проникал в клетку, то антитела не блокировали его действие. Итак, во взаимодействии ТБ с нервной клеткой главную роль играет его тяжелая цепь, а проникновение токсина в клетку зависит от температуры. По мнению авторов, для поиска эффективных противоядий необходимо определить мишени внутриклеточного действия этого токсина.

Journal of Biochemistry. 1987. Vol. 102. № 6. P. 1355—1364 (Япония).

Физиология

Нейролептики изменяют активность нейронов

В качестве эффективных лекарственных препаратов при лечении психических расстройств все шире применяются нейролептики — низкомолекулярные органические соединения, обладающие «антипсихотическим» действием. Чем тяжелее заболевание, тем выше доза и сроки приема назначаемого врачом нейролептика. При этом особенно важен вопрос о том, какие изменения в мозге больных происходят при длительном употреблении нейролептиков. С этой целью физиологи из Института фармакологии и токсикологии в Дрездене (ГДР) исследовали самопроизвольную электрическую активность нейронов мозга и их чувствительность к нейромедиаторам (ацетилхолину, норадреналину, дофамину). Длительное употребление нейролептика галоперидола приводило к снижению активности нейронов и их

чувствительности к нейромедиаторам в лобной коре, формирующей деятельность организма в соответствии с внешней средой. В гиппокампе, который участвует в эмоциональных реакциях и механизмах памяти, активность нейронов после приема галоперидола не менялась, но их чувствительность к норадреналину и дофамину снижалась. Авторы работы считают, что длительное применение нейролептиков изменяет самопроизвольную активность нейронов, которая может не совпадать с их чувствительностью к нейромедиаторам, что следует учитывать при назначении большим одновременно нейролептиков и препаратов, имеющих природу нейромедиаторов.

Biomedica Biochimica Acta. 1987. Vol. 46. № 10. P. 735—741 (ГДР).

Биология

Митотические часы

Известно, что удвоение молекул ДНК (S-фаза) предшествует началу деления клеток — митозу (M-фаза). Оба процесса тесно связаны во времени, однако причины такой тесной взаимосвязи пока неизвестны. Изучая этот вопрос, биологи стали искать системы, где связь между S- и M-фазами нарушена. А. Парди и Р. Шлегел (A. Pardee, R. Schlegel; Онкологический институт, Бостон, США) нашли клеточную систему, в которой синтез ДНК был блокирован, а митоз продолжался ритмично в течение двух, трех, а иногда и четырех циклов.

Эксперименты проводили в культуре фибробластов хомячка, находящихся в S-фазе в среде, содержащей оксимочевину — ингибитор начала синтеза ДНК. С момента добавления в среду кофеина, стимулирующего наступление митоза, наблюдаются за клетками велись непрерывно в течение суток посредством видеомикроскопической системы. Были отчетливо видны: конденсация хромосом, разрушение ядерной оболочки, исчезновение ядерных шек. В процессе разделения яд-

⁴ Багров А. Я. // Доклады АН СССР. 1988. Т. 298. № 1. С. 240—242.

ра клетка принимала шаровидную форму, а через 2 ч вновь возвращалась к исходной. Важно, что при этом не наблюдалось разделения клетки на две дочерние, что свидетельствует о разобщенности митотических событий в ядре и в клетке в целом. Средняя длительность цикла митозов, стимулированных кофеином, занимает 7,7 ч, что заметно короче нормального цикла для этих клеток (11 ч). Однако авторы не сообщают, что представляют собой полученные таким способом хромосомы (по содержанию в них ДНК).

Изучение экспериментальной клеточной системы показало также, что для митоза не обязательны не только события самой S-фазы, но и фазы подготовки к синтезу ДНК. Можно обойтись и без кофеина, если использовать мутантные клетки, полученные из исходной культуры, у которых способность к размножению зависит от температуры: в одном интервале температур протекает полный клеточный цикл, а в другом — только митозы. Таким образом, ритмичные митотические события, независимые от S-фазы, могут иметь и генетическое происхождение.

Авторы полагают, что полученные результаты свидетельствуют о наличии внутриклеточного осциллятора, контролирующего наступление митоза, и надеются с помощью экспериментальной системы исследовать биохимию этого осциллятора.

Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA. 1987. Vol. 84. P. 9025—9029 (США).

Биотехнология

Метанол — потенциальное сырье для биотехнологических процессов

Один из основных путей развития биотехнологической промышленности связан с поиском новых, более простых и дешевых источников сырья для микробиологического синтеза. В качестве такого источника в

последнее время предлагается метанол, образующийся при химической переработке газа, нефти, каменного угля. Метанол, несмотря на высокую токсичность для животных и человека, удовлетворительно усваивается рядом бактерий и дрожжей. Одна его применение сопровождается довольно большими затратами энергии и побочным синтезом нежелательных низкомолекулярных продуктов. Поэтому микробиологический синтез из метанола аминокислот, органических кислот и других соединений в настоящее время малоперспективен из-за трудности выделения конечных продуктов.

Значительно лучшие результаты получены при микробиологическом синтезе на основе метанола кормового белка: 0,5 г белка на 1 г метанола для бактерий и 0,4 г белка на 1 г метанола для дрожжей. Коэффициент использования углерода можно увеличить, заменяя часть метанола этанолом или глюкозой. В настоящее время микробиологический синтез на основе метанола предложено использовать для получения ряда медицинских ферментов (метанолоксидазы и глюкозо-6-фосфатдегидрогеназы) и витаминов.

Zeitschrift für Chemie. 1987. Bd. 27. № 2. S. 49—56 (ГДР).

Микробиология

Симбиоз метилотрофных бактерий и глубоководных моллюсков

Американские и голландские ученые исследовали ткани не изученных ранее моллюсков (митилид), обитающих в очень соленых глубоководных зонах Мексиканского залива. Они нашли, что соотношение стабильных изотопов углерода в тканях этих моллюсков близко к величине, характерной для метана биологического происхождения. Авторы предполагают на основании этих данных существование симбиотической связи моллюсков и метаноксилирующих бактерий, аналогичной известно-

му симбиозу между моллюсками и сульфидоксилирующими бактериями. В пользу этого предположения говорят и другие факты.

С помощью электронной микроскопии в жабрах моллюсков обнаружены большие кокковидные клетки около 1,6 мкм в диаметре с характерными для метаноксилирующих бактерий пачками цитоплазматических мембран; в тканях мантии и ноги моллюска они отсутствовали. Все симбионты располагались в специализированных эпителиальных жаберных клетках поодиночке или парами. В тканях моллюсков найдены ключевые ферменты метилотрофного метаболизма, свойственного метаноксилирующим бактериям — метанолдегидрогеназа и НАД-зависимые дегидрогеназы. Обнаружен и фермент одного из альтернативных путей ассимиляции углерода метаноксилирующими бактериями — гексулозофосфатсинтаза.

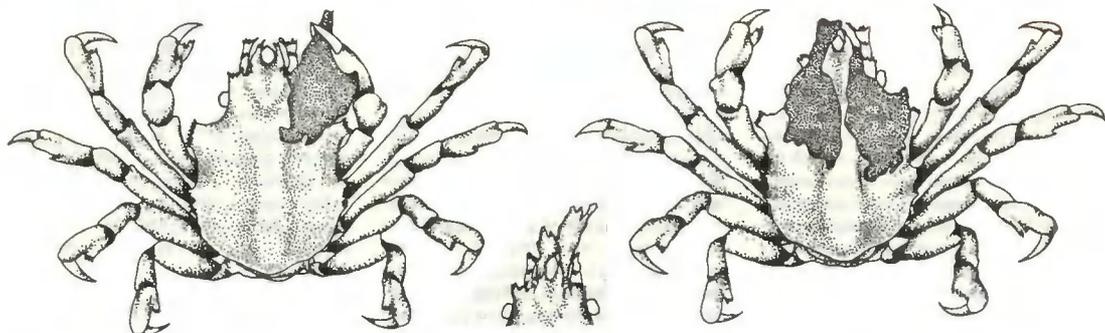
Таким образом, установленные исследователями в тканях моллюсков низкое содержание углерода биогенного происхождения, а также наличие метилотрофии и цитоплазматических мембран, свойственные метаноксилирующим бактериям, свидетельствуют о том, что они, вероятно, являются основным источником питания этих моллюсков.

Nature. 1987. Vol. 325. P. 346 (Великобритания).

Зоология

Краб надевает маскулат

Крабы-пауки (семейство Majidae) часто маскируются кусточками водорослей, среди которых живут. Они отрывают их ротовыми конечностями и с помощью клешней цепляют за крючковидные щетинки, которыми усажена спинная сторона панциря. Крабы *AcanthopuX petiveri*, обитающие по обе стороны Центральной Америки, от Флориды до Рио-де-Жанейро и от



Маскирующиеся крабы: слева и справа — крабы красного цвета, посаженные в аквариум с зелеными водорослями, надевают себе на спину куски зеленой водоросли; в центре — голова красного краба с двумя маленькими кусочками красной водоросли впереди глаз.

Калифорнийского п-ова до центральной части побережья Чили, отличаются от своих собратьев тем, что и сам панцирь у них окрашен под цвет водорослей. Если краб живет среди красных водорослей, цвет его панциря — от темно-красного до розового, а если среди зеленых — от темно- до светло-зеленого. Предполагается, что окраска обусловлена пигментами поедаемых ими водорослей (хлорофилл — у зеленых и фикоэритрин — у красных). Но зачем крабу двойной камуфляж — и окраска, и кусочки водорослей? А не является ли цвет панциря наследственным признаком? Эти вопросы экспериментально решил Р. Вильсон из Университета г. Антофагаста (Чили)¹.

У побережья Антофагасты красные крабы живут в зарослях красных водорослей *Gigartina chilensis*, зеленые — в зарослях зеленой *Ulva lactuca*. 96 % крабов, собранных в океане, не украшали себя водорослями. В аквариуме крабам давали возможность свободного выбора между красными, бурными и зелеными водорослями. Большинство избирало водоросли, подходящие под собственный

цвет. Строение водорослей роли не играло: при выборе между водорослями *G. chilensis* и *Ceramium rubrum*, схожими по цвету, но сильно различающимися по форме, крабы распределялись поровну, но когда их поместили в аквариум с водорослями неподходящего цвета (красных крабов — на зеленые водоросли, и наоборот), они тут же начали «облачаться в маскхалаты».

У этих крабов на панцире лишь два ряда крючковидных щетинок, поэтому они отрывают два крупных куска водоросли и покрывают ими всю переднюю часть панциря. За первые же сутки опыта все крабы «оделись» и в дальнейшем целыми днями сидели совершенно неподвижно, выходя кормиться только по ночам. После линьки новые панцири оказались уже окрашенными под цвет нового субстрата. Перелинявшие крабы обычно отказывались от украшавших их кусочков водорослей. После линьки «одевались» лишь те крабы, которые хотя бы отчасти сохранили старый цвет панциря. Но и они использовали кусочки помельче прежних. Некоторые виды крабов-пауков, перелиняв, снимают со сброшенной шкурки старые «украшения» и переносят их на новый панцирь, но изученный вид всегда использует только свежие водоросли.

У крабов, которых держали на синтетических водорослях из зеленой пластиковой пленки, панцири после линьки оказались не окрашенными, беловатыми, почти бесцветными. Следовательно, цвет панциря действительно зависит от того, среди каких водорослей краб живет и какими питается (а питается именно теми, среди которых укрывается). Покровительствен-

ная окраска, обусловленная пигментом водорослей, маскирует краба лучше, чем маскхалат из кусочков водоросли, зато принуждает его жить на одном и том же субстрате. Если же краб окажется на субстрате неподходящего цвета, тут-то и поможет ему «искусство одеваться».

К. Н. Несис,
доктор биологических наук
Москва.

Ботаника

Растения приспосабливаются к потеплению

Ф. Вудворд (F. Woodward; Кембриджский университет, Великобритания) установил, что за последние 200 лет у нескольких видов растений уменьшилось число устьиц (пор на поверхности листьев). Известно, что устьица весьма чувствительны к изменениям окружающей среды; в частности, при повышенных концентрациях двуокси углерода они закрываются. Теперь очевидно, что растения имеют и долговременную реакцию на изменения в химическом составе атмосферы. Ранее ботаники уже отмечали, что у видов, произрастающих в высокогорье, где CO_2 сравнительно мало, устьиц намного меньше, чем у сходных растений, встречающихся на равнинах.

Вудворд измерял плотность устьиц на листьях засушенных растений, хранящихся в гербариях. При этом обнаружилось, что в период с 1787 г.

¹ Wilson R. P. // Crustaceana. 1987. Vol. 52. №. 2. P. 135—140.

по настоящее время у восьми изученных видов, которые относятся к разным семействам травянистых и древесных растений, произрастающих во внутренних районах Англии, этот показатель уменьшился на 40 %. Указанный период охватывает начало промышленной революции в Европе, сопровождавшейся постепенным насыщением атмосферы продуктами индустриальной деятельности человека. Анализ геологических колонок показывает, что содержание CO_2 в воздухе за эти два столетия увеличилось на 21 %.

Поставив эксперимент, Вудворд показал, что можно выращивать растения с различной плотностью устьиц на листе — в зависимости от концентрации CO_2 в среде их обитания. Подобная изменчивость может играть немаловажную роль в способности растений сохранять влагу. Очевидно, в доиндустриальное время, когда CO_2 было меньше, необходимость в этом газе заставляла растения тратить больше воды, чем ныне. Если подобная тенденция сохранится, многие растения в будущем окажутся способными заселять области, которые до сих пор были для них слишком засушливыми.

Nature. 1987. Vol. 327. № 6123. P. 617—618 (Великобритания).



Экология

Трагический круговорот веществ

Г. Хамфри (Н. Е. В. Humphrey; Американский центр изучения здоровья и окружающей среды, Бетесда, штат Мэриленд) в течение ряда лет исследовал накопление вредных веществ в организме людей, проживающих по берегам оз. Мичиган (штаты Мичиган и Висконсин, США). Большую долю в их питании занимает рыба. За последние годы отмечается интенсивное загрязнение озера сточными водами, и прежде всего таких крупных центров, как Чикаго и Милуоки.

Исследование показало, что в организме людей накапливается одиннадцать загрязняющих веществ, причем наиболее выражено накопление трех: ПХБ (21 мкг/кг веса тела), ДДТ (26 мкг/кг) и ДДЭ (22 мкг/кг). Содержание вредных веществ в организме человека коррелирует с количеством рыбы в рационе питания. Чем крупнее, а следовательно, старше рыба, тем больше вредных веществ вносится в организм, что связано с их аккумулярованием в теле самих рыб. Установлено, например, что содержание ПХБ в сыворотке крови человека возрастало после каждого очередного приема рыбной пищи. Поступающие с пищей ПХБ накапливаются в мышцах и печени человека.

Таким образом, еще раз подтверждено пагубное влияние содержащихся в водоемах веществ-загрязнителей не только на гидробионтов, но и на людей в тех районах с развитой промышленностью, где явно недостаточно очистных сооружений.

Hydrobiologia. 1987. Vol. 149. P. 75—80. (США).



Экология

Как остановить пустыню!

Наступление пустыни наблюдается в 100 странах и сказывается на жизни более 850 млн человек. Одна из наиболее пострадавших — Мавритания, оказавшаяся на пути Сахары, которая в последнее десятилетие все дальше раздвигает свои границы. В других странах географической области Сахель, протянувшейся с запада на восток вдоль южной границы Сахары почти через всю Африку, чрезмерный выпас скота приводит к деградации почв, а в Мавритании это сопровождается еще и возникновением дюн, «кочующих песков».

В Мавритании учащаются пыльные бури: за 1960—1970 гг. их было здесь всего 43, за 1970—1980 гг. — в 10 раз больше, а в одном лишь 1983 г. они наблюдались 240 раз. Пе-

сок накрыл десятки деревень; скорость продвижения пустыни достигла 6 км/год. Движущиеся дюны скрыли исторические памятники древних городов Тишит, Шингетти и Валата. Нависла угроза над главной магистралью страны — 1100-километровым шоссе, пересекающим весь юго-восток Мавритании, где живет 9/10 ее населения.

Мавритания обратилась за помощью к ООН. Крупный вклад в борьбу с национальным бедствием этой африканской страны сделала Дания, взяв на себя 38 % всех расходов (6,3 млн долл.), связанных с международным проектом ООН «Стабилизация и фиксация дюн в Мавритании». (Некоторый опыт у датских специалистов имелся, так как им удалось в начале XX в. обуздать пески, наступавшие на западное побережье Ютландии, омываемое Северным морем.)

По метеоклиматологическим данным, в Мавритании, как и у ее соседей, с начала 70-х годов царит непрекращающаяся засуха. Среднегодовое количество осадков упало на 20 %, а в отдельных областях — на 80 % и более. Это пагубно сказалось на поверхностных и подземных водах, стоке р. Сенегал. Кочевники-бедуины, потеряв скот, стали массами оседать в оазисах, увеличив нагрузку на их скудные водные и растительные ресурсы.

Около 90 % потребностей мавританцев в энергии удовлетворяется за счет древесного угля. За последнее 10-летие лесной покров страны, и без того не превышавший 3 % всей ее территории, сократился почти на треть.

Для остановки дюн используется их механическая стабилизация и лесопосадки: на гребне песчаной горы устанавливается механическое препятствие, позволяющее прекратить перемещение песка под действием ветра, после чего у саженцев появляется возможность укорениться. Для ветрозащитных целей применяются ветви пальм и изгороди их них. В лесопосадках используются местные быстрорастущие деревья и кустарники.

Можно считать, что проект «Стабилизация и фиксация дюн» увенчался ограниченным успехом. Главное — населению и властям Мавритании продемонстрирована возможность противостоять катастрофе. Наиболее убедительно это выглядит в лежащем в 350 км к востоку от столицы Магга-Лахджаре, где пески отдали людям захваченную ими значительную часть города и обрабатываемой земли.

Ambio. 1987. Vol. XVI. № 6. P. 351—356 (Швеция).



Охрана природы

Лягушки пользуются «подземкой»

Когда Общество охраны фауны и флоры Великобритании добилось постройки туннеля под шоссе около г. Хенли, многие сомневались, захотят ли лягушки и жабы, на которых он был рассчитан, пользоваться подземным переходом. В начале мая 1987 г. pessimисты были посрамлены: ежегодное переселение земноводных из луж и бочагов по одну сторону дороги в привычное для их дальнейшей жизни болото — по другую завершилось благополучно. Почти все из них предпочли туннель опасному выходу на асфальтовое покрытие, где в предыдущие годы столь много земноводных погибло под колесами.

Экологи установили при входе в туннель небольшой счетчик, регистрирующий каждую лягушку или жабу по инфракрасному излучению тела, и выяснили, что наибольшее оживление наступало поздно вечером. Примерно через час после захода солнца земноводные устремлялись в туннель потоком (лишь за одну из ночей «подземкой» воспользовались 530 лягушек и жаб). Туннель выложен специальным полимерным бетоном, гладкая поверхность которого не царапает нежную кожу земноводных, а в потолке предусмотрены неболь-

шие отверстия: специалисты посчитали, что лунный свет и ветерок поощряет лягушек к использованию подземным переходом.

С британского национального шоссе в районе Хенли теперь можно снять знак «прочие опасности»: машинам занос здесь уже больше не угрожает.

Намереваются построить подобные переходы на своих дорогах еще три окружных совета Великобритании. Заинтересовались ими и власти американского штата Массачусетс: на его территории есть места, где саламандры каждую весну устраивают массовые шествия поперек дорог, и движение транспорта по шоссе приходится закрывать на целую неделю.

New Scientist. 1987. Vol. 114. № 1559. P. 19 (Великобритания).



Охрана природы

Шанс для носорога

Лет 20 назад в Кении насчитывалось более 20 тыс. черных носорогов (*Diceros bicornis*). Ныне из-за браконьерства их число не превышает 400. По оценкам специалистов, во всей Африке этих животных осталось лишь около 4 тыс.

Благодаря усилиям энтузиаста-эколога П. Дженкинса (P. Jenkins), поддержанного широкой общественностью ряда стран, правительство Кении предпринимает шаги для сохранения этого вида. В начале 1988 г. в Национальном парке Накуру создано специальное убежище для черных носорогов; к единственному сохранившемуся здесь животному присоединено 18 особей, доставленных из различных районов страны.

Комплексная экспедиция кенийского Центра ветеринарных исследований (Найроби) и Имперского колледжа (Лондон) тщательно обследовала выделенную для носорогов местность и установила серьезные недостатки, способные поме-

шать мероприятию. Так, в почве содержатся слишком малые количества необходимых для жизни и воспроизведения потомства кальция, фосфора, магния, меди и кобальта; воды расположенного здесь озера перенасыщены фтором. Однако, считают специалисты, недостающие вещества можно поставлять носорогам подобно тому, как это делают на отгонных пастбищах для рогатого скота, разбрасывая соль-лизунец. Для пополнения запасов чистой питьевой воды пробурены скважины. Собранные по всему миру Фондом спасения носорога средства (400 тыс. ф. ст.) позволили окружить Национальный парк Накуру надежной оградой.

Если не считать озерной акватории, охраняемая площадь составляет 160 км². Каждый черный носорог нуждается в участке около 5 км²; поэтому первоначальное намерение довести их численность до 40 было отвергнуто. Сами животные сравнительно неплохо переносят тесноту: 16 из новоселов Накуру были изъяты с территории, где на 25 км² уживались 120 особей. Но такая перенаселенность крупными растительноядными плохо сказывается на среде обитания.

Шесть из поселившихся в Национальном парке черных носорогов — самцы. В столь малой популяции может возникнуть нежелательный инбридинг — близкородственное скрещивание (в зоопарках в подобных случаях иногда рождались безухие детеныши). Чтобы предотвратить генетические пороки, у носорогов берут пробы крови, на них заводится племенная книга для дальнейшей подборки родительских пар.

Национальный парк Накуру находится всего в двух-трех часах пути от Найроби. Поток туристов, как надеются, принесет денежные средства, которые можно направить на охрану природы, а большая оживленность района затруднит браконьерство. Таким образом, появилась надежда, что носорог получит шанс на спасение.

New Scientist. 1988. Vol. 117. № 1603. P. 28 (Великобритания).

Тектоника

Разлом Долдрамс в приэкваториальной Атлантике

Геологический институт АН СССР в соответствии с национальным проектом «Литос» приступил в 1986 г. к изучению поперечных разломов Атлантики; работы проводились на разломе Зеленого Мыса¹. Разлом Долдрамс, пересекающий Атлантический океан приблизительно вдоль 8° с. ш., стал объектом изучения в 125-суточной экспедиции, которая проводилась в ходе 6-го рейса научно-исследовательского судна «Академик Николай Страхов» и завершилась в феврале 1988 г.

В переводе с английского Долдрамс означает угнетенное состояние духа, хандру, но это никак не соответствовало настроению участников рейса и полученным результатам.

Специфика работ по проекту «Литос» состоит прежде всего в том, что геологические особенности разломов исследуются весьма детально на всем их протяжении: и в осевой части Срединно-Атлантического хребта, и на его флангах, в пределах глубоководных котловин. В данном рейсе работы велись на площади 290 тыс. км² и включали не только саму зону разлома Долдрамс (8°10'—8°15' с. ш.), но и прилегающие к нему районы общей протяженности 1800 км (от 29°55' до 45°45' з. д.) в полосе шириной 160 км (7°30'—9° с. ш.).

Зона разлома Долдрамс выражена в рельефе двумя протяженными депрессиями, расположенными в виде кулис на меридиане 38°30' з. д. Ширина этих разломных долин по изобате 4500 м — около 10 миль. Их поперечный профиль существенно меняется по простиранию, имея либо корытообразную, либо V-образную форму — в зависимости от того, есть на дне долины осадки или их нет. Как и в других раз-

ломах Атлантики, долина окаймлена протяженными хребтами: северным — широким (до 50 км), с выровненными участками и южным — узким (до 20 км), гребневидным. На флангах разлом выражен иначе: в центре широкой депрессии, целиком заполненной осадками мощностью более 1000 м, на плоском дне обособляются узкие длинные (150—300 км) гребни.

Смещенные по разлому на 170 км северный и южный сегменты рифтовой долины были установлены магнитной съемкой и подтверждены драгированием: на этих участках обнаружено много свежего базальтового материала и вулканического стекла.

Детально изучен вещественный состав различных морфоструктур разлома. Среди магматических пород присутствуют все когда-либо ранее изученные глубинные и вулканические образования в океане: базальты, долериты, габброиды, ультрабазиты. Впервые в практике исследований Мирового океана в базальтах, относящихся по петро-геохимическим характеристикам к океаническим толетам срединных хребтов, обнаружены ксенолиты мантийных пород.

Среди исследованных пород имеется еще одна петрологическая редкость — биотитовые диориты, в которых биотит присутствует в качестве породообразующего минерала.

Анализ поднятого материала позволяет говорить об относительно широком распространении комплекса обломочных пород — от конгломератов-брекчий до алевролитов. Их структурно-текстурные особенности свидетельствуют о том, что они формировались на малых глубинах; нахождение же ныне этих осадочных образований в абиссальной зоне указывает на значительные вертикальные смещения. С другой стороны, интенсивная раздробленность глубинных пород — ультрабазитов и габбро, поднятых с верхних частей поперечных хребтов, служит наряду с другими признаками подтверждением латеральных перемещений пластин и блоков

океанической коры и верхней мантии.

Материалы, полученные в зоне разлома Долдрамс, со всей очевидностью свидетельствуют о сложной эволюции этой структуры, которая была и продолжает оставаться активной магматической и тектонической активностью.

Ю. Н. Разницын,
кандидат геолого-минералогических наук
Москва

Тектоника

Древнейшие офиолитовые породы

Среди известных науке офиолитовых пород древнейшими считаются те, что были обнаружены в районе Ярвенпя (северо-восточная Финляндия). Их возраст — от 1 млрд 950 млн до 1 млрд 970 млн лет. Офиолитов подобной древности на территории Северной Америки до сих пор находить не удавалось. Но летом 1987 г. группа исследователей, возглавляемая М. Сент-Онжем (М. St-Onge; Геологическая служба Канады, Оттава), обнаружила на мысе Смит п-ова Лабрадор (северная часть провинции Квебек) характерные образцы офиолитов, возраст которых, датированный уран-свинцовым методом по образцам цирконов окружающих пород, близок к 1 млрд 900 млн лет.

Специалисты считают, что эти породы около 2 млрд лет назад слагали дно древнего океана. Затем этот участок океанического ложа претерпел аккрецию (срастание) с древними протерозойскими породами Канадского щита. Подобное тектоническое смещение океанической коры с континентальной свидетельствует о существовании процессов плитовой тектоники на ранних этапах геологической истории Земли.

Многие исследователи рассматривают офиолиты как остатки древнейшей океанической коры, не прошедшие обычного этапа погружения в астеносферу в зонах субдукции. Вместо этого они в ходе сжа-

¹ Подробнее см.: Разлом Зеленого Мыса в Центральной Атлантике // Природа. 1987. № 4. С. 113—114.

тия были подняты и перемещены поверх участков континентальной коры.

Eos (Transactions of the American Geophysical Union). 1987, Vol. 68, № 52. P. 1810. (США).

Геофизика

Сейсмичность Африки

Район Западной Африки (включая территорию Ганы) обычно считается малосейсмичным. Однако недавно И. Иддирису (Y. Iddirisu; Университет в Аккре, Гана) представил Африканской ассоциации исследовательской и поисковой геофизики данные, которые требуют пересмотра этой точки зрения. Он указал на сохранившиеся свидетельства подземных толчков, происходивших на территории Ганы в 1939 г., и на записи землетрясений, сделанные неоднократно между 1977 и 1986 гг. Расположение их эпицентров показало, что микросейсмическая активность концентрируется вдоль ранее неизвестного разлома земной коры, который, очевидно, служит продолжением крупной Акваинской зоны разломов. Электромагнитная и магнитная съемки, а также определение электропроводности пород подтвердили, что разлом развивается в северо-восточном направлении; эта тенденция наметилась еще по крайней мере во время землетрясения 1939 г.

Нигерийские геофизики, руководимые Ф. Угодулунвой (F. X. O. Ugodulunwa; Джосский университет, Нигерия), завершили исследования, позволившие им утверждать, что районы двух городов страны — Пиндига и Оба — могут в недалеком будущем стать ареной землетрясений. В обоих районах обнаружены свежие трещины земной коры, протяженностью более 5 км каждая; на стенах деревенских построек замечены недавно появившиеся трещины. Оба города расположены в пределах вытянутого с северо-востока на юго-запад линеамента, который можно рассматривать как продолжение на суше изве-

стой зоны разломов земной коры Чейн, начинающейся на дне Гвинейского залива.

Геофизики из Великобритании Э. Джонс и С. Мгбтогу (E. J. Jones, C. S. Mgbtogu) на основе имеющихся гравиметрических, магнитных, батиметрических и сейсмических данных сделали выводы о строении земной коры у побережья Сьерра-Леоне. Они показали, что здесь кора утоньшается: от 30 км под континентальным шельфом до менее 10 км непосредственно под континентальным склоном. Имеются свидетельства, что под Гвинейским плато поверхность Мохоровичича расположена на глубине всего 13 км.

Episodes. 1987, Vol. 10 № 3, P. 194 (Канада).

Геофизика

Скорость изменения магнитного поля

Дж. Кастро и Л. Браун (J. Castro, L. Brown; Университет штата Массачусетс, США) определяли остаточную намагниченность лавы от извержений 1950 и 1972 гг. на Гавайских о-вах и сопоставляли ее с современным магнитным полем на Гавайях.

Считается, что магнитное поле изменяется крайне медленно, и поэтому ожидалось, что его направление за истекшее время изменилось не более чем на 1—2°, однако измерения показали отклонение до 6°. Причины столь значительного поворота магнитного поля Земли за короткое время остаются неясными. Некоторые специалисты полагают, что на остаточную намагниченность могла повлиять форма лавовых потоков в период извержений. Однако, по мнению авторов, разница в таком случае была бы существенно меньшей.

По альтернативной гипотезе изменения направленности геомагнитного поля могут происходить со значительно большей скоростью, чем полагали до сих пор. Но для ее провер-

ки необходимо измерить намагниченность свежей лавы — в течение первых же суток после извержения.

Science News. 1988, Vol. 133, № 3, P. 41 (США).

Геохимия

Кипящий океан молодой Земли

Согласно астрофизическим данным, Солнце вначале имело много меньшую, чем сейчас, температуру. Однако существуют геологические свидетельства, что даже тогда, в первый миллиард лет существования Земли, ее океаны не замерзали. В качестве объяснения выдвигается гипотеза, согласно которой высокая температура на планете поддерживалась благодаря тепличному эффекту, создаваемому атмосферной двуокисью углерода, которая пропускает солнечное излучение к поверхности Земли, но препятствует его переизлучению обратно — во внешнее пространство. Без этого в Мировом океане не могли бы происходить процессы зарождения и эволюции жизни, начавшейся по крайней мере 3,5 млрд лет назад.

До сих пор не существовало точных оценок количества CO₂ в атмосфере Земли на ранних этапах ее развития. Такую оценку предлагает геохимик Д. Марэ (D. Marais; Эймсовский исследовательский центр НАСА, Маунтин-Вью, штат Калифорния, США). Он проанализировал образцы базальтовых пород из подводных хребтов в Карибском море, Тихом и Атлантическом океанах. Сопоставлялось количество обнаруженного в образце углерода с содержанием в нем редкого изотопа гелия — ³He.

Был сделан вывод, что содержание CO₂ в атмосфере Земли в первый миллиард лет ее существования было в тысячу раз большим, чем в настоящее время, т. е. составляло около 39 %. Температура в приземном слое достигала почти 100 °С, и вода океанов была близка к точке кипения.

Сейчас, согласно выводам Марэ, вулканы и вулканические расселины, находящиеся на дне Мирового океана, ежегодно выделяют не менее 30 млн т углерода в форме CO_2 . Еще 3—3,5 млн т поставляют «сухопутные» вулканы. Прежние оценки давали цифры или в 10 раз меньше, или в 10—1000 раз большие, что объяснялось значительным загрязнением изучавшихся образцов. Использование Марэ методики, ранее применявшейся лишь для исследования образцов лунных пород, позволило кардинальным образом повысить точность.

По-видимому, по мере охлаждения внутренних областей Земли поток CO_2 , выделяющийся на поверхность, ослабел. Общее количество углерода в коре, океанах и атмосфере могло также сократиться в активизировавшемся процессе субдукции — погружающиеся тектонические плиты уносили с собой значительное количество углерода.

Можно предположить, что в ходе геологической эволюции происходит циклическая переработка углерода. Об этом говорит установленный ныне факт, согласно которому углерод, выделяющийся сейчас из недр, имеет тот же изотопный состав, что и углерод, содержащийся в древних осадочных породах. Около половины CO_2 , выделяющейся на поверхность за геологическую историю, уже прошло такую циклическую «переработку», поступив обратно в недра Земли.

New Scientist. 1987. Vol. 116. № 1590. P. 25 (Великобритания).

Метеорология

Осадки в Сахаре

Считается, что в глубинных районах Сахары осадки в доступных измерениям количества выпадают раз в 20—40 лет. Регистрация их затруднена, так как они охватывают весьма ограниченную площадь. И все же недавно группа египетских и американских метеорологов во главе с В. Хейнсом (V. Haynes;

Университет штата Аризона, Таксон, США) установила один такой случай, анализируя космические снимки с искусственного спутника Земли «NOAA», находящегося на полярной орбите.

Выяснилось, что 16—17 декабря 1977 г. в районе Дааб-эль-Арба впервые после 1954 г. выпал дождь. Он несколько пополнил запас грунтовых вод и дал толчок для произрастания здесь в 1978 г. цветущих растений, однако поднять уровень местного водоносного слоя оказался не в состоянии.

Такие выводы сделаны путем анализа содержания радиоактивных изотопов в подземных водах и тканях растений.

New Scientist. 1987. Vol. 116. № 1586. P. 31 (Великобритания).

Палеонтология

Найдено «гнездовье» динозавров

Палеонтолог - любитель В. Слобода (W. Sloboda) в июне 1987 г. обнаружила у поселка Дог-Сайт, близ г. Летбридж на юге канадской провинции Альберта, скорлупу и яйца динозавра. Осмотревший находку Ф. Карри (Ph. Currie; Тайррелловский палеонтологический музей в Драмхеллере, Альберта) установил, что яйца принадлежат одному из видов гадрозавров — ископаемых утконосых ящеров, питавшихся растительной пищей. Масса этих животных составляла 4—6 т, а длина достигала 13 м. Отдельные яйца имеют в длину 21 см.

Место находки оставалось в тайне, пока власти провинции не выкупили этот участок площадью 3,38 км² и не объявили его заповедным.

Почти в то же время сотрудник геологической экспедиции К. Оленбек (K. Aulenback) обнаружил четыре окаменелых продолговатых яйца и большую берцовую кость, также принадлежавшие гадрозавру. Это произошло в ущелье Девилс-Кули, в нескольких десятках километров от первой находки. Стало

очевидно, что открыто еще одно крупнейшее «гнездовье» динозавров, не уступающее известным с 1920-х годов в пустыне Гоби и с 1978 г. — в районе Шото (штат Монтана, США). К середине сентября 1987 г. было вскрыто более 20 гнезд, и каждые трое-четыре суток ученые находили новое. Одно из гнезд принадлежало более мелкому виду растительноядных динозавров — гипсилофодону.

Самое примечательное в канадской находке то, что яйца отложены в аккуратные гнезда и лежат в них слоями, разделенными 30-сантиметровыми прослойками земли. Во многих гнездах количество яиц превышало два десятка. В некоторых яйцах хорошо сохранились окаменелые остатки развитых эмбрионов.

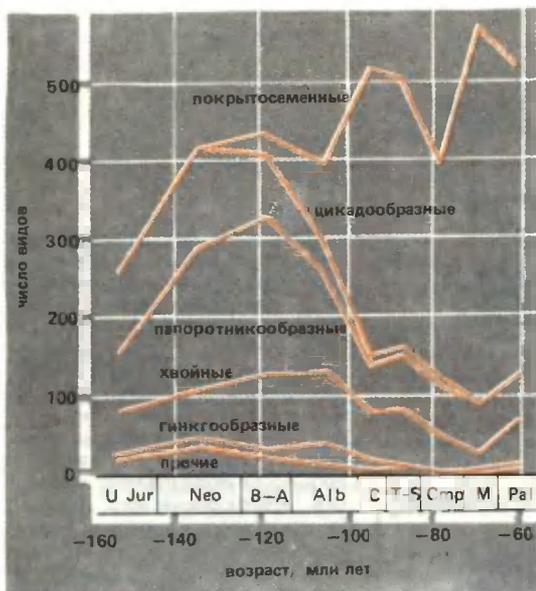
Обилие гнезд и их расположение говорят о том, что гадрозавры одного и того же вида ежегодно в течение многих столетий приходили сюда для выведения потомства. Очевидно, они жили целыми колониями или стадами и совершали значительные кочевые переходы. На основании этой находки палеонтологи делают заключение, что гадрозавры, вопреки существовавшей до сих пор гипотезе, были теплокровными, вели более или менее общественный образ жизни и проявляли заботу о детенышах, мало отличающуюся от той, что свойственна многим современным птицам и млекопитающим.

New Scientist. 1987. Vol. 115. № 1579. P. 25 (Великобритания).

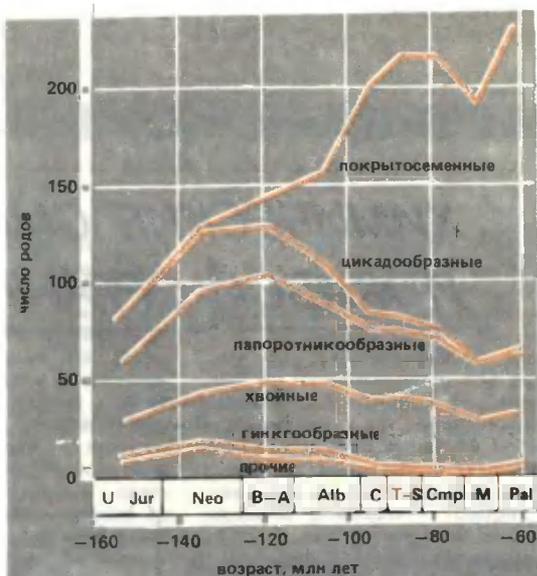
Палеоботаника

Эволюция цветковых растений

За последние 30 лет особенности ранней эволюции цветковых, или покрытосеменных, растений были существенно уточнены благодаря активным палеоботаническим исследованиям, однако большинство заключений об изменении флоры



Число видов сосудистых растений верхней юры, мела и палеоцена (здесь и на следующем рисунке: U Jur — верхняя юра, Neo — неокон, B—A — баррем-апт, Alb — альб, C — сеноман, T—S — турон — сантон, Cmp — кампан, M — маастрихт, Pal — палеоцен).



Число родов сосудистых растений верхней юры, мела и палеоцена.

в меловом периоде касались локальных закономерностей. Недавно С. Лидгард и П. Крейн, (S. Lidgard, P. R. Crane; Музей естественной истории, Чикаго) обобщили материалы по 197 ископаемому флорам (от верхней юры до палеоцена) и проанализировали особенности хронологического распределения в них 3500 видов сосудистых растений (учитывались только макроостатки, пыльца из анализа исключалась).

Все виды были разделены на 6 групп: покрытосеменные, хвойные, папоротникообразные, цикадообразные (включая беннетитовые), гинкгообразные, прочие. Закономерности изменения численности представителей этих групп были проанализированы по абсолютному числу видов и родов, а также по их процентному соотношению во флорах. Все три распределения показали, что около 90 млн лет назад (в сеномане) доля покрытосеменных в растительном покрове Земли (или по крайней мере Северного полушария) резко возрастает. Эти

результаты неплохо согласуются с палинологическими данными: резкое увеличение процента покрытосеменных приходится на турон — ярус, следующий за сеноманом. Доля хвойных на протяжении всего мелового периода остается более или менее постоянной, а папоротникообразных и цикадообразных — снижается, причем уменьшение роли цикадообразных начинается за 10—20 млн лет до быстрой дивергенции покрытосеменных. Это означает, что изменения во флоре имели сложные причины и, по-видимому, не сводились к простому конкурентному вытеснению папоротникообразных и цикадообразных покрытосеменными.

Лидгард и Крейн отмечают также, что покрытосеменные достоверно известны с баррема, хотя в это время их находки крайне скудны. В период до 120 млн лет назад макроостатки покрытосеменных, за исключением двух видов, представлены листьями типа однодольных, и их систематическое

положение проблематично. Быстрая эволюция покрытосеменных привела к тому, что уже около 90 млн лет назад появились растения, которые можно отнести к 4 из 11 ныне существующих подклассов (Magnoliidae, Hamamelidae, Rosidae и по крайней мере 1 подкласс из Liliatae), причем уже в то время некоторые растения были очень близки к современным семействам (Chloranthaceae, Platanaceae, Winteraceae, Magnoliaceae). В конце мелового периода рост разнообразия покрытосеменных приостанавливается, что несколько удивительно, ибо в третичном периоде оно вновь определенно возрастает.

Nature. 1988. Vol. 331. No 6154. P. 344—345 (Великобритания).

ХИМИЧЕСКИЕ СМЕСИ И ЖИВОЙ ОРГАНИЗМ

В. Б. Бочаров,
кандидат химических наук
Москва

ЖИВЫЕ организмы постоянно находятся в контакте с огромным числом химических веществ, причем в последние годы количество вредных чужеродных химических веществ (ксенобиотиков), загрязняющих окружающую среду, в частности продукты питания, постоянно возрастает. Несмотря на то, что накоплено много сведений о токсичности ксенобиотиков, в большинстве случаев эти сведения ограничиваются характеристикой отдельных соединений. Гораздо менее изучено действие на организм смесей химических веществ (СХВ). В то же время проблема оценки действия СХВ на организмы, популяции, сообщества и экосистемы (в общем комплексе проблем охраны окружающей среды и здоровья) настолько же актуальна, насколько сложна и далека от строго научного решения.

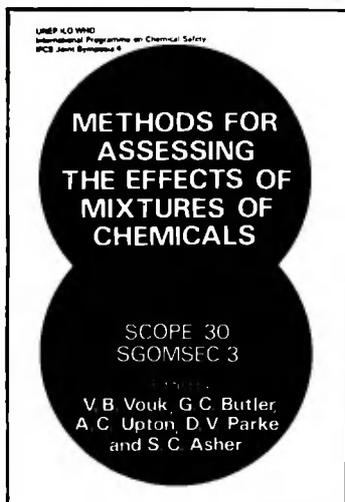
Попытки проследить, как действуют СХВ на организмы, чаще всего сводятся к качественному, в лучшем случае количественному анализу компонентного состава СХВ, и если имеются сведения о токсичности каждого компонента, то строятся гипотезы о возможности стимулирования эффектов. Очевидно, что при таких подходах

выводы часто носят умозрительный или интуитивный характер. При этом вне поля зрения остаются процессы химического и физико-химического взаимодействия между отдельными компонентами в составе смесей, приводящие к образованию новых высокотоксичных соединений (таких, например, которые были обнаружены при изучении процессов образования и развития фотохимического смога), не учитываются сложные биохимические процессы воздействия СХВ на все живое — от молекулярного и субклеточного уровня до организмов.

В связи со всем сказанным понятно, что книга «Методы оценки воздействия смесей химических веществ» актуальна и в научном, и в практическом отношении. Она вышла в многолетней серии, издаваемой одним из наиболее авторитетных международных научных органов — Международным научным комитетом по проблеме окружающей среды (СКОПЕ).

Книга подготовлена к изданию научной группой по методологии оценки безопасности химических веществ (СГОМСЕК). Эта группа выпускает уже третью книгу по методическим аспектам оценки действия химических веществ. Первая из них «Методы оценки воздействия химических веществ на репродуктивные функции» была издана в 1983 г. (20-й том серии СКОПЕ), вторая — «Методы оценки опасности поражения химическими веществами: человек, биота, экосистемы» вышла в 1985 г. (26-й том серии СКОПЕ).

Научная группа, подготовившая эти книги, представляет интересы широкого круга организаций, включая Всемирную организацию здравоохранения (ВОЗ), в рамках которой осуществляется Международная программа химической безопасности (МПХБ), а также Международную организацию труда (МОТ), Программу ООН по



METHODS FOR ASSESSING THE EFFECTS OF MIXTURES OF CHEMICALS. SCOPE 30, SGOMSEC 3, ed. by V. B. Vouk, G. C. Butler, A. C. Upton, D. V. Parke, S. C. Asher, 1987. Chichester, New York, Brisbane, Toronto, Singapore: John Wiley and Sons. 894 p.

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ВОЗДЕЙСТВИЯ СМЕСЕЙ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ. СКОПЕ 30, СГОМСЕК 3. Ред. В. Б. Воек, Г. К. Батлер, А. К. Аптон, Д. В. Парк, С. К. Эшер, 1987. Чичестер, Нью-Йорк, Брисбен, Торонто, Сингапур: Джон Вилей и Сыновья, 894 с.

окружающей среде (ЮНЕП). В составе СГОМСЕК нашу страну представляет академик АМН СССР Н. П. Бочков, а в число авторов данного тома вошли советские токсикологи и гигиенисты И. В. Саночкин, В. С. Журков, М. А. Пилинская, К. Н. Яковенко.

Основными задачами изданий СКОПЕ—СГОМСЕК являются всесторонняя оценка состояния той или иной проблемы, связанной с загрязнением среды и здоровьем человека, корректная формулировка нерешенных вопросов и анализ предлагаемых альтернативных путей их решения. Таким задачам соответствует и структура каждого тома СКОПЕ—СГОМСЕК, состоящего из двух частей: части А — «Объединенный доклад» и части Б — «Заказные доклады».

В первой части рецензируемой книги рассматриваются методы оценки, предсказания и интерпретации последствий для здоровья человека одновременного или последовательного воздействия нескольких химических веществ. При этом выделены методы исследований воздействия СХВ на клетки, ткани и жидкости организма; описаны клинические и лабораторные процедуры, эпидемиологические методы; проведена экстраполяция на человека данных, полученных на лабораторных животных. Отмечается, что если биологические механизмы воздействия СХВ на человека и животных имеют много общих черт, то ситуации, в которых в контакт с СХВ вступает человек (например, на производ-

стве, на улицах городов и пр.) и животные (в естественной среде обитания), — различаются.

Выделено несколько групп СХВ, с которыми чаще приходится сталкиваться. Затем обсуждаются общие закономерности распространения и превращения отдельных химических веществ и смесей в воздухе, почве, воде, биоте. Можно ожидать, что приведенные здесь результаты окажут влияние на работы по моделированию поведения СХВ и прогнозированию вызываемых ими эффектов. Специальная глава посвящена методам анализа компонентов СХВ и метаболитов в органах и тканях человека; здесь рассмотрены методы оценки нарушений функций на уровне клетки, органа и организма.

О метаболизме СХВ и биохимических механизмах совместного действия компонента СХВ данных немного. В «Объединенном докладе» даются рекомендации по направлениям таких исследований, способам выявления наиболее чувствительных и толерантных к действию СХВ организмов, по изучению механизмов адаптации к СХВ.

Для предсказания эффектов от воздействия СХВ обычно применяются методы экстраполяции, но они не позволяют предсказывать синергические или антагонистические эффекты. Гораздо перспективнее, по мнению авторов «Объединенного доклада», математическое моделирование на основе данных по токсикокинетике.

В книге дается обзор ме-

тодов биотестирования токсичности СХВ с помощью водных и наземных организмов. Для прогнозирования токсичности СХВ и оценки опасности их для человека используют данные об их токсичности для животных в природных условиях, а также результаты экспериментальных исследований на лабораторных животных. В заключенной первой части — «Объединенного доклада» — говорится о наиболее сложном и наименее разработанном вопросе — оценке воздействия СХВ на популяции, сообщества и на экосистемы в целом.

Вторая часть книги — «Заказные доклады» — содержит 42 доклада примерно по 15 страниц каждый. В них авторы рассказывают главным образом о результатах своих экспериментальных исследований, которые, как правило, иллюстрируют основные положения первой части книги. Вместе с тем есть оригинальные исследования и взгляды, не нашедшие отражения в общей части и чрезвычайно ценные для специалистов.

В целом 30-й том серии СКОПЕ интересен для достаточно широкого круга специалистов. Книга призвана способствовать восполнению токсикологических пробелов в образовании экологов и экологических пробелов в знаниях токсикологов, а также укреплению взаимопонимания и расширению сотрудничества представителей разных областей естествознания и медицины для решения актуальных проблем охраны окружающей среды и здоровья.

ЗЛОБОДНЕВНЫЕ ВОПРОСЫ ЭВОЛЮЦИОННОЙ ТЕОРИИ

Член-корреспондент АН СССР А. В. Яблоков
Москва

ДАВНО в отечественной литературе не было столь значительной книги, анализирующей самые злободневные вопросы эволюционной теории. Книга написана с блеском и эрудицией, на большом фактическом материале. Автор использует новые факты и в спорных ситуациях безбоязненно формулирует собственную точку зрения (что случается не столь часто, как того хотелось бы).

В начале книги рассматриваются некоторые аспекты теории видообразования. Автор, несомненно, прав, привлекая внимание к, казалось бы, хорошо исследованной проблеме репродуктивной изоляции. Действительно, в пределах любой популяции встречаются особи, репродуктивно изолированные друг от друга. Причина обычно заключается в избирательной неспособности к скрещиванию определенных типов генотипов. Здесь же обсуждаются фактические и теоретические предпосылки гипотезы пунктуализма, чаще известной у нас как гипотеза прерывистого равновесия. Автор справедливо замечает, что пунктуалисты все же отходят от синтетической теории эволюции, абсолютизируя значение случайных факторов и роль периферийных изолятов. Деталь-



Л. П. Татарин. ОЧЕРКИ ПО ТЕОРИИ ЭВОЛЮЦИИ. М.: Наука, сер. «Академические чтения», 1987. 252 с.

ный анализ малоизвестного у нас фактического материала на фоне теоретических концепций, как поддерживающих пунктуализм, так и противопоставляемых ему, делают эту часть книги крайне важной.

После ряда ярких примеров параллелизм в эволюции Л. П. Татарин предлагает новую широкую классификацию этих явлений. Он выделяет параллелизмы генотипические, биохимические, тканевые, мор-

фологические, физиологические, этологические. Интересен вывод, что параллелизм по одним признакам постоянно сопровождается дивергенцией по другим.

Одна из глав объединяет материал по необратимости и направленности эволюции. Такое объединение — нетрадиционное, но автор доказывает, что оно оправдано. Л. П. Татарин приходит к выводу, что внутренним факторам следует придавать большее значение в определении хода эволюции, чем признает большинство сторонников классических взглядов. Глава заканчивается размышлениями о прогнозируемости эволюции.

Центральной — и по расположению, и по занимаемому объему — оказывается проблема сальтационизма — скачков в эволюции. Работы автора в этом направлении известны давно, но обобщены здесь впервые. Рассмотрены примеры морфологических сальтаций у растений и животных, в том же ключе суммируются данные по вторичным половым признакам регуляторных генов в сальтации и макроэволюции. Допускается возможность сальтационного происхождения высших таксонов, автор пишет: «Мы не считаем, что признаваемое нами ограниченное участие изменений сальтационного характера в эволюции требует принципиального отхода от дарвинизма» (с. 147).

Глава «Вымирание динозавров и глобальные катастрофы», несомненно, привлечет внимание любителей теории катастроф. Здесь подробно рассмотрены астероидная гипотеза вымирания динозавров, фактические данные по периодичности массовых вымираний (и в этой связи гипотеза, связанная с звездой Немезидой, время от времени заходящей в нашу Галактику), проблема иридиевых прослоек на границе мела и палеогена. Не было массовых вымираний, совершавшихся за месяцы или даже годы. «Невоз-

можно объяснить весь комплекс изменений, связанных с замещением мезозойской биоты на кайнозойскую, мгновенным опустошительным действием глобальных катастроф — таково заключение автора (с. 204). Однако далее: «Нельзя не признать, что смысл и причины многих событий, совершившихся при переходе от мела к палеогену, остаются загадочными» (с. 210).

Форма «Академических чтений» дает возможность свободного изложения материала, и автор эту возможность использует отлично, не поступаясь научной глубиной. Тщательно продуманы эпиграфы к каждой главе, смело задуманы иллюстрации — от самых сложных до карикатур.

Авторское кредо формулируется однозначно: «Основные принципы дарвинизма... в полной мере сохранили свое значение. И кажущаяся простота основных построений Дарвина лишь увеличивает то восприятие, которое все мы или большинство из нас чувствуем по отношению к этому мыслителю» (с. 222). Вывод не голословный. На протяжении всей книги Л. П. Татаринев убедительнейшим образом показывает — рассматривая скрупу-

лезно все возражения оппонентов — несостоятельность или недостаточность аргументации современных антидарвинистических положений, как основанных на интерпретациях палеонтологических данных о прошлых катастрофах или скачках в развитии групп, так и на современных молекулярно-генетических подходах.

Было бы странно, если бы в такой яркой работе не нашлось ничего, о чем хотелось бы поспорить. Так, мне показались несколько скомканными в книге популяционные аспекты эволюции, ее микроэволюционная часть. Соглашаясь с утверждением автора, что «скорость морфологической эволюции отнюдь не однозначно связана с интенсивностью процесса видообразования» (с. 37), не могу согласиться с утверждением, что «морфологический стазис не обязательно сопряжен с генетическим» (там же). Такая несопряженность допустима лишь в случае придания термину «генетический» крайне узкого молекулярного значения.

Принципиально важна предлагаемая автором классификация параллелизмов. Однако названия отдельных параллелизмов и особенно противо-

поставление генотипических — морфологическим, морфологических — тканевым и другим не особенно удачны.

Оценивая книгу в целом, надо сказать, что читатель получает сплав палеонтологических, морфологических и молекулярно-генетических подходов к теории эволюции, в котором каждый интересующийся общими проблемами естествознания найдет что-то для себя значительное. Книга хорошо издана — и качество печати, и иллюстрации (кроме нескольких бледноватых фотографий), даже широкие поля. Однако жаль, что нет столь желанных указателей. Их место занято обильной рекламой довольно частных палеонтологических изданий.

Кончу пересказом прекрасной цитаты из Свифта, которую по нужному ему случаю вспоминает автор очерков: серьезная критика подчас требует больших усилий и мастерства, больше остроумия, знания и мысли, чем затрачено на создание критикуемых работ. Книга Л. П. Татаринова, содержащая сильный критический заряд, вполне оправдывает это утверждение.

НОВЫЕ КНИГИ

Экология

Г. А. Бяллер. ЭКЗАМЕН РАЗУМА. М.: Мысль, 1988. 252 с. Ц. 1 р. 20 к.

В главе «Царь природы?» автор пишет, что на заре своего развития человек воспринимал природу чувственно, острее осознавая себя частью ее. Это определяло и меру человеческой активности по отношению к внешнему миру. С развитием же разума, орудий труда и произ-

водства взаимоотношения человека с природой начинают меняться — все более увеличивается разрыв между теоретическим, абстрагирующимся разумом (техникой, наукой) и чувственным восприятием природы. Этот разрыв порождает экологическую проблему, ставшую главной проблемой нашего века.

В книге ярко показана эволюция экологической проб-

лемы на фоне истории Земли и человека, с появлением которого происходят главные события в перестройке природных систем. Нарастающий дисбаланс выдвигает в качестве одной из главных задач жизнеобеспечения человечества — экологию стратегии общественного развития. В книге обсуждаются подходы к регулированию отношений общества и природы.

Биология

В. Д. Ильичев, В. Т. Бутьев, В. М. Константинов. ПТИЦЫ МОСКВЫ И ПОДМОСКОВЬЯ / Отв. ред. В. Е. Соколов. М.: Наука, сер. «Человек и окружающая среда», 1987. 272 с. 1р.60 к.

Круг проблем, связанных с обитанием птиц в большом городе, чрезвычайно широк. В качестве экологической модели авторы книги выбрали Москву, так как обитающие здесь птицы изучаются орнитологами уже 200 лет. Кроме того, «нет другого такого города,— говорится в книге,— в котором взаимоотношения человека с птицами приобрели бы в силу демографических причин, огромной территории, социально-экономических факторов такую остроту и масштабность — и для птиц и для людей,— как это происходит в Москве».

На территории Москвы и в ее окрестностях встречается свыше 200 видов птиц, из них 120 обитают здесь постоянно. Москва, как и всякий крупный город, предоставляет птицам новые экологические возможности для существования: источники пищи в виде свалок и помоек, подкармливание в осенне-зимний период в скверах и на прудах парков, стационарные кормушки в лесных массивах. Благодаря подкормке в Москве зимуют крайки, поддерживается высокая численность синиц, многие из которых остаются гнездиться в Москве, все чаще можно встретить дроздов-рябинников, снегирей, больших пестрых дятлов, свиристелей.

В книге приводятся краткие справочные данные как об обычных для Москвы и Подмосковья видах птиц, так и о редких и исчезающих. Популярно рассказывается о местах обитания чомги, рябчика, славки, чибиса, сойки, вертишейки, сизого голубя и других многочисленных в Москве птиц. Большое внимание уделено их поведению, питанию, гнездованию. Сообщаются сведения о чернозобой гагаре, черном аисте, скопе, змеяеде и других птицах, встречающихся,

но переставших гнездиться на территории Московской области, об исчезающих видах — черношейной и красношейной поганках, полевом и луговом луле, дупеле, сером сорокопуге и др. Большое внимание уделено вопросам охраны птиц, способам направленно влиять на орнитофауну, пополняя ее полезными видами. Подчеркивается культурно-эстетическое значение нашего общения с пернатыми.

В заключение авторы выражают надежду, что опыт Москвы предостережет другие быстро растущие города от экологических ошибок.

Книга рассчитана на широкий круг читателей и снабжена рисунками, которые делают птиц, представленных авторами как обычные и многочисленные, зрительно узнаваемыми.

Психология

В. В. Ветрова, Е. О. Смирнова. РЕБЕНОК УЧИТСЯ ГОВОРИТЬ. М.: Знание (Нар. ун-т. Пед. фак. № 3), 1988. 96 с. Ц. 15 к.

«Как и когда возникает первое слово? Где лежат основные источники психического развития вообще и речевого развития в частности?» На эти вопросы отвечает брошюра В. В. Ветровой и Е. О. Смирновой, в которой рассказывается об основных этапах развития речи ребенка, начиная с первых младенческих предречевых вокализаций, объясняется раннее стремление детей к собственным речевым находкам и словотворчеству. Через контекст все убистряющих связей с окружающим миром раскрывается сложнейшая диалектика речевого развития с ее неожиданными скачками. Не предлагая жестких правил воспитания речевых навыков у детей, авторы, однако, предостерегают родителей и педагогов от возможных ошибок. Представленные в книге методы дают воспитателю возможность не только оценить степень раз-

вития (или задержки развития) речи ребенка, но и ускорить процесс вхождения в мир слов, учитывая необходимость сохранения при этом индивидуальный подход к каждому.

Советы авторов легко выполнимы. Книга написана простым, доступным языком и может быть успешно использована как в практике детских дошкольных учреждений, так и в семейной педагогике.

Геометрия. Искусствознание

В. А. Тадеев. ОТ ЖИВОПИСИ К ПЕРСПЕКТИВНОЙ ГЕОМЕТРИИ / Ред и авт. предисл. Н. И. Кованцов. Киев: Вища школа, 1988. 232 с. Ц. 65 к.

Рисунок — одно из древнейших и ценнейших приобретенных человечеством: выполненный даже неопытной рукой первобытного человека, он донес до нас огромный объем информации. Со временем возможности и сферы применения рисунка многократно расширились, и произошло это благодаря созданию геометрической теории построения изображений. Для каждой области применения рисунка (архитектурных композиций или машиностроительных чертежей, карт земной поверхности или звездного неба и т. д.) существуют свои правила. В книге рассматривается геометрическая теория рисунка в живописи и связь этой теории с возникновением проективной геометрии, изучающей свойства фигур, не меняющихся при проективных преобразованиях. Истоки проективной геометрии восходят к античным временам. Книга дает представление о том, по каким внутренним законам она развивалась. Глава «Наука, рожденная искусством», по мнению автора предисловия, может служить своего рода кратким пособием по элементарной классической геометрии.

Д.И.МЕНДЕЛЕЕВ И ФОТОГРАФ С.Л.ЛЕВИЦКИЙ

В. А. Никитин,
кандидат исторических наук
Ленинград



Сергей Львович ЛЕВИЦКИЙ (1819—1898).

ДМИТРИЙ ИВАНОВИЧ Менделеев высоко ценил фотографию и любил фотографироваться. В его архиве сохранилось множество интересных альбомов, фотоколлекций и отдельных снимков. Об одном из них и будет наш рассказ.

Находится этот снимок в Музее-архиве Д. И. Менделеева (Ленинградский университет), в его рабочем кабинете, на том самом месте, где располагался при жизни ученого. На большой, чуть не метровой длины фотографии, окантованной в строгую раму из красного дерева, изображена группа представителей мужчин в темных официальных одеждах. Фотограф тщательно расположил снимающихся, но сделал это так мастерски, что создается впечатление, будто люди эти лишь на мгновение прервали оживленный разговор. В центре, во втором ряду, несколько картинно облокотившись на кресло, сидит сам Дмитрий Иванович. Снимок этот напоминает многие многофигурные композиции тех лет, но отличается от них мастерством исполнения, высокой изобразительной культурой фотографа.

Из аннотации к снимку, сделанной дочерью Менделеева Марией Дмитриевной, следует, что фотограф запечатлел Ученый совет Петербургского университета. Среди снимавшихся — биолог А. Н. Бекетов, физиолог И. М. Сеченов, минералог А. А. Иностранцев, физики О. Д. Хвольсон и Ф. Ф. Петрушевский, химик А. М. Бутлеров и многие известные русские ученые. Что побудило их сняться вместе? Заинтересовала меня и чисто техническая сторона дела (о которой будет сказано позднее), а в связи с этим — личность фотографа.

Работая в Музее-архиве Д. И. Менделеева, я натолкнулся на несколько адресованных ему писем, из которых стало очевидно, что автором снимка был известный русский фото-



Ученый совет Петербургского университета. Фото С. Л. Левицкого. 1884 г.

граф Сергей Львович Левицкий — фигура во многих отношениях примечательная.

Родился Левицкий в Москве в 1819 г. После окончания Московского университета поступил на службу в Министерство внутренних дел. В 1843 г. на Кавказ была отправлена правительственная комиссия для изучения состава и лечебных свойств минеральных вод. Левицкому было поручено сопровождать ее.

В составе комиссии находился химик Ю. Ф. Фрицше, который незадолго до этого, в 1839 г., по заданию Петербургской Академии наук ездил в Европу для изучения только что появившейся фотографии. Под руководством Фрицше и воспользовавшись отличным объективом, который был изготовлен известным парижским оптиком В. Шевалье, Левицкий, уже пробовавший фотографировать, сделал несколько удачных снимков окрестностей Пятигорска, Кисловодска, гор Машук и Бештау.

Пейзажи русского путешественника восхитили Шевалье. Два лучших дагеротипа он выставляет в своей витрине на традиционной промышленной

Парижской выставке и совершенно неожиданно получает золотую медаль не за свои оптические приборы, а за... дагеротипы Левицкого. Это была первая золотая медаль, полученная за фотоработы. Имя русского фотографа становится известным в Париже.

В 1844 г. Левицкий уходит в отставку и отправляется в Европу, чтобы овладеть всеми премудростями фотографии. В Риме Сергей Львович делает первый из дошедших до нас (в репродукции) своих дагеротипов, на котором ему удается запечатлеть Н. В. Гоголя в кругу находящихся здесь в ту пору русских художников. Вскоре фотограф перебирается в Париж, где посещает лекции по химии и физике в Сорбонне. А в мастерской Шевалье постоянно встречается с известными фотографами. Регулярно заезжал туда и один из изобретателей фотографии Ж. Л. Дагер.

Возвратившись в Петербург, Левицкий в начале 50-х годов открывает неподалеку от Казанского собора свое ателье. Здесь в 1856 г. он делает один из знаменитых своих снимков — групповой портрет русских писателей, авторов «Современни-

ка». Но вскоре снова уезжает во Францию и буквально пленяет своим мастерством обитателей Парижа. Ему присваивается титул придворного фотографа французского императора. Именно в Париже Левицкий делает серию портретов своего двоюродного брата — А. И. Герцена, среди которых — хорошо известный снимок, где Герцен запечатлен сидящим в кресле. «Главное событие в Париже, — говорится в одном из его писем, — замирение с Левицким, вследствие чего — превосходный портрет»¹. Художник Н. Н. Ге, работая над изображением Христа, погруженного в думу, для картины «Тайная вечеря», скопировал позу Герцена и отчасти передал его черты. Впоследствии Ге вспоминал: «Я мечтал ехать в Лондон... чтобы написать его (Герцена. — В. Н.) портрет. С одним знакомым приятелем мы послали ему наши приветствия, и он ответил, прислав нам свой большой портрет работы Левицкого»². Сход-

¹ Герцен А. И. Полн. собр. соч. и писем. Т. XI. П., 1919. С. 170.

² Николай Николаевич Ге, его жизнь, произведения и переписка. Сост. В. Стасов. М., 1904. С. 120.



Группа писателей — авторов «Современника». Сидят: И. А. Гончаров, И. С. Тургенев, А. В. Дружинин, А. Н. Островский. Стоят: Л. Н. Толстой, Д. В. Григорович. Фото С. Л. Левицкого. 1856 г.

ство Христа с этим портретом было столь явно, что реакционная пресса усмотрела в картине Ге торжество материализма и нигилизма, а цензура запретила воспроизводить ее.

В то самое время, когда Левицкий в Париже снимал своего знаменитого родственника, в Петербурге состоялось косвенное знакомство Менделеева с деятельностью фотографа.

«...Отправились в ателье Левицкого, что содержит Кучаев, учитель физики,— читаем мы в дневниковой записи Менделеева, сделанной весной 1861 г.— Снял карточку... Посмотрел на работу их — чудо просто, право,— милая и выгодная работа. Вот бы что завести»³. Пройдет

³ Архив Д. И. Менделеева. Записная книжка 1861 г.

несколько лет и наши герои — ученый и фотограф — встретятся.

С некоторых пор Левицкого стала увлекать мысль о необходимости создания фотографической организации, которая объединила бы наиболее талантливых и знающих свое дело профессионалов и любителей. В 1878 г. такая организация возникает в рамках Рус-



А. И. Герцен. Фото С. Л. Левицкого. 1861 г.

ского технического общества (РТО). Огромную поддержку энтузиасты находят в лице Менделеева. Между членами V отдела РТО — так стало называться новое объединение — и великим русским ученым устанавливаются тесные деловые и дружеские контакты. Менделеева привлекают в качестве эксперта на ряд выставок, с ним консультируются, просят его отзывы. Повидимому, именно по инициативе Менделеева Левицкий начинает эксперименты со съемкой при искусственном освещении.

В те годы считалось, что снимать можно только при дневном свете. Это резко сужало

возможности фотографов. Ноябрь, декабрь и половина января считались в Петербурге непригодными для съемки, что, естественно, сказывалось и на коммерческой стороне дела.

Ученый и фотограф вместе искали пути решения этой проблемы. Зимой 1879 г. Левицкий пишет Менделееву: «Милостивый государь, Дмитрий Иванович! Несмотря на полную готовность и самое искреннее желание исполнить трудную задачу... я пришел к убеждению, что мы затеяли дело покамест невыполнимое — по крайней мере настолько, чтобы удовлетворить требованиям. Мы сде-

лали целый ряд опытов — при освещении свечами на расстоянии с восьми аршин короткофокусным объективом, едва дающим полпластинки. Нужно держать от 75-ти до 120-ти секунд при сильном напряжении искр и при этом отчетливо выходит только центр...»⁴.

Но спустя некоторое время Левицкий стал получать вполне приличные результаты. Затем последовали эксперименты со смешанным светом, и вскоре эксперты выставок вынуждены были признать, что снимки Левицкого, сделанные при искусственном освещении, ни в чем не уступают, а в определенных случаях и превосходят снимки, выполненные при естественном свете.

Теперь становится понятно, почему именно к Сергею Львовичу обратился ученый, когда возникла необходимость сделать снимок членов Ученого совета Университета. Как выясняется из записок Левицкого, работа по изготовлению фотографии проходила в начале 1884 г. Но по какому поводу собрались ученые, чтобы позировать фотографу, — записки умалчивают.

В Музее истории Ленинградского университета хранится большое количество различных снимков, но ни до, ни после интересующего нас момента не собралось столь представительного общества. В 80-е годы никаких знаменательных дат в жизни этого учебного заведения не было. Но, может быть, тут были какие-то личные мотивы? Я решил искать ответ на этот вопрос в биографии Менделеева.

1884 год — время очередного взлета его научного гения. Он уже известнейший в России ученый, к нему приковано внимание и мировой научной общественности. Это период, ког-

⁴ Там же. Письмо С. Л. Левицкого от 23 декабря 1879 г.

да он приходит к переосмыслению роли науки в жизни общества и все больше задумывается о наиболее рациональном использовании природных богатств страны. Именно к этому времени относятся его крупные обобщения экономического характера. В 1882 г. он публикует книгу «Об условиях развития заводского дела в России», о которой впоследствии напишет: «Считаю, что с этого момента мое отношение к промышленности России получает другую определенность, сказавшуюся в 1890—1899 годах».

Меняется и характер личной жизни ученого. В новом браке с молодой художницей А. И. Поповой он более счастлив. Его университетская квартира становится центром, где собираются художники И. И. Шишкин, И. Н. Крамской, А. И. Куинджи и многие другие. Именно в эти годы его активно привлекают к деятельности У (фотографического) отдела Русского технического общества. Дмитрий Иванович даже пытается создать на паевых началах специальное товарищество по тиражированию посредством фотографии и распространению среди населения произведений живописи, в первую очередь картин передвижников, которых он всячески поддерживает.

Итак, жизнь ученого в этот период бьет ключом. Позади неудачи, сомнения, минуты растерянности. А они были. Так, в 1880 г. кандидатура Менделеева выдвигалась на звание академика, но была провалена под нажимом властей и реакционных сил самой Академии. В знак протеста ученые избрали тогда Менделеева в почетные члены Московского, Харьковского, Киевского и других университетов, ряда научных обществ. Тогда же крайне обострились отношения Дмитрия Ивановича с властями из-за их бесцеремонного вмешательства в дела университета. Дело дошло



Д. И. Менделеев. Фото С. Л. Левицкого. 1878 г.

до того, что ученый подает прошение об отставке.

И неизвестно, чем бы все кончилось, если бы не умнейший и добрейший ректор Андрей Николаевич Бекетов, дед Александра Блока, с которым Менделеева связывала дружба и общность душевных устремлений. Бекетов уговаривает Менделеева забрать заявление и своей властью предоставляет ему длительный отпуск.

В 1884 г. истек срок его нахождения на посту ректора...

Так, может быть, по этому случаю сделана фотография? Она запечатлела людей, которые поддерживали Менделеева в самые трудные минуты. Ведь не забываемо, что профессора Петербургского университета, узнав о провале Менделеева на выборах в Академию, устроили публичный банкет в его честь. Конечно же, в память о пройденном пути и из добрых чувств к Бекетову сделана эта фотография.

В записных книжках Мен-



Кабинет-музей Д. И. Менделеева в Ленинградском университете. Рядом с письменным столом — фотоаппарат, которым пользовался ученый.

делеева есть упоминание о покупке редкой гравюры — группового портрета ученых Англии начала XIX в., которая висела в его рабочем кабинете и очень ему нравилась. Достаточно даже беглого взгляда на нее, чтобы понять, что она явилась прототипом для фотографии Левицкого, который почти в точности повторил композицию гравюры, позаимствовал расположение фигур и даже пытался воссоздать позы некоторых персонажей.

Легко предположить, что Менделеев пригласил к себе Левицкого и показал ему гравюру, как подобие того, что хотел бы получить. Осуществить такой замысел в то время было можно только с помощью комбинированной съемки. Снять большую группу людей на фоне сравнительно небольшого помещения — в качестве фона должен был быть показан вестибюль

второго этажа университета — не позволяла оптика. Тогда еще не было достаточно широкоугольных объективов, да к тому же подобная оптика при всех ее достоинствах обладает еще и существенным недостатком — вызывает значительные искажения, что неприемлемо при портретной съемке. Сложно было добиться равномерной освещенности всей картины. Тем не менее фотограф достиг цели, хотя и не совсем привычным для сегодняшнего дня способом.

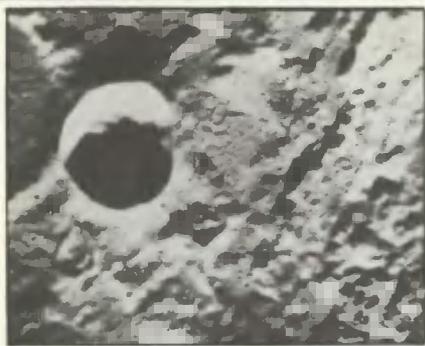
Даже пристальное рассмотрение этой большой (40 × 80 см) фотографии не дает оснований сомневаться в ее подлинности. Вместе с тем это великолепно выполненная коллаж-картина, в основу которой положено несколько снимков. В одной из записок Левицкого раскрывается «технология» ее изготовления. Снимок должен был быть отпечатан с четырех

негативов. Фотографу предстояло снять три отдельные группы, в каждой из которых портретируемых нужно было расположить в непринужденных позах, проследив за тем, чтобы они были разнообразны и при составлении частей образовывали единую цельную картину, повторяющую композицию английской гравюры. Кроме того, нужно было совместить эту, составленную из трех частей группу с фоном, постаравшись устранить неизбежно возникающие при раздельной съемке перспективные несоответствия.

Впоследствии окажется, что работа усложнилась и пришлось делать дополнительно еще несколько снимков, которые затем мастерски были смонтированы в один позитив. Уже зная замысел фотографа, я пристально разглядываю фотографию, мысленно нахожу границы предполагаемых групп, но стыков, ретуши или каких-нибудь других дефектов разглядеть не могу — лишь незаметное для непосвященного несоответствие в масштабах нескольких фигур. Записки и письма Левицкого объясняют нам, почему оно возникло.

Работа по изготовлению фотографии затянулась почти на два месяца. Вначале был сделан снимок зала, куда потом предстояло «усадить» группы профессоров. И хотя все было четко выверено и снимавшиеся точно в срок приезжали в ателье Левицкого (а именно там, в одинаковых условиях, были сняты три группы — отсюда и равномерное освещение), не нашлось несколько «недисциплинированных», которые не успели сняться в срок. Пятеро профессоров были сфотографированы отдельно от других и вмонтированы в общий снимок, когда работа по изготовлению коллажа уже кипела. Их головы вышли несколько крупнее остальных.

Ну и поделом им, пусть не опаздывают.

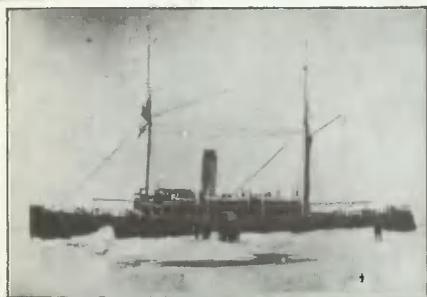
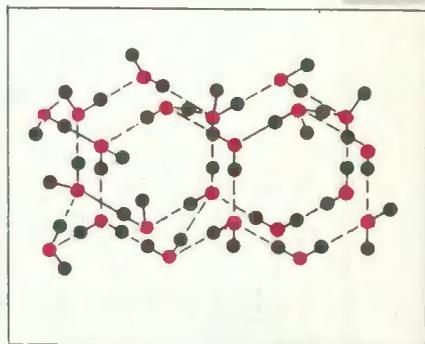


Чем объясняется наблюдаемая на Земле распространенность химических элементов? Из какого вещества образовалась наша планета? Как оно эволюционировало в последующие 4,6 млрд лет? Ответ на все эти вопросы можно получить, только сравнивая Землю с другими планетами Солнечной системы.

Барсуков В. Л. КОСМОХИМИЧЕСКИЕ ИДЕИ
В. И. ВЕРНАДСКОГО И ИХ РАЗВИТИЕ

Что выделяет воду из ряда других жидкостей? Какова физическая природа аномальных свойств воды? Два столетия ученые ищут ответы на эти вопросы, а нерешенных проблем сейчас не меньше, чем во времена Кавендиша и Лавуазье.

Белая М. Л., Левадный В. Г. ТЕОРИЯ ВОДЫ: ОТ
КАВЕНДИША ДО КОМПЬЮТЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ

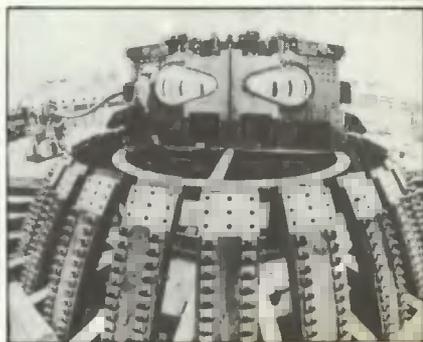


Исполнилось 75 лет самому крупному географическому открытию XX в. В 1913 г. экспедиция под руководством Б. А. Вилькицкого на ледоколах «Таймыр» и «Вайгач» открыла Северную Землю.

НОВАЯ СУША В ЛЕДОВИТОМ ОКЕАНЕ
Водопьянов Б. П. ИМЕНИ БОРИСА ВИЛЬКИЦКОГО
Бережной А. С. «ТАЙМЫР» И «ВАЙГАЧ» У БЕРЕГОВ
АРКТИКИ

В Институте атомной энергии им. И. В. Курчатова создается токамак с сильным магнитным полем и адиабатическим сжатием плазмы. Небольшие по размерам токамаки этого типа позволят получать плазму с требуемыми для термоядерного синтеза параметрами.

Чуянов В. А. ФИЗИЧЕСКИЙ ПУСК ТОКАМАКА ТСП



Не только тайны своего рождения и эволюции раскрывают богатейшие жизнью коралловые рифы, в них заключена геологическая летопись самого Океана.

Краснов Е. В. КОРАЛЛОВЫЕ РИФЫ — «ЖИВЫЕ
ИСКОПАЕМЫЕ» СООБЩЕСТВА





Природа, 1988, № 9, 1—128.

Цена 80 к.
Индекс 70707