

ПРИРОДА

10.70



Ежемесячный
популярный
естественнонаучный
журнал
Академии наук СССР

ПРИРОДА

Основан в 1912 году



Издательство
«Наука»
Москва



Полет «Луны-16» — выдающийся успех советской науки и техники в освоении космоса

24 сентября 1970 года в 8 часов 26 минут по московскому времени возвращаемый аппарат автоматической станции «Луна-16» совершил мягкую посадку в расчетном районе Советского Союза в 80 километрах юго-восточнее города Джезказган Казахской ССР.

Контейнер с лунной породой будет передан в Академию наук СССР для анализа и изучения. Результаты исследований будут опубликованы.

Впервые в истории освоения космического пространства лунный грунт доставлен на Землю с помощью автоматического аппарата.

Из сообщения ТАСС от 25 сентября 1970 г.

Взлетевшая 12 сентября 1970 г. автоматическая станция «Луна-16» осуществила в полете ряд сложных маневров и совершила мягкую посадку в заранее выбранном районе Луны, взяла образцы лунного грунта, а затем космическая ракета, стартовавшая с этой станции, доставила их на Землю в заданный район территории Советского Союза.

Впервые в мировой практике освоения космоса успешно решена принципиально новая задача полета автоматического аппарата на другое небесное тело, взятия образцов его грунта и возвращения на Землю.

Задачи изучения и освоения космического пространства постоянно усложняются и требуют поиска технически и экономически рациональных средств создания необходимой для этого космической техники. Осуществление программы полета станции «Луна-16» еще раз подтвердило большие возможности и широкие перспективы применения автоматических аппаратов для исследования космического пространства и получения научной информации с поверхности Луны и планет Солнечной системы.

Новые достижения советской науки и техники в создании автоматических космических станций стали возможными благодаря вдохновенному труду нашего рабочего класса, советской научно-технической интеллигенции. Эта победа особенно радостна, что она одержана в ленинский юбилейный год, в период подготовки к XXIV съезду Коммунистической партии Советского Союза.

Из приветствия ЦК КПСС, Президиума Верховного Совета СССР и Совета Министров СССР ученым, конструкторам, инженерам, техникам, рабочим, всем коллективам и организациям, принимавшим участие в создании автоматической станции «Луна-16» и осуществлении программы ее полета.

Главный редактор
академик
Н. Г. БАСОВ

Зам. главного редактора
академик
Б. Л. АСТАУРОВ

Доктор биологических наук
А. Г. БАННИКОВ
Академик
А. И. БЕРГ

Академик
А. П. ВИНОГРАДОВ

Член-корреспондент АН СССР
Б. Н. ДЕЛОНЕ

Доктор физико-математических наук
С. П. КАПИЦА

Академик
Б. М. КЕДРОВ

Академик
И. К. КИКОИН

Член-корреспондент АН СССР
В. Л. КРЕТОВИЧ

Доктор физико-математических наук
Б. В. КУКАРКИН

Доктор философских наук
Г. А. КУРСАНОВ

Доктор географических наук
К. К. МАРКОВ

Доктор философских наук
Н. Ф. ОВЧИННИКОВ

Академик
В. В. ПАРИН

Ответственный секретарь
В. М. ПОЛЫНИН

Зам. главного редактора
доктор геолого-минералогических наук
Ю. М. ПУЩАРОВСКИЙ

Доктор геолого-минералогических наук
М. А. ФАВОРСКАЯ

Зам. главного редактора
кандидат технических наук
А. С. ФЕДОРОВ

Доктор биологических наук
К. К. ФЛЕРОВ

Доктор биологических наук
А. Н. ФОРМОЗОВ

Академик
Г. М. ФРАНК

Член-корреспондент АН СССР
В. Е. ХАИН

Академик
Н. В. ЦИЦИН

Доктор географических наук
Л. А. ЧУБУКОВ

Кандидат физико-математических наук
Н. В. ШЕБАЛИН

Доктор биологических наук
А. В. ЯБЛОКОВ

Постоянные сильные магнитные поля. А. М. Прохоров, В. Г. Веселаго		ОЧЕРКИ	
Большие системы и системный подход. Ю. Г. Марков	2	Частная жизнь кролика. Б. Гржимек	83
Первые шаги жизни на Земле. М. А. Пешков	9	ЭКСПЕДИЦИИ	
Стероиды и микроорганизмы. А. А. Ахрем, Ю. А. Титов	12	Экскурсия в кратер вулкана. Е. М. Емельянов, В. М. Литвин, Г. С. Харин	90
Электропластический эффект в металлах. О. А. Троицкий	21	ЗАМЕТКИ, НАБЛЮДЕНИЯ	
Что мы думаем о происхождении человека	28	Родниковые холмы и грязевые вулканчики. А. А. Соколов, Г. А. Жихарева	94
Аргументы в пользу моноцентризма. Я. Я. Рогинский	34	Громадные провалы в равнинном платформенном карсте. Н. А. Гвоздецкий	95
Два очага происхождения человека. В. П. Алексеев	37	Земноводные живут в соленых водоемах. В. А. Кушнирук	96
Социальная роль огня. С. А. Семенов	40	НОВОСТИ НАУКИ	97
Наши предки — неандертальцы. Г. П. Григорьев	43	КНИГИ	
Предварительное исследование лунных образцов, доставленных «Аполлоном-12»	46	Книга ложных идей. И. Б. Шишкин	107
ГИПОТЕЗЫ		Фантастический мир супергеометрии. Я. А. Смородинский	112
Кольцевые структуры на Земле и планетах. Л. М. Шкерин	55	Все об Антарктике. С. Н. Карташов	113
ОХРАНА ПРИРОДЫ		Современный уровень эволюционной теории. Л. А. Зенкевич	114
Глазами очевидцев. Бертон Руше	63	Статистика в науковедении. В. В. Алпатов	115
НАУЧНЫЕ СООБЩЕНИЯ		Новые книги	117
Яйца динозавров в пустыне Гоби. А. В. Сочава	65	РЕДАКЦИОННАЯ ПОЧТА	119
Генетика и перспективы разведения устриц. А. К. Лонгвелл, С. С. Стайлс	68	КАЛЕНДАРЬ ПРИРОДЫ	124
Не морфинист ли алкоголик?	69	В КОНЦЕ НОМЕРА	
Космическая химия. Г. Б. Шоломицкий	71	Еще раз о том, как сделать открытие. Ф. К. Величко	126
СЪЕЗДЫ И КОНФЕРЕНЦИИ			
Еще один космический год. С. А. Никитин	72		
Жизнь в космосе. О. Г. Газенко	80		

Оформление П. Г. АБЕЛИНА
Художественный редактор Д. И. СКЛЯР
Корректоры: Ю. И. ГЛАЗУНОВА,
С. М. КРИСТЬЯНПОЛЕР

Адрес редакции: Москва, Ж-127,
ул. Осипенко, 52, тел. 231-76-80, 231-71-60

Подписано к печати 22/IX 1970 г. Т-14450
Формат бумаги 84X108¹/₁₆. Печ. л. 8
Уч.-изд. л. 17,7 (Усл. печ. л. 13,44).
Бум. л. 4 Тираж 40 000 экз. Зак. 983

2-я типография издательства «Наука»
Москва Г-99, Шубинский пер., 10

На первой странице обложки: Яйца динозавра. См. статью А. В. Сочава «Яйца динозавров в пустыне Гоби», стр. 65.

На второй странице обложки: Дым и гарь Манхэттана (Нью-Йорк). Фото из журнала «Курьер ЮНЕСКО». См. статью Бертон Руше «Глазами очевидца», стр. 63.

На четвертой странице обложки: Так можно себе представить заключительный этап полета автоматической станции «Венера». См. статью С. А. Никитина «Еще один космический год», стр. 72.

При перепечатке ссылка на журнал «ПРИРОДА» обязательна.

Постоянные сильные магнитные поля

Академик А. М. Прохоров

В. Г. Веселаго

Кандидат физико-математических наук



Александр Михайлович Прохоров, заместитель директора и заведующий лабораторией колебаний Физического института им. П. Н. Лебедева АН СССР, главный редактор «Большой Советской Энциклопедии». Автор основополагающих исследований по квантовой электронике, руководитель комплекса работ в области мощных лазеров, нелинейной оптики, физики твердого тела. А. М. Прохоров — лауреат Ленинской и Нобелевской премий, Герой Социалистического Труда.



Виктор Георгиевич Веселаго, заведующий сектором сверхсильных магнитных полей в лаборатории колебаний ФИАН. Автор ряда работ в области радиоспектроскопии, физики твердого тела, электродинамики.

Почему нужны сильные поля?

Магнитное поле обычно называется сильным, если оно превышает величину порядка 50—100 кэ. Поля такой величины используются прежде всего для проведения в них самых разнообразных экспериментов в физике и смежных с ней областях науки. Стремление к использованию в физических экспериментах полей максимальной силы вытекает из общей тенденции к проведению исследований при экстремальных значениях внешних параметров. Это проявляется, в частности, в стремлении использовать сверхнизкие и сверхвысокие температуры, сверхвысокие давления, ультравысокие частоты и т. д. Сюда же можно отнести и стремление работать с особо чистыми веществами. Общая причина такой тенденции состоит в том, что работа в экстремальных внешних условиях позволяет отделить изучаемый эффект от всех побочных влияний. При этом интерпретация наблюдаемых эффектов обычно становится более ясной и сопоставление теории с экспериментом существенно облегчается.

Вторая важная область применения сверхсильных магнитов — их использование в качестве неотъемлемой части различных приборов и устройств, которые не могут работать без сильного поля. В качестве примеров таких устройств можно упомянуть МГД-генераторы, различные установки для исследования термоядерной реакции, магнитные пробки и бутылки, магнитные накопители энергии и т. д. Для таких устройств обычно характерны не только боль-

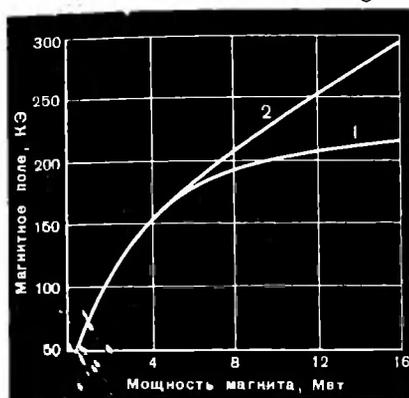


Рис. 1. Зависимость потребляемой мощности от величины магнитного поля для соленоида с внутренним диаметром 3,1 см. Кривая 1 учитывает увеличение мощности из-за отклонения геометрии магнита от оптимальной, когда прочность меди становится недостаточной. Кривая 2 соответствует бесконечно прочному материалу. (По данным работы D. В. Montgomery и др., «Advance in Criogenic Engineering», т. 14, 1969, стр. 88.)

шая величина поля, но и большой объем пространства, в котором это поле должно быть получено.

Основные методы получения сильных полей

Поле величиной свыше 50 кэ, как правило, не может быть получено при помощи магнитов с железными сердечниками, и для его получения используются безжелезные катушки, через которые пропускается соответствующий ток. В том случае, если проволока, из которой намотана катушка, имеет удельную проводимость σ , а внутренний диаметр катушки равен d , то мощность W , необходимая, чтобы получить внутри катушки поле H , определяется по формуле

$$W = \alpha \frac{H^2 d}{3}.$$

Здесь α — так называемый формфактор, зависящий от геометрии катушки. Из рис. 1 видно, что для получения поля в 100 кэ нужно по крайней мере 2 Мвт энергии, причем с ро-

стом поля необходимая энергия возрастает крайне быстро. Вся эта энергия внутри катушки переходит в тепло, которое снимается с помощью специальной системы жидкостного (обычно водяного) охлаждения. Сложность систем питания и охлаждения и большой расход электроэнергии приводит к тому, что сильное магнитное поле оказывается, вообще говоря, дорогостоящим. Этим магнитное поле отличается от электрического, так как для получения постоянного электрического поля не требуется пропускания тока и, следовательно, не нужно постоянное приложение мощности. А для получения магнитного поля пропускание тока необходимо, так как в природе отсутствует магнитный заряд. Ясно, что если бы существовал такой заряд — магнитный монополюс, — это резко изменило бы положение с генерацией постоянных магнитных полей.

При отсутствии достаточно большой мощности часто приходится ограничиваться кратковременными импульсными полями. В настоящее время достигнуты импульсные поля силой более 1 Мэ. В непрерывном режиме такое поле пока не достигнуто. С первого взгляда может показаться, что постоянное поле вообще не нужно и следует обратить все внимание на импульсные поля, получение которых значительно дешевле, а величина много больше, чем у постоянных полей. В пользу такого мнения говорит и то обстоятельство, что импульсное поле длительностью τ можно считать «постоянным» для всех физических процессов, время релаксации которых много меньше τ . Однако сторонники такого мнения не учитывают крайне важного в современной физике вопроса о производимости научной установки. Если требуется снять кривую зависимости какой-либо физической величины от поля в диапазоне, скажем, 0—100 кэ, то для удовлетворительного воспроизведения этой кривой (см., например, кривые, изображенные на рис. 5) требуется провести измерения по крайней мере в 100 точках, что соответствует затрате времени около 1,5 час. (при промежутке между импульсами ~ 1 мин.). В то же

время на установке с постоянным полем каждая из кривых на рис. 5 была снята за 1 мин. Конечно, можно создать импульсную установку с большой частотой следования импульсов, но при этом возрастает необходимая мощность, потребуется более сильное охлаждение, и установка по своим параметрам приблизится к установке для получения постоянного поля.

Импульсные поля обладают и рядом других недостатков: они неприемлемы при работе со слабыми сигналами, которые требуют для своей регистрации большого времени. Амплитуда импульсного поля не может быть установлена с очень большой точностью. Во время импульса трудно избежать паразитных наводок на измерительные схемы, что приводит к уменьшению чувствительности и т. д. В то же время импульсные поля, безусловно, незаменимы там, где требуется очень большое поле, которое не могут дать магниты непрерывного действия.

Избежать приложения большой мощности можно в соленоиде из сверхпроводящей проволоки. В этом случае затрата энергии, естественно, отсутствует, но возникают расходы на создание криогенного хозяйства, которые, вообще говоря, не меньше стоимости систем питания и водяного охлаждения обычных магнитов.

Что нам дают магнитные поля?

Попытаемся хотя бы кратко перечислить те основные отделы физики и смежных наук, в которых сильные поля позволяют получить принципиально новые результаты.

Один из таких разделов — изучение энергетического спектра носителей тока в полупроводниках и металлах. Исследования этого спектра часто проводятся методом циклотронного резонанса, а также путем измерения осцилляций магнетосопротивления (эффект Шубникова — де Гааза). Оба эти способа применимы только при выполнении условия $\Omega\tau \gg 1$ и $h\Omega \gg kT$, где $\Omega = eH/mc$ — так называемая циклотронная частота, τ — характерное время между соударениями электронов, e — заряд электрона, c —

скорость света, h — постоянная Планка, k — постоянная Больцмана, T — температура, m — эффективная масса носителей тока. Выполнение первого условия для ряда особо чистых материалов (например, Ge) происходит уже в полях порядка нескольких килоэрсед. Однако для многих других веществ это условие выполняется только в очень сильных полях, близких к 100 кэ. Тем самым сильные поля резко расширяют возможности эксперимента. Увеличение напряженности поля позволяет резко уменьшить тепловое уширение наблюдаемых линий циклотронного резонанса за счет лучшего выполнения неравенства $h\Omega > kT$. В эффекте Шубникова — де Гааза усиление этого неравенства тоже резко увеличивает разрешение. Кроме того, с ростом поля увеличивается число наблюдаемых осцилляций до тех пор, пока величина $h\Omega$ не становится сравнимой с энергией Ферми E_F . Это обычно происходит в полях порядка 100 кэ и выше.

Очень большой выигрыш дает применение сильных полей в оптических исследованиях. Это и естественно, так как наложение магнитного поля вызывает расщепление и сдвиг энергетических уровней, вообще говоря, тем больший, чем больше поле. В полях порядка 100 кэ этот сдвиг может составлять заметную величину от энергии изучаемого перехода, особенно при работе в инфракрасной и миллиметровой области. Чрезвычайно перспективны магнетооптические исследования с применением лазеров. В этом случае разрешение очень сильно возрастает за счет малой ширины линии излучения лазера и большого сдвига линий в сильном поле.

Использование сильного магнитного поля дает максимальный эффект в сочетании с наиболее современными, наиболее эффективными методами исследований. Лаборатория, которая применяет сильные поля, должна обязательно располагать сверхнизкими температурами, лазерной техникой и т. д. Для быстрой обработки информации, получаемой в процессе эксперимента в сильном поле, целесооб-

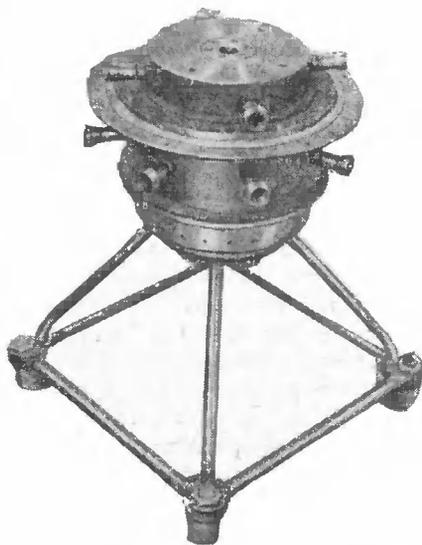


Рис. 2. Магнит на 100 кэ. Вверху видно центральное отверстие диаметром 5 см, в котором образуется магнитное поле. Охлаждающая вода подается через четыре верхних патрубка и четыре нижних, которые на снимке видны плохо. Выход воды осуществляется через 8 патрубков, расположенных в среднем сечении магнита; из этих 8 патрубков видны только 4. Концы обмотки магнита подведены к дискообразному верхнему выводу и цилиндрическому нижнему. На выводах видны отверстия для крепления гибких шин, подводящих ток.



Рис. 3. Сборка внутренней обмотки магнита. С магнита снят наружный кожух. Видна часть обмотки и стяжные болты. Обычно переборка магнита с целью очистки его витков от коррозии и механических загрязнений производится через 150—250 часов работы.

разно использовать современную электронно-вычислительную технику. Это позволит вести эксперимент оптимальным образом и тем самым избежать непроизводительных затрат «магнитного времени».

Очень много могут дать сильные поля при изучении сверхпроводимости, в частности при измерении критических токов сверхпроводников. Для многих современных материалов критические поля уже превышают 100 кэ, так что для изучения этих материалов требуются поля 150 ÷ 200 кэ.

Большой выигрыш дают сильные магнитные поля при исследовании магнитоупорядоченных кристаллов, собственные внутренние поля которых весьма велики и составляют $10^5 \div 10^7$ э. Эти внутренние магнитные поля смещают собственные частоты магнитных резонансов в крайне важный для исследования и применения субмиллиметровый диапазон радиоволн. Для того чтобы исследовать вещества такого типа, необходимо накладывать внешние магнитные поля, сравнимые с внутренними.

Незаменимы сильные поля и при исследовании ферромагнетиков, обладающих большой коэрцитивной силой¹. В настоящее время уже известны магнитожесткие материалы с коэрцитивной силой 15 кэ и более. При изучении процессов намагничивания в них требуются поля порядка 100 кэ.

Продолжая перечисление возможных применений сверхсильных полей нужно указать на их использование в ядерном магнитном резонансе (ЯМР). Как известно, чувствительность и разрешение этого метода исследования вещества быстро растут с ростом частоты, а следовательно, и поля. В настоящее время уже известны установки ЯМР, работающие в полях 130 кэ.

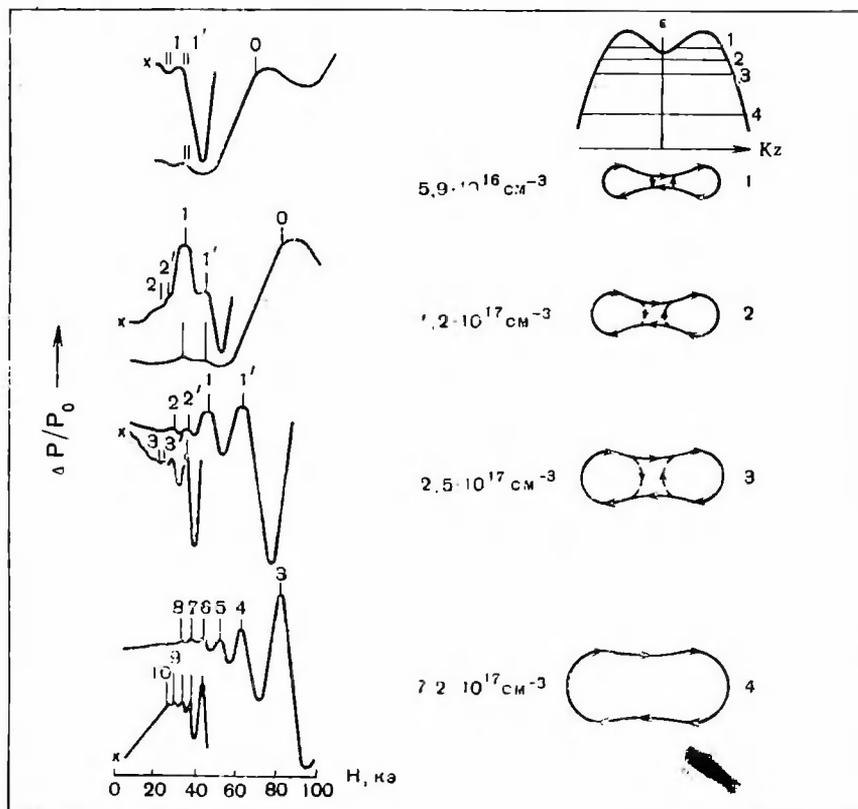
Кроме научных применений, сильные поля находят свое место и в чисто технической области. Есть, например, практические результаты по

¹ Коэрцитивной силой называется напряженность магнитного поля, которое надо наложить на намагниченный образец из ферромагнитного материала для полного его размагничивания.



Рис. 4. Система питания магнитов. В эту систему входят 3 одинаковых блока, 2 из которых видны на снимке полностью, а третий, на переднем плане, — частично. Каждый блок состоит из двигателя переменного тока и двух одинаковых генераторов по 1,5 Мвт при напряжении 250 в. Для питания магнита на 100 кэ достаточно одного блока. Для получения 200 кэ необходимы все три. В правой части снимка видны главные выключатели и генераторы возбуждения. С лева — шкафы электронной системы управления.

Рис. 5. Магнитный пробой в теллуре. В правой части рисунка изображены траектории носителей тока (дырок в k -пространстве для четырех различных концентраций. Справа вверху — сечение кривой $\epsilon(k)$ плоскостью, проходящей через ось z . Слева показано, как изменяется вид кривой магнетосопротивления при увеличении концентрации. Видно, что сначала пики раздваиваются, что и говорит о пробое, а потом идут уже без удвоения, но с другой периодичностью. Крестиком обозначены кривые, снятые при большем усилении.



магнитной сепарации руд и других материалов в сильных полях.

Очень важен вопрос о применении сильных полей в биологии. К сожалению, работы в этой области недостаточно развернуты. До сих пор не ясен вопрос о возможном механизме воздействия сильного поля на живое вещество. По-видимому, ясность здесь могут внести только прямые эксперименты в сильных полях. Возможно, наиболее подходят для таких опытов микроорганизмы из-за высокой скорости их размножения, малых размеров и сравнительно простой организации.

Несомненный интерес могут представить сильные поля для химии, в частности для воздействия на ход химических реакций, в которых принимают участие свободные радикалы. При выращивании монокристаллов сильные поля действуют как стабилизирующий фактор, обеспечивая большую однородность получаемого кристалла.

Как мы видим, создание сверхсильных магнитов не связано с потребностями какого-либо одного научного направления. Сверхсильный магнит уже давно стал научным прибором широкого профиля, применяемым в самых различных областях физики и техники.

Установка «Соленоид»

Экспериментальные физические исследования в сильных полях ведутся в настоящее время очень широко фронтом, причем соответствующие установки сооружены практически во всех развитых странах. У нас в стране также есть такая установка, запущенная в ФИАНе в 1967 г. На ней сейчас ведутся регулярные исследования в полях до 100—175 кэ.

Магниты, которыми укомплектована установка, спроектированы и изготовлены в Научно-исследовательском институте электрофизической аппаратуры. Внешний вид магнита на 100 кэ изображен на рис. 2. Витки магнита представляют собой плоские медные диски с радиальными каналами для охлаждающей воды. При сборке магнита, изображенной на рис. 3, витки соединяются «внахлест» и сильно прижимаются друг к другу

стяжными болтами. Возможно также сваривание витков друг с другом.

Мощность источника питания, необходимая для всей установки — 9 Мвт, что достаточно для получения полей до 200 кэ. Общий вид системы питания дан на рис. 4. Система охлаждения магнитов водяная, двухконтурная. В первом контуре циркулирует дистиллированная, деионизованная вода. Во втором — вода из артезианской скважины.

Тематика исследований, проводимых на установке, весьма разнообразна. Мы укажем только на некоторые из них.

В первую очередь, следует остановиться на недавно законченной работе по определению формы ферми-поверхности теллура¹. Это исследование проводилось методом Шубникова — де Гааза. В результате удалось установить форму ферми-поверхности теллура, которая резко меняется в зависимости от концентрации. Кроме того, впервые в полупроводниках был обнаружен эффект магнитного пробоя. Этот существенно квантовый эффект проявляется в том, что электрон способен перескакивать с одной части своей траектории в k -пространстве на другую, если расстояние между этими частями траектории мало по сравнению с обратной магнитной длиной l^{-1} , где

$$l = \left(\frac{ch}{eH} \right)^{1/2}.$$

Нетрудно видеть, что в сильном магнитном поле такой перескок облегчается и электроны легко переходят с одной части траектории на другую, несмотря на потенциальный барьер. Именно такая ситуация осуществляется в теллуре (рис. 5).

На установке «Соленоид» изучаются также явления переноса в сильных полях. Из интересных результатов здесь следует указать на обнаружение эффекта охлаждения горячих электронов при наложении сильного поля², а также на эффект про-

¹ М. С. Бреслер, В. Г. Веселаго, Ю. В. Косичкин, Г. Е. Пикус, И. И. Фарбштейн, С. С. Шалыт, ЖЭТФ, т. 57, 1969, стр. 1479.

² В. Г. Веселаго, М. В. Глушков, Ю. С. Леонов, А. П. Шотов, ФТП, т. 3, 1969, стр. 1580.

дольного магнетосопротивления¹ в p — Ge.

В процессе изучения методом антиферромагнитного резонанса магнитоупорядоченных кристаллов с сильными внутренними магнитными полями на установке «Соленоид» получены весьма интересные результаты: обнаружены фазовый переход первого рода и высокочастотная ветвь антиферромагнитного резонанса в гематите². Очень интересно проведенное исследование взаимодействия высокочастотной ветви антиферромагнитного резонанса с низкочастотной.

Кроме перечисленных исследований, за время работы установки был выполнен и ряд других работ. В одной из них, например, изучалось появление бокового перепада давления при течении струи газа в поперечном поле³. Проводятся также работы по сверхпроводимости, по магнитотуннельной спектроскопии и т. д. Установка «Соленоид» используется и для ряда методических работ, например для градуировки датчиков Холла в сильных полях. Так как эта установка единственная в СССР, ФИАН предоставляет возможность работать на ней сотрудникам других научных учреждений страны.

Что перспективнее — охлаждаемые магниты или сверхпроводящие?

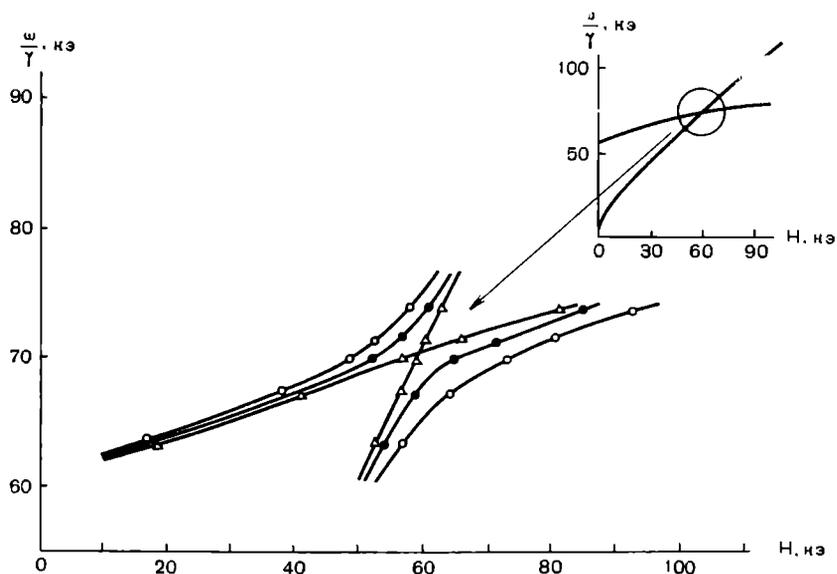
Рассмотрим теперь два вопроса, касающиеся перспектив развития установок для получения сверхсильных полей. Первый из них: не будут ли в ближайше время магниты, охлаждаемые водой, вытеснены сверхпроводящими магнитами? Второй: какое максимальное поле можно считать реально достижимым в ближайшем будущем? Оба эти вопроса тесно связаны друг с другом, и от их решения зависит выбор того или иного на-

¹ В. Г. Веселаго, А. П. Глушков, Ю. С. Леонов, А. П. Шотов. Письма ЖЭТФ, т. 11, 1970, стр. 416.

² С. В. Миронов, В. И. Ожогин, Е. Г. Рудашевский, В. Г. Шапиро. Письма в ЖЭТФ, т. 7, 1968, стр. 419.

³ I. K. Kikoin, K. I. Balashov, S. P. Lazarew, P. E. Neushfadt. «Phys. Lett», 1968, 26 A, 650.

Рис. 6. Дисперсионные кривые гематита в полях до 100 кэ (по данным работы Л. В. Великова, С. В. Миронова, Е. Г. Рудашевского; ЖЭТФ, т. 57, 1969, стр. 781). Треугольниками обозначен год кривых при нулевом угле φ между направлением магнитного поля и базисной плоскостью кристалла. Темные кружки соответствуют $\varphi=6^\circ$ и светлые кружки $\varphi=12^\circ$. Ясно видно, что с ростом φ происходит усиление взаимодействия двух типов колебаний.



правления технико-конструкторской работы.

Появление примерно десять лет назад сверхпроводящей проволоки с большими критическими полями, казалось, поставило под сомнение необходимость сравнительно громоздких охлаждаемых магнитов и их дорогих систем питания и охлаждения. Казалось, еще немного — и сверхпроводящие магниты получат широкое распространение и повсеместно вытеснят охлаждаемые магниты. Однако этого не произошло. Прежде всего, несмотря на непрерывный рост критических токов сверхпроводящих материалов, первенство по величине поля держит охлаждаемый магнит. Поле в 225 кэ в объеме диаметром 1,25 дюйма, достигнутое в Национальной магнитной лаборатории США, пока еще не получено с помощью сверхпроводников, хотя сверхпроводящие магниты на 150 кэ уже известны. Однако основной минус сверхпроводящих магнитов, предназначенных для физических исследований, — их сложность, вернее, сложность не самих магнитов, а криогенного хозяйства, необходимого для их эксплуатации. Ожигительные устройства, криостаты, системы сбора испаряющегося гелия, без которых такие магниты не могут работать, сложны, громоздки и дороги. Их цена сравнима с ценой систем питания и охлаждения охлаждаемых магнитов. Стоимость эксплуатации обоих типов магнитов также сравнима. Сверхпроводящие магниты требуют более квалифицированного обслуживающего персонала. Все это не позволяет в настоящее время отдать явное предпочтение сверхпроводящим магнитам.

В то же время они имеют и ряд несомненных преимуществ. Главное из них, что сверхпроводящий магнит — переносное устройство. Он может быть легко использован внутри физической лаборатории; обычно он может быть поднесен к прибору, тогда как охлаждаемый магнит требует, чтобы приборы подносились к нему. Сверхпроводящий магнит явно удобнее, когда объем работы в лаборатории невелик (одна-две заливки в неделю) и лаборатория располагает небольшим гелиевым ожигителем. Если же требуется обеспечить сверхсильными полями большую лабораторию с разветвленной тематикой, когда ежедневно ведется несколько экспериментов, тут следует отдать предпочтение охлаждаемым магнитам.

Все здесь сказанное относится, естественно, к магнитам общего назначения, которые служат только для проведения физических исследований. Кроме того, сверхсильные магниты могут использоваться в качестве неотъемлемой части различных плазменных устройств, ускорителей и т. д., когда требуется создание магнитного поля в достаточно большом объеме. Для таких устройств сверхпроводящие системы могут оказаться удобнее, так как охлаждаемые магниты больших размеров требуют уже

недопустимо больших систем питания и охлаждения.

До сих пор шла речь о магнитах непрерывного действия, которые предназначены для работы в течение многих часов. Кроме них и импульсных магнитов, работающих импульсами длительностью порядка миллисекунд, существуют еще магниты кратковременного действия, предназначенные для работы в течение долей минуты или нескольких минут. По своей конструкции магниты кратковременного действия близки к магнитам непрерывного действия, однако существенно отличаются от них по системам питания и охлаждения. Система питания может иметь мощность много меньшую, чем мощность самого магнита, и работать с большой перегрузкой. Это снижает ее стоимость и уменьшает габариты. Что касается систем охлаждения, то для магнитов кратковременного действия они не обязательно должны строиться по принципу замкнутого цикла, а могут просто представлять собой запас жидкости, которая во время работы магнита под давлением проходит через него и выбрасывается наружу.

Интересно, что в этом случае оказывается перспективным третий тип магнитов (кроме сверхпроводящих и охлаждаемых водой), а именно несверхпроводящие магниты, работающие с охлаждением криогенными

жидкостями. При этом сопротивление обмотки резко падает, количество тепла, выделяемое в ней, также уменьшается и для его снятия может потребоваться сравнительно небольшое количество хладагента — жидкого водорода, неона или азота. Если сопротивление металла, из которого сделана обмотка, падает достаточно сильно с температурой и мало зависит от магнитного поля (как, например, у чистого алюминия), общий вес жидкого газа, необходимого для однократного действия такого магнита, может оказаться меньше, чем вес воды, необходимой для охлаждения аналогичного магнита, работающего при температуре порядка комнатной. Такая система целесообразна, конечно, только в том случае, если она должна работать редко, так что в промежутках между включениями можно накопить достаточный запас хладагента, пользуясь малогабаритным оживителем.

Дальнейшие возможности роста поля

Переходя к вопросу о наибольших полях, достижимых в обозримом будущем, следует предположить, что еще долгое время рекорд силы поля будет принадлежать охлаждаемым магнитам. Это связано с тем, что в настоящее время отсутствуют сверхпроводники, способные создавать поля порядка 250—300 кэ. В то же время создание поля в 300 кэ с помощью охлаждаемых магнитов вполне реально. Трудности дальнейшего повышения поля сводятся к двум основным обстоятельствам — резкому росту необходимой для этого мощности и проблеме прочности соленоида, который должен выдерживать громадные пондеромоторные силы. Если пользоваться для обмотки обычной медью, то до полей в 150—200 кэ ее прочности хватает, чтобы выдержать напор этих сил. При этом, как уже указывалось, мощность, необходимая для возбуждения такого магнита, растет квадратично с полем и для поля 200 кэ достигает величины порядка 10 Мвт. Для сравнения укажем, что мощность современного электровоза составляет примерно 3 Мвт.

После 200—250 кэ прочность меди

становится, вообще говоря, недостаточной. Для дальнейшего повышения поля остаются два пути. Первый состоит в использовании более прочных материалов, например различных сплавов меди. Второй путь заключается в таком изменении геометрии магнита, при котором ток в центре магнита, где поле наибольшее, был бы меньше, чем на периферии. Это снижает пондеромоторные силы, равные произведению плотности тока на поле. Однако при отклонении геометрии магнита от оптимальной резко возрастает величина необходимой мощности, которая теперь меняется пропорционально не второй, а более высокой (третьей или четвертой) степени поля, как видно из рис. 1. Это обстоятельство, кроме экономических, вызывает также чисто технические трудности, связанные с получением и управлением постоянным током столь большой мощности. При мощности до 10 Мвт обычно пользуются мотор-генераторами, которые преобразуют переменный ток в постоянный. Эти генераторы легко управляемы и позволяют плавно менять силу тока (и, следовательно, поле) в магните. Однако при высокой мощности применение мотор-генераторов нежелательно, так как необходимо обеспечить одновременную параллельную работу многих машин, что обычно довольно трудно сделать. Кроме того, мотор-генераторы велики по габаритам, так что система питания на мощность порядка десятков мегаватт становится недопустимо большой.

Возможно создание системы питания на трансформаторах и полупроводниковых выпрямителях. Такая система сравнительно малогабаритна, но для нее проблема регулировки тока в магните вызывает трудности.

Одна из наиболее перспективных — система питания, основанная на применении так называемых униполярных генераторов. Эти генераторы легко регулируются, позволяют получить большие токи при малых напряжениях, что удобно для питания магнитов, и могут давать в одном блоке очень большую мощность.

И, наконец, возможен еще один, самый экзотический, но, может быть, самый экономичный путь получения

энергии для охлаждаемых магнитов. Он сводится к использованию генераторов, работающих на гидростанциях, причем эти генераторы предназначены специально для питания сверхсильных магнитов. Система возбуждения и контроля этих генераторов управляется непосредственно из магнитной лаборатории, в которой находятся магниты. Такая лаборатория, естественно, должна быть расположена вблизи от гидростанции, и, следовательно, вблизи от реки, вода которой используется для охлаждения магнитов. Устройство такой лаборатории, по-видимому, имеет наибольший смысл вблизи одной из мощных сибирских гидростанций. Именно такой проект в свое время выдвинул покойный акад. Л. В. Киренский, предложивший создать специальную лабораторию сверхсильных полей вблизи Красноярской ГЭС.

То первенство, которое сейчас держат охлаждаемые магниты, естественно, прекратится, если будет открыта сверхпроводимость при высокой температуре. Однако и без этого, по-видимому, будет наблюдаться стремление к сокращению разрыва между напряженностью магнитного поля в сверхпроводящих и охлаждаемых магнитах, хотя очень трудно сказать, удастся ли в течение ближайших лет сверхпроводящим магнитам взять верх. Очень вероятно, что в ближайшее время первенство перейдет к так называемым гибридным магнитам, состоящим из двух катушек — внешней сверхпроводящей и внутренней охлаждаемой. Проект такого магнита уже близок к осуществлению в Национальной магнитной лаборатории США¹. Строящийся там магнит на 225 кэ имеет сверхпроводящую катушку на 65 кэ и охлаждаемую на 165 кэ. Мощность, потребляемая внутренней катушкой, равна 5 Мвт, в то время как охлаждаемый магнит на 225 кэ берет примерно 10 Мвт. Эти соотношения показывают, что гибридные магниты — наиболее перспективный вид магнитов, позволяющих при разумных затратах мощности получить рекордное поле.

УДК 621.318.3

¹ См. статью, указанную в подписи к рис. 1.

Большие системы и системный подход

Ю. Г. Марков
Кандидат философских наук



Юрий Геннадиевич Марков, научный сотрудник Института математики СО АН СССР (Новосибирск). Основные работы относятся к области методологических проблем современной физики и кибернетики. В настоящее время занимается разработкой методов анализа и синтеза больших систем, прикладными аспектами теории автоматов.

При словах «большая система» воображение рисует нам объекты типа звездных скоплений или галактик. И действительно, галактики или, тем более, скопление галактик — это целый мир, состоящий из звезд, пылевых и газовых облаков, потоков космических частиц. Объекты, простирающиеся в пространстве на сотни и тысячи световых лет, всегда поражали человека, ограниченного метрами жилья и километрами пути. Тем не менее, понятие «большая система» гораздо больше подходит к человеческому мозгу, нежели к солнечной системе или галактике.

Термин «большая система» возник в связи с появлением в науке задач управления, свойственных кибернетическому подходу. Типичная большая система — завод или научно-исследовательский институт. Любой завод представляет собой систему со сложными внутренними отношениями, точное описание которых — подчас значительно более трудная задача, чем изучение космоса. Еще более внушительным примером большой системы может служить какая-нибудь отрасль хозяйства или экономика страны в целом. Примеры больших систем можно найти и в биологии. Это прежде всего биогеоценоз, где взаимодействие почвы и огромного числа видов животных и растений приводит к предельно сложной интегральной картине.

Главная черта большой системы заключается, впрочем, не в масштабах системы и даже не в числе элементов, которых можно найти достаточно много и в капле жидкости. Здесь важно другое — целостность. Целостность системного объекта обуславливается

наличием большого числа разнообразных внутренних связей, которыми нельзя пренебречь. Отбрасывание даже одного фактора может повлечь за собой заметное изменение в поведении всей системы в целом. Другими словами, большая система в известной мере подобна микрообъектам атомной физики.

Специфика системного подхода проявляется также в том, что методы, разрабатываемые в его рамках, тем или иным образом должны учитывать вероятностный характер поведения больших систем. Каждый знает по своему собственному опыту, что всякий раз, когда приходится принимать какое-либо решение, учесть все факторы оказывается довольно трудно. Принятие решений в больших системах всегда происходит в ситуациях большей или меньшей неопределенности. Никто не возьмется в точности предсказать всех последствий какого-либо общественного процесса или вмешательства людей в окружающую природу.

Огромное количество случайных факторов, влияние которых усиливается их тесной взаимосвязью, есть существенная и, вероятно, принципиально неустранимая черта больших систем. Отсюда, конечно, не следует, что в системе не могут иметь место жесткие, однозначно определенные зависимости.

Обычный метод исследования явлений, применяемый еще со времен Ньютона, состоит в расчленении сложного явления на простые. Желая выяснить характер сложных электрических процессов, мы пытаемся представить эти процессы как сумму более простых. Так, нерегулярно меня-

ющуюся во времени электрическую напряженность поля мы представляем множеством гармонических колебаний с некоторым набором амплитуд и частот, используя для этого ряды Фурье. Обычный прием, который применяют при вычислении момента инерции тела, состоит в вычислении моментов инерции его элементов. А затем полученные величины суммируют методами интегрального исчисления. Интегралы, ряды, дифференциальные уравнения — все это инструменты, как бы специально приспособленные к осуществлению основной идеи: изучай сложное явление как совокупность простых!

С появлением в науке больших систем положение меняется. Основной принцип: изучай сложное явление как совокупность простых, — отныне теряет свою силу. Соответственно этому изменяются и средства исследования. Можно заметить, что большинство задач, связанных с большими системами, требует применения достаточно хорошо разработанного аппарата так называемой теории оптимизации. В теории управляемых процессов мы ищем оптимальное управление, в экономической кибернетике — оптимальные планы, в теории игр — оптимальные стратегии.

Оптимизировать какой-либо процесс в большой системе — это значит так выбрать значения переменных, чтобы интересующее нас свойство или качество процесса достигло максимального или минимального значения. Для этого в нашем распоряжении имеются такие мощные средства оптимизации, как линейное и нелинейное программирование, динамическое программирование, принцип максимума акад. Л. С. Понтрягина, а также множество специализированных алгоритмов, применяемых в исследовании операций.

Оптимальные значения переменных находят при помощи электронно-вычислительных машин. Вычисление вручную, как правило, оказывается невозможным из-за большой трудоемкости. При формулировке математической задачи оптимизации приходится вводить упрощающие предположения относительно внешних связей изучаемой системы. Приходится как бы резать по живому: ведь си-

стема органически входит в более широкую систему, как в свою среду. Здесь мы оказываемся перед той же проблемой, что и биолог, который должен рассматривать организм в единстве с его средой. Выразить это единство в математической постановке задачи можно далеко не во всех случаях. Поэтому случается, что уже решенная математически конкретная задача не имеет никакого практического смысла.

Для того чтобы справиться с этими трудностями, пытаются организовать само системное исследование таким образом, чтобы результаты исследования на одном уровне могли бы служить исходными данными для задач следующего уровня. При таком подходе к системным задачам влияние ошибок оптимизации на нижних уровнях очень быстро ослабевает при переходе к более высоким. Другими словами, большие системы оказываются малочувствительными к отклонениям от оптимальности на нижних уровнях своей иерархической структуры.

Эти результаты интересны тем, что в биологии мы часто встречаемся с явлением аналогичного порядка. Примером может служить деятельность мозжечка. Мозжечок играет важную роль во всех двигательных актах, где ускорения и замедления должны быть точно зарегистрированы в периоды более короткие, чем время срабатывания рефлекторных механизмов. При этом точность функционирования мозжечка в целом на два порядка превосходит точность функционирования составляющих его нейронов. Из данных патологии известно, что потеря точности в деятельности мозжечка незначительна, несмотря на гибель десятой доли всех клеток. Таким образом оказывается, что мозжечок функционирует более устойчиво, чем его компоненты. Вспомним также, что человеческий мозг может работать в условиях, близких к смертельным, например при температуре $41-42^{\circ}\text{C}$. Подобные явления послужили отправной точкой для математических исследований в области синтеза надежных автоматов из ненадежных элементов, начатые в свое время Дж. Нейманом.

В больших системах случайные фак-

торы играют существенную роль. Если допустить, что законы распределения величин, описывающих эти случайные факторы, нам известны, то мы можем воспользоваться этим, чтобы воспроизвести процессы, протекающие в большой системе, модельным способом. Например, взяв план городских улиц, мы можем воспроизвести на этом плане картину уличного движения. Задавшись числом автомобилей, их перемещением на перекрестках с учетом правил уличного движения, количеством различных типов автомобилей, мы можем рассматривать картонные модели, передвигая их вдоль улиц в некотором заданном ритме. В силу сложности моделируемой системы такая игра может сильно затянуться. Однако в таких случаях исследователи успешно заменяют электронно-вычислительные машины, если мы сумеем перевести на их язык интересующую нас ситуацию. Так возникает идея статистического моделирования с использованием электронно-вычислительных машин.

Статистическое моделирование (или метод Монте-Карло) — простое и удобное средство, позволяющее в ряде случаев оценить функционирование сложной системы в целом. Оно особенно полезно в случаях, трудных поддающихся аналитической трактовке. Действие метода основано на имитации случайных событий случайными числами, вырабатываемых каким-то источником с заданными статистическими свойствами. Обычно это некоторый алгоритм случайных чисел, который вводится в вычислительную машину вместе с основной программой. Для пояснения метода возьмем простой пример, заимствованный у Ларнера¹. Половина из размещенных в контейнере деталей имеет положительное отклонение размеров от номинала и половина — отрицательное. Каждое изделие собирается из трех деталей, причем, если все три детали имеют положительное отклонение, изделие будет считаться браком. Спрашивается, какова вероятность получения годного изделия, если мы будем брать детали из контейнера наудачу?

¹ А. Ларнер. Начало кибернетики, М., 1967, стр. 294.

В качестве источника случайных чисел возьмем три монеты, которые будем бросать одновременно. Будем считать, что выпадение трех гербов имитирует появление бракованного изделия. Все остальные сочетания имитируют появление годного изделия. Каждый исход представляет собой некоторую реализацию взятой статистической модели. По достаточно большому числу реализаций модели мы сможем оценить искомую вероятность с нужной точностью. Метод статистического моделирования может применяться при изучении различного рода общественных и экономических явлений, а также в биологии при изучении процессов в популяциях и ценозах.

Построение статистических моделей не требует использования каких-либо частных закономерностей изучаемой совокупности явлений. Задача исследователя — добросовестно описать эти явления в терминах своей модели, а затем (если модель оказывается громоздкой) обратиться к помощи электронно-вычислительной машины.

Опыт построения статистических моделей показывает: чем больше объем модели, тем меньше требуется реализаций для выявления ее основных свойств, тем более однозначным становится поведение модели. Это важное обстоятельство показывает, что большие системы обладают устойчивыми характеристиками, которые можно и должно выявить и обращаться с ними так, как физик обращается с понятиями температуры, давления, энтропии и т. д., т. е. как с некоторыми целостными характеристиками системы.

Теории больших систем предстоит открыть свои принципы, на основе которых будет создан формальный аппарат исследования. Использование такого аппарата применительно к большим системам становится все более характерным, так как протекающие в больших системах процессы связаны с неопределенностью состояния окружающей среды.

Вместе с тем большим системам присуща устойчивая целостность, обусловленная обилием разнообразных внутренних связей. Случайность и целостность, неопределенность и устойчивость — сочетание несколько не-

обычное. Однако было время, когда физики никак не могли понять, почему электрон в атоме не падает на ядро, как того требуют строгие законы классической электродинамики Максвелла? В конце концов было решено, что если атом устойчив, то это надо просто принять как должное и посмотреть, что из этого получится. Тем самым был сделан важный шаг в сторону квантово-механических представлений.

Оказалось, что устойчивость атома, не допускаемая детерминистской теорией, вполне согласуется с вероятностной природой квантовой теории. И не только согласуется, но становится своеобразным проявлением целостности атома, монолитности его структуры. Атом, неделимость которого была развенчана в свое время открытием радиоактивности, вновь обнаруживает неделимость. В силу так называемого принципа дополненности для квантовых явлений мы можем делить атом на электроны и ядро (т. е. считать, что атом состоит из электронов и ядра) лишь ценой отказа от определенных значений энергии и импульса у этих частиц.

Так же, как и атом, живой организм лишь условно можно делить на отдельные органы или части. Как остроумно заметил один философ, части могут быть только у трупа. Живой организм в целом тесно связан со средой, несущей в себе неопределенность и случайность. Таким образом, в больших системах, как в квантовой механике, требуется единство целостного и вероятностного подходов. В сущности говоря, целостность — это некоторый содержательный эквивалент понятия «атомный» (в буквальном переводе слово «атомный» означает именно «неделимый»). Целостность системы означает, что ее нельзя расчленить на элементы без потери каких-то существенных особенностей. Поэтому без ущерба для истины, можно было бы называть большие системы атомными системами или просто атомами (биологические атомы, экономические и т. д.).

На первый взгляд кажется, что целостность несовместима с понятием вероятности. Но появилась квантовая механика, где даже отдельная части-

ца предпочитает вести себя неоднозначно. Например, если электрон находится в момент t_0 в точке x_0 , то в другой момент времени t его положение может быть предсказано лишь с некоторой вероятностью. Физики под давлением неумолимых фактов связали вероятность с поведением отдельной частицы. Специфическая целостность квантовых объектов, лежащая в основе принципа дополненности Н. Бора, ведет к тому, что физики иногда называют «относительностью к средствам наблюдения». Последние образуют своего рода «среду» по отношению к микрообъекту. Оказывается, что в разных «средах» (в опытах с разными приборами) электрон проявляется то в виде частицы, то в виде волнового процесса.

Это казалось удивительным. Однако никому не кажется удивительным, когда один и тот же человек в одних условиях кажется добрым, а в других — чуть ли не злодеем. Проявление противоположных свойств в больших системах не редкость, а скорее правило.

Целостность объекта приводит к необходимости рассматривать среду. Целостное можно воспринять, лишь выйдя за его пределы, отделившись от него. Так, чтобы увидеть нашу Землю как целое, потребовалось выйти в космос.

Если утверждать, что существует некая целостность, должно существовать и нечто другое, относительно которого она есть именно целостность. Это другое и есть среда в широком смысле слова.

Применение понятия вероятности в больших системах должно соответствовать их природе. По-видимому, нельзя гарантировать успеха, если идеи квантовой механики будут использоваться слишком прямолинейно. Однако эта аналогия может быть полезна при изучении больших систем.

Первые шаги жизни на Земле

Профессор М. А. Пешков

Современные данные палеоботаники показали, что одними из древнейших обитателей Земли, опознаваемые остатки которых дошли до нас, были прокариотные — первичноядерные организмы (сине-зеленые водоросли и бактерии), населявшие Землю около 3 млрд лет назад. В настоящей статье обсуждаются вопросы, связанные с природой и происхождением прокариотных организмов.



Михаил Александрович Пешков, доктор биологических наук, заведующий лабораторией цитологии протистов и микрокинометодов Института биологии развития АН СССР. Работает над проблемами сравнительной кариологии в онтогенетическом аспекте. Автор монографий: Полиэнергидные стадии развития бактерий в связи с изменениями их ядерного аппарата (изд-во АН СССР, 1948), Цитология бактерий (изд-во АН СССР, 1955) и Сравнительная цитология сине-зеленых водорослей, бактерий и актиномицетов («Наука», 1966) и научных кинофильмов «Атлас живых простейших», «Цитология бактерий» и др.

Согласно последним выводам геологии и геофизики, со времени возникновения Земли как планеты прошло не менее 5—6 млрд лет. С другой стороны, палеонтологические данные говорят о том, что жизнь на Земле зародилась около 3 млрд лет назад, причем ее возникновению предшествовал длительный период абиогенного накопления сложных органических соединений, начиная от углеводородов и до белков включительно. Еще не так давно наши сведения о времени возникновения жизни на Земле не простирались дальше нижних слоев палеозоя (кембрий — 550 млн лет назад). Однако исследование последних десятилетий позволили охватить в шесть раз более длительный период существования некоторых достаточно сложных форм жизни еще в нижних горизонтах архейской эры (около 3 млрд лет назад).

Три первые эры (рис. 1) существования Земли отличались высоким содержанием в биосфере углекислоты, запасы которой начали иссякать лишь к концу протерозоя в результате огромного размаха жизнедеятельности придонных водорослей и фитопланктона. Одновременно создавались запасы молекулярного кислорода.

Строение протобионтов (самых ранних организмов) неизвестно, так как их видимые следы, относящиеся к катархейской эре (свыше 3 млрд лет назад), отсутствуют. Однако в отдельных случаях создавались исключительно благоприятные условия сохранения других древнейших следов первичных форм жизни.

Особую известность приобрели микроорганизмы из среднепротеро-

зойских кремнистых сланцев формации Ганфлинт (рис. 2), обнаруженные американцами Э. Баргхурном, С. Талером, П. Клаудом и др. на северном побережье озера Верхнее (Канада). Возраст этих находок — около 2 млрд лет¹.

Комплексная методика изучения микроскопических остатков из древних толщ, разработанная упомянутыми американскими учеными, дает возможность исследовать под микроскопом шлифы породы, содержащей остатки древних организмов, а также выделять их путем растворения образцов кислотами. Остатки микроорганизмов, осевшие на дно, изучают затем под световым или электронным микроскопом или подвергают химическому анализу.

Существуют данные о присутствии аминокислот в остатках микроорганизмов катархейской эры. Возраст пород был датирован стронций-рубидиевым методом. Аминокислоты идентифицировали способом газовой хроматографии. Оказалось, что структура древних аминокислот не отличается от структуры современных. Необычайная сохранность остатков первичной жизни, обнаруженной Э. Баргхурном, объясняется тем, что древнейшие микроорганизмы оказались заключенными в кварц, подобно объектам современного цитолога, погруженным в канадский бальзам.

Э. Баргхурн и др. сравнивают обнаруженные ими формы с сине-зелеными водорослями и бактериями. Са-

¹ Подробности, касающиеся первичных форм жизни, характерных для протерозоя, приведены в статье И. Н. Крылова. Древнейшие следы жизни на земле, «Природа», 1968, № 11.

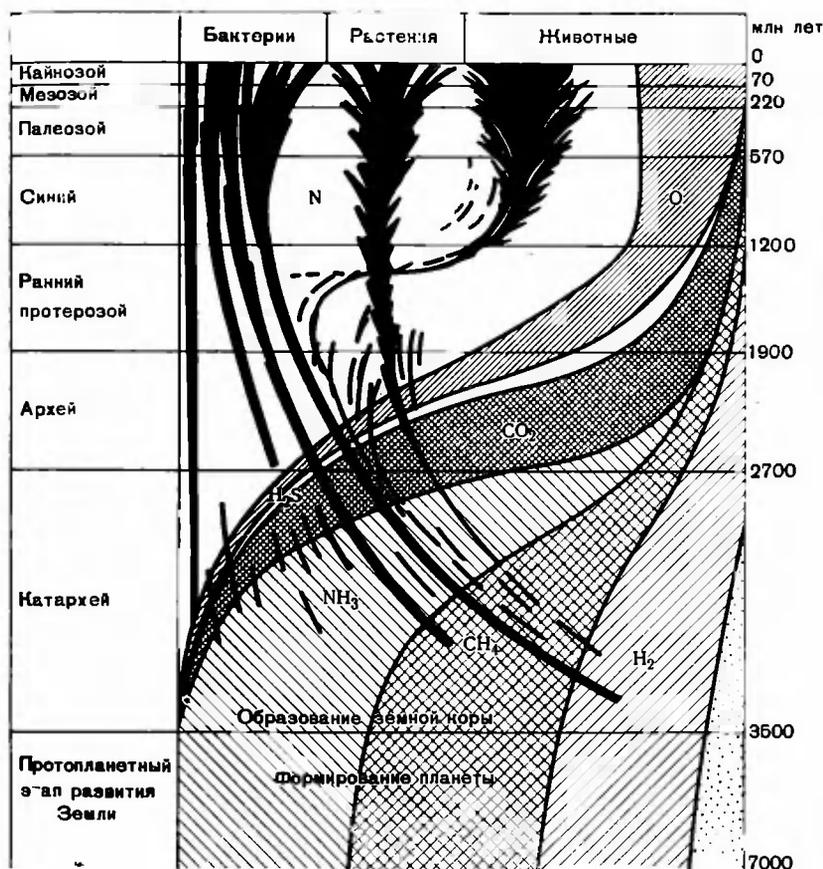


Рис. 1. Шкала возрастов геологического эока Земли.

Рис. 2. Ископаемые водоросли, заключенные в кварц: а — сине-зеленые водоросли и бактерии; б — микроорганизмы; в — вероятно нить зеленой водоросли (по Э. Бархурну).



мый древний изо всех обнаруженных до сих пор остатков жизни — это *Eubacterium isolatum*, найденная Бархурном и Шопфом в кремнистых сланцах серии Свазиленд (Трансвааль, Южная Африка), имеющих возраст около 3 млрд лет. Надо полагать, что исключительная сохранность объектов, заключенных в кварц, сделает возможным в дальнейшем исследование их субструктуры с помощью электронного микроскопа.

Важнейшими организмами синия и раннего протерозоя — так называемой эры рифея, охватывающей период между 600—1800 млн лет назад, оказались водоросли. Они создали особые образования — строматолиты (ковровые камни), широко распространенные в древнейших карбонатных породах¹.

Было доказано, что строматолиты — это продукты жизнедеятельности сине-зеленых водорослей, первичных рифостроителей нашей планеты. Самые ранние постройки цианофицей (сине-зеленых водорослей) появились более двух с половиной млрд лет назад: строматолитовые породы из булавайской серии Родезии (Южная Африка) прорываются магматическими жилами с абсолютным возрастом 2860 млн лет.

Таким образом, данные палеоальгологии¹ и палеомикробиологии убедительно показали, что самыми древними обитателями планеты Земля, видимо, являются прокариоты — первично-ядерные (в частности, бактерии и сине-зеленые водоросли). Начав свой жизненный путь около 3 млрд лет назад, они и ныне играют громадную роль в биосфере Земли

(круговорот веществ) и непосредственно в жизни человека (полезные бактерии и сине-зеленые водоросли — друзья, а опасные патогенные бактерии и вредные цианофицей — его враги).

Кроме бактерий и сине-зеленых водорослей, к простейшим растительным организмам *Protophyta* относятся также актиномицеты, спирохеты и микоплазмы. Эта группа микроорганизмов и водорослей характеризуется следующими общими чертами (рис. 3): цитопласт бактерий и сине-зеленых водорослей одет клеточной оболочкой, состоящей из липоидов и мукополимера, в состав которого входят диаминопимелиновая и мураминовая аминокислоты. Кроме того, клеточная стенка протофитовых разрушается лизоцимом, не действующим на клеточную стенку других растительных организмов. Поверхность цитопласта протофитовых ограничена цитоплазматической мембраной, око-

¹ А. Г. Вологдин. Древнейшие водоросли СССР, «Наука», 1962.

¹ Палеоальгология — наука, изучающая ископаемые водоросли.

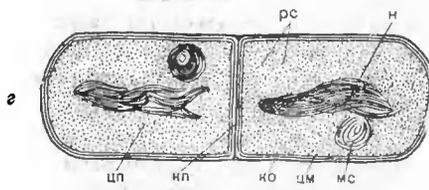
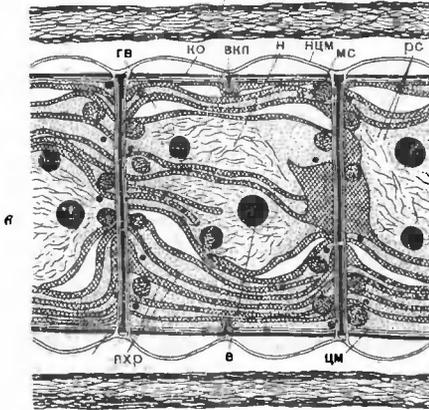
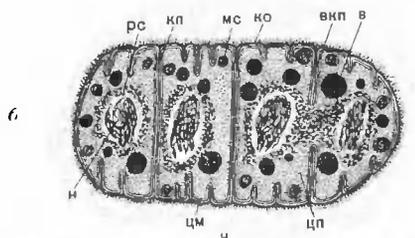
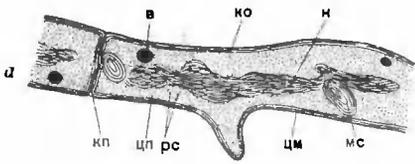


Рис. 3. Полуэвристический рисунок, представляющий строение ряда прокариотных организмов на ультратонких срезах: а — обычная бактерия, б — актиномицет, в — бактерия карриофанон, г — сине-зеленая водоросль. Условные сокращения: ч — чешо; нцм — наружная цитоплазматическая мембрана; ко — клеточная оболочка; цм — цитоплазматическая мембрана; кп — клеточная перегородка; вкп — врастающая клеточная перегородка; цп — цитоплазма; н — нуклеоид; рс — рибосомы; мс — мезосомы; в — волютин; пхр — парачроматофор; гв — газовые вакуоли.

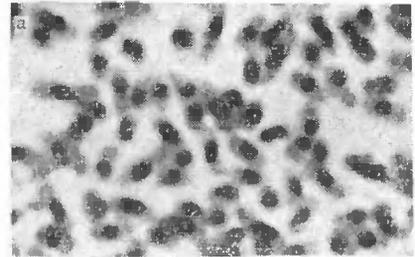


Рис. 4. Ядерный аппарат бактерии брюшного тифа: а — шаровидные нуклеоиды, б — палочковидные нуклеоиды.

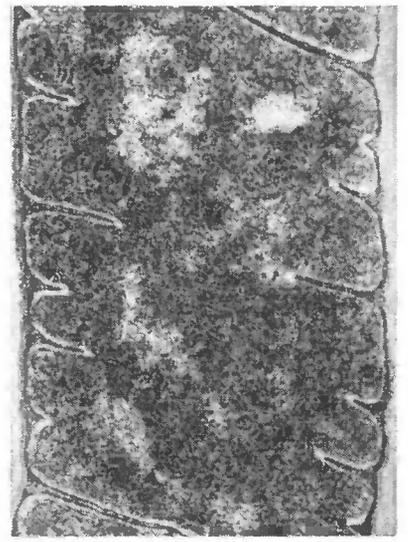


Рис. 5. Ультратонкий срез бактерии. Волокнистая структура нуклеоида.

по 100 Å толщиной и состоящей из трех слоев: наружного и внутреннего белково-углеводного осмиофильного и среднего осмиофобного — липоидного. По-видимому, у всех протофитовых цитоплазматическая мембрана дает начало разнообразным внутриплазматическим мембранным структурам (типа мезосом) и вместе с последними осуществляет функцию митохондрий. Специализированные мезосомы выполняют и другие функции. Цитоплазма протофитовых — вязкая и содержит различные включения. В ней имеются многочисленные рибосомы; однако настоящий эндоплазматический ретикулум второго порядка, представленный лакунами и цистернами, несущими рибосомы, отсутствует, хотя имеются цепочки рибосом, образующие эндоплазматическую сеть первого порядка. Есть данные, указывающие на связь рибосом с некоторыми мезосомами. У фотосинтезирующих бактерий так же, как и у сине-зеленых водорослей, присутствуют фотосинтетические мембраны, представленные тилакоидами, носящими название парахроматофоров (рис. 3, а). Они выполняют функцию хлоропластов и, подобно мезосомам, также образуются в результа-

те впячивания цитоплазматической мембраны.

Главная отличительная (и наиболее архаичная) черта всех протофитовых — это устройство их ядерного аппарата. У бактерий, актиномицетов и спирохет он представлен так называемыми нуклеоидами (рис. 3, а — г), округлой (рис. 4, а) или палочковидной формы (рис. 4, б). На ультратонких срезах видно, что строение нуклеоида волокнистое (рис. 5) и он представляет собой двутяжевую полимерную молекулу ДНК, замкнутую в кольцо (рис. 6). Длина такой молекулы у кишечной палочки достигает почти 1 мм. Величина же самой кишечной палочки не превышает 2 μ. Ядерный аппарат актиномицетов аналогичен по строению, хотя их ядерные элементы образуют более длинные тяжи, разъединяясь на отдельные нуклеоиды при образовании спор.

Ядерный аппарат сине-зеленых водорослей по строению аналогичен нуклеоиду бактерий. У мелких сине-зеленых водорослей бактериальных размеров он имеет вид нуклеоида. У более крупных форм ядерная оболочка имеет вид сети или губки, со-

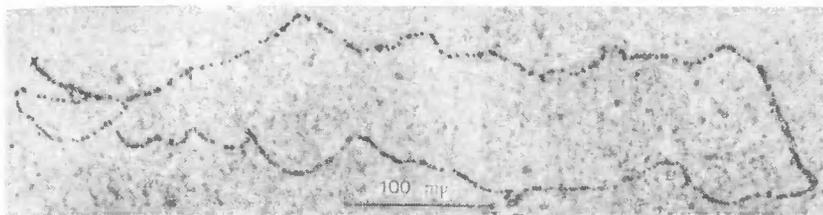


Рис. 6. Развернутая кольцевидная хромосома кишечной палочки.

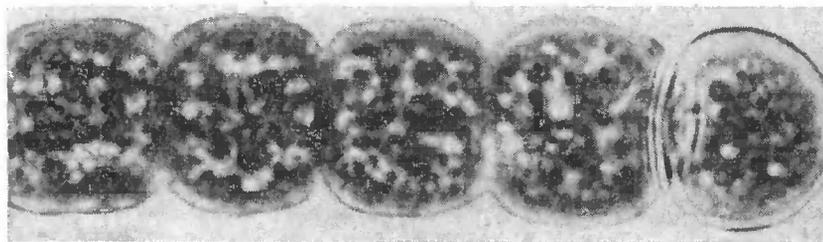


Рис. 7. Ядерный аппарат сине-зеленой водоросли анабена. Прижизненное наблюдение.

стоящих из нитей ДНК (рис. 7). У всех микроорганизмов этой группы ядерный аппарат лишен ядерной оболочки и ядрышка. В силу этих обстоятельств бактерии, спирохеты, актиномицеты, сине-зеленые водоросли и микоплазма выделены в специальную группу первичноядерных — Prokaryota.

Клетки остальных одно- и многоклеточных растительных и животных организмов обладают типичным ядром, снабженным оболочкой и ядрышком. В ходе митоза в таких ядрах видны хромосомы (рис. 8), в большинстве случаев формируется сегрегационный механизм в виде митотического аппарата — веретена. Такие организмы, возникшие позже, образуют громадную группу истинноядерных — Eukaryota, к которым принадлежим и мы, люди. Eukaryota составляют сейчас основную часть земной биосферы.

Прокариотные организмы отличаются от эукариотных более примитивным устройством своего локомоторного аппарата. Жгутики бактерий состоят из нескольких взаимно переплетившихся фибрилл, берущих начало от кинетопластов, расположенных в цитоплазме под цитоплазматической

мембраной. Выходя наружу, жгутики пронизывают клеточную стенку (рис. 9).

С другой стороны, у всех, без исключения, эукариотных их органы движения — ундулоподии (жгутики, или реснички), представлены девятью парами трубчатых опорных фибрилл, располагающихся по периферии чехла ундулоподии и двух центральных, также трубчатых моторных фибрилл. Каждая ундулоподия берет начало от сложно устроенной кинетосомы так же, как и у прокариотных, расположенной в цитоплазме под цитоплазматической мембраной.

В настоящее время можно считать доказанным, что, наряду с так называемым гомеоморфным типом развития, когда в популяции поддерживается основной морфологический тип вида (кокк, палочка, вибрион, спирилла, спирохета), некоторым бактериям свойственна генотипически закрепленная сложная история развития (миксобактерии, некоторые трихобактерии и др.), получившая название естественного полиморфизма.

Еще в 1894 г. Н. Ф. Гамалеем было обнаружено, что под влиянием солей лития (хлористый литий) бактерии разрастаются в гигантские удли-

ненные или шаровидные тела, названные им гетероморфными. Подобные формы получались также в результате воздействия различных физико-химических факторов (температура, углеводы, красители, различные соли). Одно время эти формы расценивались как нежизнеспособные, инволюционные. Однако в дальнейшем было показано, что некоторые гетероморфные литиевые формы, будучи перенесенными на среду без раздражителя (хлористого лития), дают начало исходным нормальным «бациллярным» формам, размножающимся гомеоморфно.

Таким образом, для бактерий можно признать существование двух типов размножения: 1) Гомеоморфный — в развивающейся популяции поддерживается основной морфологический тип культуры (палочка из палочки, кокк из кокка) (рис. 10); нуклеоид таких особей размножается при помощи равнополовинного деления. 2) Гетероморфный, т. е. сопровождающийся сменой клеточных форм (рис. 11). Деление особей в этом случае часто задерживается, в то время как нарастание цитоплазмы и ядерного вещества продолжается; при этом ядерный аппарат гетероморфных форм бактерий в ходе развития претерпевает весьма характерные изменения.

Бациллярные формы снабжены нуклеоидами, каждый из которых соответствует одному гаплоидному монохромосомному ядру. Как известно на примере кишечной палочки, такой монохромосомный нуклеоид представляет собой полимерную двутяжевую ДНК, замкнутую в кольцо. Увеличение объема ядерного вещества в растущих, но не делящихся или изредка делящихся особях приводит к образованию гигантских форм, содержащих полигаплогеномные¹ ядерные элементы (рис. 11).

В дальнейшем такие гетероморфные особи, как и их «сверхядра», т. е. ядра с умноженным хромосомным набором, постепенно разукрупняются, давая олигогеномное и гаплогеномное бациллярное потомство. Сле-

¹ Организм, в котором гаплоидный генотип повторен многократно.

дует подчеркнуть, что на всем протяжении подобной гетероморфной истории развития бактерий целостность клеточной оболочки нарушается, хотя она, видимо, несколько размягчается. Некоторые бактерии, например *Achromobacter epsteinii*, проделявают гетероморфный цикл развития (проявления которого усиливаются воздействием низкой $+5^{\circ}\text{C}$ температуры) на обычных лабораторных средах (мясопептонный бульон и агар). Наряду с ними существуют такие виды бактерий, как обитающий в носоглотке крыс *Streptobacillus moniliformis*, проявляющий совершенно иной тип гетероморфизма. В культурах этого микроба, растущего в виде цепочек, составленных из отдельных бактерий, всегда присутствуют форменные элементы, совершенно непохожие на бактерии и скорее напоминающие по форме возбудителя перипневмонии (повального воспаления легких) крупного рогатого скота. Э. Клинебергер-Нобель, занимавшаяся в течение ряда лет ОПП (организм перипневмонии) и сходными с ними ОТПП (организмами типа перипневмонии), назвала микроорганизмы, обнаруженные ею в культурах стрептобацилла, L-формами (в честь Листеровского института, где она работала).

В начале L-формы *Streptobacillus moniliformis* были ошибочно приняты за самостоятельные симбиотические, сожительствующие с *Streptobacillus m.*, но вскоре было установлено, что они являются своеобразным вариантом исходной культуры *Streptobacillus m.*

В 1946 г. работами Л. Динеса было показано, что выращивание широко распространенной бактерии *Proteus vulgaris* (обыкновенного протей) на средах, содержащих различные количества антибиотика пенициллина (от нескольких десятков до нескольких тысяч единиц в 1 мл) и достаточное количество натуральной лошадиной сыворотки, приводит к превращению палочек протей в культуры, неотличимые морфологически от L-форм *Streptobacillus moniliformis*. В ряде случаев образовавшиеся L-варианты (так называемые более мелкие 3А колонии) полностью утрачивали способность реверсировать к бацилляр-



Рис. 8. а — хромосомы делящегося ядра клетки эндосперма лилейного растения *Haemanthus katherina*. Прижизненное наблюдение. б — митотический аппарат (веретено) того же объекта, наблюдаемого при жизни.

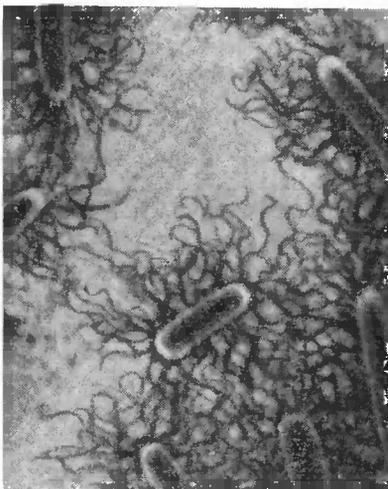


Рис. 9. Жгутиковый аппарат бактерий.

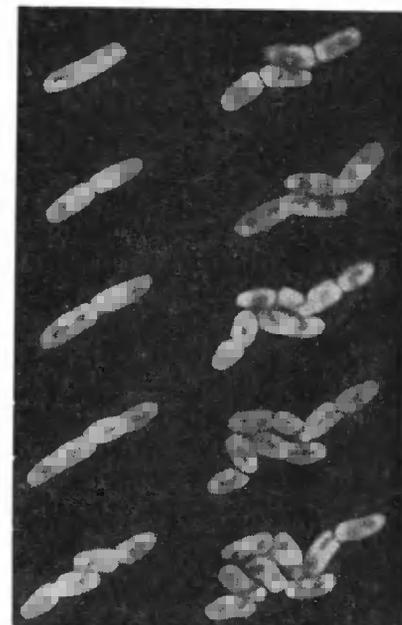


Рис. 10. Деление бациллярных форм бактерии протей.

ным формам. Другой L-вариант *Proteus*, дающий несколько более крупные колонии (3В), легко возвращается в бациллярное состояние. Легкость перехода бактерии *Proteus vulgaris* в L-форму при соблюдении стандартной методики Динеса обусловила возможность получения в Советском Союзе L-формы автором

настоящей статьи еще в 1952 г. Для исследователя, никогда до тех пор не видевшего L-культур и лишь следовавшего методике, приведенной в литературе, превращение обычной бациллярной культуры в L-форму, даже отдаленно не напоминающую по внешнему виду не только бактерий, но и уже известные ему из собствен-

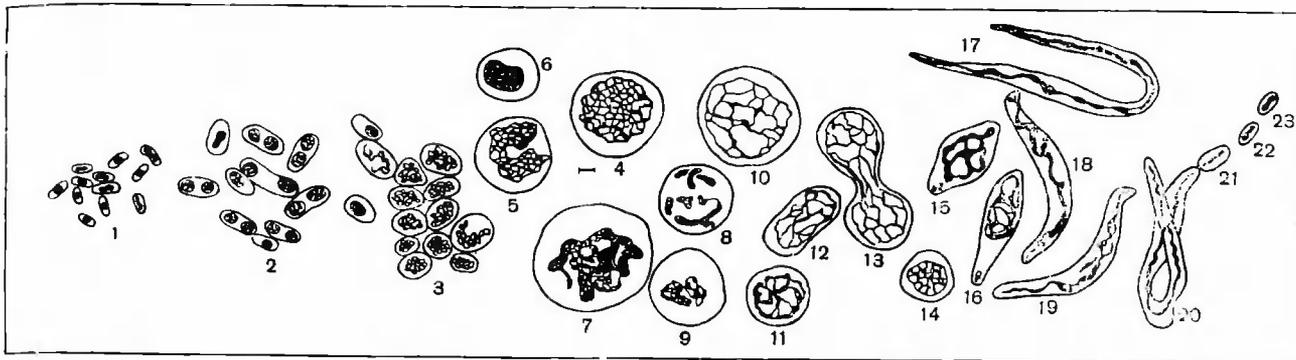


Рис. 11. Цитология отдельных стадий гетероморфного роста: разрастание палочек (1—3) в крупные шары (4—11) и разукрупнение шаров в палочки (12—23).

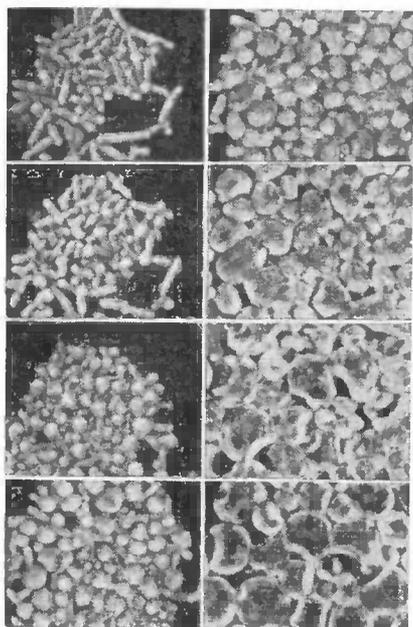


Рис. 12. Образование L-форм бактерии протей под влиянием пенициллина.

ного опыта сверхгетероморфные формы *Achromobacter epsteinii*, было громадным событием.

Вместо обычной культуры протей на плотной питательной среде (рис. 11), состоявшей из коротких бациллярных форм, на агаре с пенициллином и сывороткой возникали гигантские особи (рис. 12). Они образовали мелкие колонии с пупочком, вставшим в среду (рис. 13), колонии —

из сферических, почкующихся тел различной величины. Подчас в L-культурах, наряду со сферическими, наблюдались и короткие мицелиальные формы (рис. 14). В противоположность гетероморфным особям бактерии *Achromobacter epsteinii*, всегда сохраняющим клеточную оболочку, L-формы *Proteus* ее полностью утрачивали. В отличие от так называемых протопластов бактерий, получаемых под влиянием лизоцима в среде достаточно высокого осмотического давления и неспособных к размножению и дальнейшему развитию, образовавшиеся L-формы, подобно протопластам, также лишены клеточной оболочки, в силу еще непонятных причин растут и размножаются путем деления и почкования.

Ко времени открытия L-форм бактерий было уже известно, что антибиотическое действие пенициллина связано с его способностью разрушать клеточную оболочку молодых растущих бактерий.

Казалось, однако, невероятным, что данная культура бактерий, весьма чувствительная даже к малым дозам пенициллина, при утрате клеточной оболочки и переходе в L-состояние, приобретает полную или почти полную нечувствительность к этому антибиотику.

Далее оказалось, что возврат такой культуры к бациллярному состоянию (рис. 15) сопровождается полным восстановлением клеточной оболочки, влекущим за собой восстановление прежней чувствительности к пе-

нициллину. Так возникло парадоксальное представление о том, что в «одежном» и, казалось бы, более защищенном состоянии, бактерия уязвима к действию пенициллина. Стоит «раздеть» бактерию, разрушив ее оболочку специфическим вмешательством того же пенициллина (но не лизоцима), как образуются «голые» L-формы, вдруг сделавшиеся неуязвимыми к веществу, обычно убивавшему их бациллярных родоначальников.

Вначале полагали, что пенициллин действует как специфический мутаген, изменяющий геном бактериальной клетки. Однако массовость одновременного перехода особой популяции в L-состояние (около 50%) и множественность реверсирующих к бациллярному состоянию L-форм показали, что L-переход и L-состояние не затрагивают генома клетки и не могут расцениваться как мутация. Далее было выяснено, что самая характерная черта L-форм, а именно полное отсутствие клеточной оболочки, объясняется нарушением механизма обратной связи — неспособностью «раздетых» бактерий синтезировать новую клеточную оболочку, когда нет старой, хотя генотипически способность ее образовать, проявляющаяся при реверсии, сохранена.

По мере накопления материалов по образованию L-форм в результате действия пенициллина из различных бактерий (кокки, стрептококки, тифозная и кишечная палочки, дифтерийная палочка и другие бактерии),

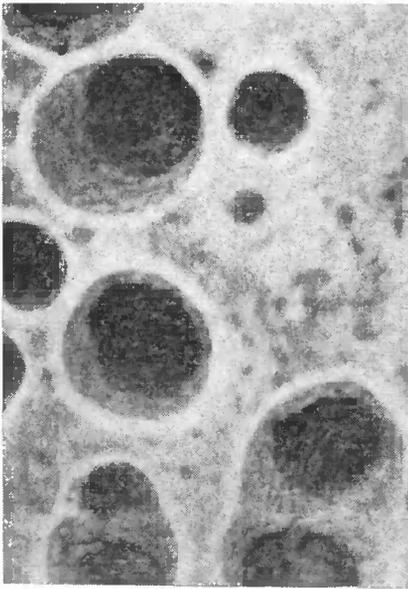


Рис. 13. L-колонии бактерии протей.

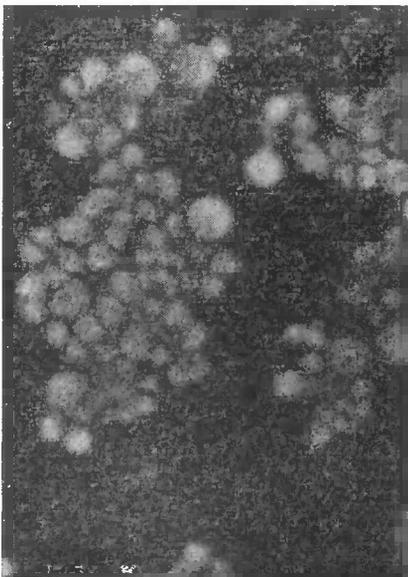


Рис. 14. L-формы протей. Наряду со сферическими видны короткие мицелиальные формы.

а также по выделению ОТПП (организмов типа перипневмонии) от здоровых и больных людей и животных как бы стиралась грань морфологического различия между обеими группами микроорганизмов. Тождество тех и других (L-форм и ОТПП) еще больше подтверждалось фактами выделения у больных животных типичных ОТПП, или, как их сейчас называют, микоплазм, которые в лабораторных условиях реверсировали к бациллярным культурам.

Практически, стабильную L-форму какой-либо бактерии нельзя морфологически отличить от микоплазм, так же как бациллярного ревертанта микоплазмы нельзя отличить от бактерии. Точка зрения об идентичности микоплазм и L-форм бактерий у нас была высказана еще в 1954 г. Она, по-видимому, полностью подтверждается материалами, собранными в монографии В. Д. Тимакова и Г. Я. Каган «Семейство *Mycoplasmataceae* и L-формы бактерий» (1967).

Что же представляют собой пресловутые микоплазмы? Их изучение началось с поисков возбудителя плевального воспаления легких у крупного рогатого скота, начатых в 1882 г. Л. Пастером. Эти поиски увенчались частичным успехом 16 лет спустя, когда сотрудники Пастеровского института Е. Нокар, Э. Ру, А. Боррель, Т. Салимбиени и Дюжарден-Бомец применили новый метод, предложенный И. И. Мечниковым, — культивирование микробов в бульоне, заключенном в герметически закрытых коллоидионных мешочках, введенных в брюшную полость кролика. Лишь в указанных условиях такой бульон, зараженный экссудатом больных животных, спустя 3—4 недели превращался в опалесцирующую жидкость. Несколько капель ее, введенные быку, вызывали специфическое заболевание и гибель животного. Неинфицированный бульон или бульон, зараженный прогретым экссудатом, налитый в контрольные мешочки, оставался прозрачным и безвредным.

Однако вскоре этими же исследованиями была доказана возможность культивирования возбудителя, до тех пор невидимого в микроскоп, вне организма, на бульоне с добавле-

нием бычьей сыворотки. Затем ими же впервые была получена культура возбудителя на плотной питательной среде.

На сыровоточном агаре загадочный микроорганизм рос в виде мельчайших колоний, едва достигавших 0,5—1 мм. Весьма характерной их чертой было присутствие в каждой колонии пупочка, который, как показали поперечные срезы среды, не выступал над поверхностью колонии, а, наоборот, врастал в питательную среду.

И лишь в 1910 г. М. Борде и А. Боррель, применив окраску по Гимза, а также лёффлеровскую методику для окраски жгутиков бактерий, смогли впервые увидеть возбудителя под микроскопом и дать его описание. Микроорганизм возбудителя перипневмонии оказался крайне полиморфным: наряду со сферическими встречались нитевидные, ветвящиеся элементы с крошечными гранулами; наблюдались также звездчатые формы, что дало основание авторам назвать его *Asterococcus mycoides*.

Вскоре были описаны другие представители той же группы (рис. 16), как паразитические (возбудитель агалаксии овец и др.), так и сапрофитные.

В силу того, что в истории развития этих микроорганизмов подчас встречаются нитевидные формы, Новак предложил для них название *Mycoplasma* (1929). В настоящее время образовано объединяющее их семейство *Mycoplasmataceae* (Freundt, 1955).

Опираясь на монографию В. Д. Тимакова и Г. А. Каган «Семейство *Mycoplasmataceae* и L-формы бактерий», можно подвести следующий итог: микоплазмы растут в виде растущих в среду колоний, весьма сходных с L-колониями типа 3А, отличаясь от последних несколько меньшими размерами.

Микроструктуры, формирующие колонии микоплазм, характеризуются значительным полиморфизмом; они состоят из разнообразных по форме и размерам элементов неопределенной конфигурации, нитевидных структур и фильтрующихся форм с размерами от 100 до 250 мк. Особенности строения отдельных структурных элементов — это отсутствие кле-

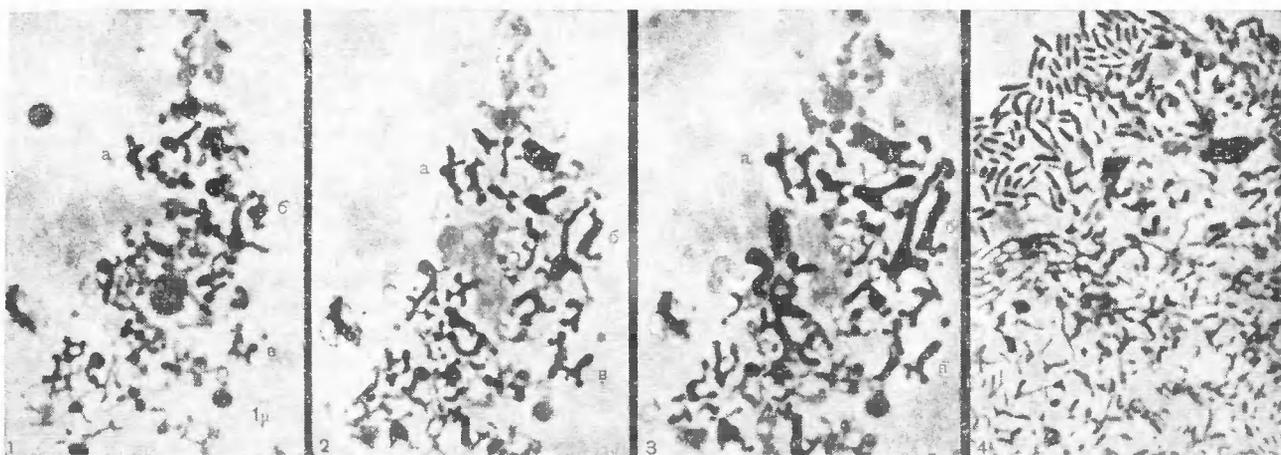


Рис. 15. Реверсия L-форм протей к бацилярному состоянию: буквами (а, б, в) выборочно обозначены несколько особей.

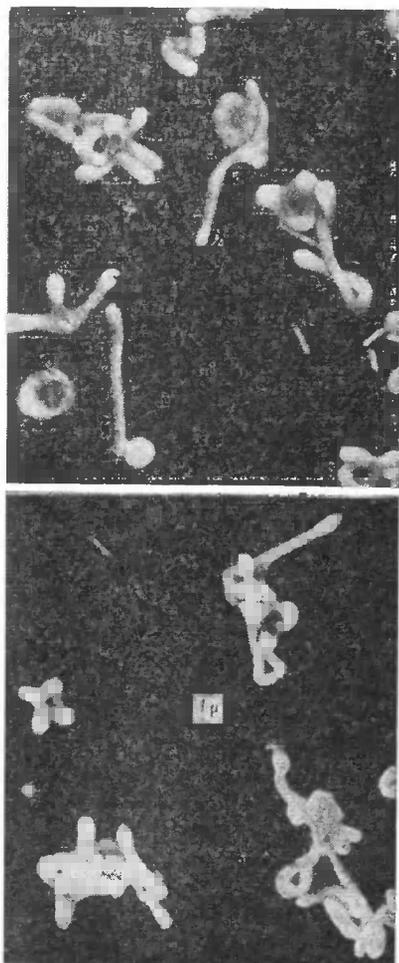


Рис. 16. Микоплазма — возбудитель агаляксии овец (по Э. Клинебергер-Нобель)

точной стенки, связанное с утратой диаминопимелиновой кислоты (ДАП) и мукопептидного комплекса. Форменные элементы микоплазм одеты цитоплазматической мембраной, такой же, какая свойственна интактным бактериальным клеткам, обладающим клеточной стенкой, и L-формам бактерий, лишенным целиком клеточной оболочки. Эта цитоплазматическая мембрана имеет толщину около 75 Å, состоит из двух осмиофильных (наружный и внутренний) и одного осмиофобного (среднего) слоя; она соответствует элементарной мембране Робертсона. Цитопласт L-форм бактерий и микоплазм устроен одинаково. И здесь и там имеется гиалоплазма (протоплазма), несущая многочисленные рибосомы. Ядерное вещество представлено сетью и клубками ДНК.

Ранее (1955) автор этой статьи полагал, что L-формы бактерий и микоплазмы представляли собой явление одного порядка. Той же точки зрения придерживаются теперь В. Д. Тимаков и Г. Я. Каган (1967), которые рассматривают L-формы бактерий как этап филогенеза микоплазм. Однако вопрос взаимоотношения L-форм бактерий и микоплазм может быть рассмотрен эволюционно и в совершенно ином аспекте.

Согласно положениям, изложенным в начале статьи, где была показана необычайная древность (около 3 млрд лет) прокариотных организмов, нет оснований считать, что уже достаточно сложно устроенная бактерия, обладающая клеточной стен-

кой и жгутиками и способная к спорообразованию, филогенетически старше сапрофитических микоплазм.

Гораздо естественнее допустить, что на известных этапах развития жизни, когда уже возникли РНК-овые или ДНК-овые протоорганизмы, строение которых нам пока неизвестно, но без сомнения будет расшифровано после их синтеза в лаборатории, одним из первичных организмов были микоплазмы, а не бактерии.

Помимо заведомо патогенных микоплазм, большое их число выделяется со слизистых оболочек различных животных, включая и человека. Все они для своего развития требуют добавления в среду нативного сывороточного белка. Но такие сапрофитные штаммы, как *Mycoplasma laidlawi*, выделенный из сточных вод, растут без добавления в среду белка. За последнее время появились данные, правда еще далеко не полные, говорящие в пользу того, что железобактерии типа *Gallionella* могут, в действительности, оказаться сродни не бактериям, а микоплазмам. Не исключено, что накопитель марганца — *Metallogenium* также является микоплазмой.

Крайне интересны случаи реверсии заведомых микоплазм, возбудителей респираторных инфекций кур, в типичные бактериальные формы — кокки и стрептококки. Факты выделения из крови больных, пораженных септическим эндокардитом, L-форм (В. Д. Тимаков и Г. Я. Каган), затем реверсировавших в стрептококки, еще раз подчеркивают неразрывную ге-

нетическую связь между L-формами бактерий и ОТПП, или микоплазмами.

Как видно из изложенного, не остается больше сомнений в том, что L-формы бактерий и ОТПП, или микоплазмы, составляют единую группу. Причем можно расценивать микоплазмы как стабильную L-форму, утратившую своего бактериального предка. Существует также мнение о возможности искусственной реверсии каждой микоплазмы в бактериальную форму, если будут найдены подходящие условия.

Убедившись в чрезвычайной древности происхождения и длительности существования бактерий (в течение более чем 2 млрд лет), следует ответить на вопрос — какую же ступень эволюционной лестницы занимают микоплазмы, генетически связанные через L-формы с бактериями.

Во-первых, все микоплазмы на любых стадиях развития представляют собой «голые» организмы, покрытые только цитоплазматической липопротеиновой мембраной (рис. 17). Химический анализ микоплазмы, произведенный Морвинцем и Туртелот (1964), показал, что особи *Mycoplasma gallisepticum* содержат полный набор макромолекул, характерных для любых клеток. В сухом веществе микоплазмы содержалось 4% ДНК и 8% РНК, причем двукратная ДНК представляет нуклеоид особи. РНК присутствует в виде типичных рибосом или полирибосом. Имеется также транспортная, растворимая РНК. Цитоплазма содержит ряд обычных для клеток растворимых белков. Теоретически можно рассчитать пределы размеров живой клетки, учитывая толщину цитоплазматической мембраны, которая должна равняться 100 Å, объем укладки макромолекул и то, что для нормального функционирования такая клетка должна обладать не менее 100 различными ферментами. Минимальный диаметр модели живой клетки следует принять равным 500 Å.

Самой маленькой клеткой, найденной в природе, является так называемое элементарное тело сапрофитной *Mycoplasma laidlawi*, диаметр которой равен 0,1 м, или 1000 Å.

С другой стороны, последние успехи, связанные с синтезом в про-

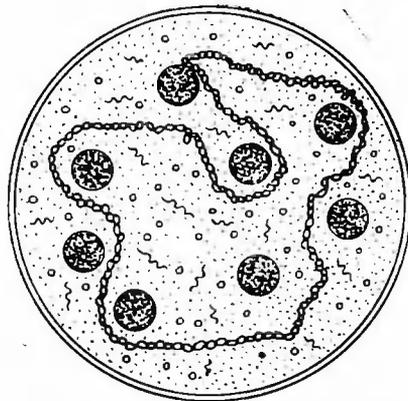


Рис. 17. Полустигматический рисунок ультратонкого среза микоплазмы.

бирке вирулентных хромосом фага T₂, осуществленного Корнбергом в 1967 г., и известные опыты по биологическому синтезу компонентов нуклеиновых кислот и ряда других сложных органических соединений позволяют судить о возможных путях возникновения жизни на Земле. Важно отметить, что современной науке не известно ни одного примера существования живого, будь то условно живой вирион¹ вируса или мельчайшее элементарное тело микоплазмы, не содержащих РНК или ДНК.

Поскольку в задачу настоящей статьи не входит анализ допрокариотной жизни, при обсуждении филогении первичных форм следует ограничиться лишь теми прокариотными, которые либо существуют ныне, либо оставили свои бесспорные следы в глубочайшем прошлом Земли.

Если расположить прокариотные организмы по степени усложнения их цитопласта, то, бесспорно, самыми простоустроенными из всех существующих форм прокариотных окажутся микоплазмы и L-формы бактерий,

¹ Вирион — инертное состояние вируса вне клетки хозяина, — форма его распространения. Морфологически — это небольшое количество генетического материала (ДНК или РНК), заключенного в защитную белковую оболочку, при попадании в организм последняя растворяется (Прим. ред.)

затем сами бактерии во всех своих разновидностях (актиномицеты и спирохеты) и сине-зеленые водоросли, клетки которых обладают всеми чертами строения бактерий, за исключением фотосинтезирующего паракриптофора. Последний, видимо, произошел от аналогичных органелл фотосинтезирующих бактерий (таких, например, как *Rhodospirillum*). Надо отметить, что сине-зеленые нацело утратили такие органеллы движения, как жгутики, сохранив другие локомоторные аппараты (скользящее движение), свойственное ряду разнообразных бактерий (*Mycobacteriales*, *Vitreoscilla*, *Beggiatoa* и др.).

Учитывая способность всех, по-видимому, бактерий переходить в упрощенное цитологически и неотличимое от микоплазм L-состояние, в приобретении способности образовывать микроклетки порядка 100—200 мд, следует допустить, что этот процесс носит скорее атавистический характер, а не является регрессивным упрощением.

Таким образом, не микоплазмы являются конечным вариантом гетероморфизма бактерий, как думает большинство специалистов, а наоборот, эволюционно микоплазмы представляются первенцами прокариотных организмов.

Полагая, что прокариотные дали начало эукариотным растениям и животным (М. А. Пешков, 1966), следовало бы предпринять поиски прокариотных животных организмов. Одна из таких своеобразных возможностей могла бы быть представлена спирохетами, долгое время рассматривавшимися среди Protozoa. Однако данные электронной микроскопии показали, что спирохеты — это типичные прокариотные, хотя их орган движения представляет собой как бы внутриклеточный мышечный пучок сократимых фибрилл, располагающихся в пространстве между цитоплазматической мембраной и весьма эластичной клеточной стенкой.

Вышеизложенная гипотеза подсказывает необходимость углубленного изучения филогении прокариотных, породивших, видимо, все остальные формы жизни на Земле.

Стероиды и микроорганизмы

Академик АН БССР А. А. Ахрем

Ю. А. Титов

Кандидат химических наук

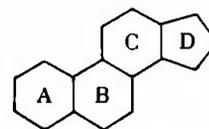


Афанасий Андреевич Азрем заведует лабораторией химии кортикостероидных соединений Института органической химии им. Н. Д. Зелинского АН СССР. Автор серии научных статей и монографий, освещающих стереохимию циклических соединений и химию стероидов.



Юрий Андреевич Титов, старший научный сотрудник той же лаборатории. Автор большого числа научных работ в области химии стероидов и диенового синтеза. А. А. Азрем и Ю. А. Титов — авторы статей «Кортикостероиды» и «Контрацептивные стероиды», опубликованных в «Природе» № 10 за 1966 г. и № 1 за 1968 г.

Стероидами называют большую группу сложных по строению природных соединений, содержащихся во всех живых организмах. У растений— это многочисленные стерины и стероидные алкалоиды, у членистоногих — гормоны метаморфоза, у высших животных и человека — холестерин, желчные кислоты, гормоны коры надпочечников и половых желез. К стероидам относят также многие широко известные лекарства — преднизолон, синалар, дианабол, дексаметазон и др. При всем разнообразии химического строения стероидов их объединяет в одну группу общий «стероидный скелет» — конденсированная тетрациклическая система, содержащая три шестичленных и одно пятичленное кольцо.



стероидный скелет

Обычно с понятием «стероиды» связывают именно эти хорошо известные метаболиты высших организмов. Но оказалось, что стероиды как составная часть живых клеток появились на самых ранних этапах развития жизни на Земле: с помощью масс-спектрометрии их удалось обнаружить уже в докембрийских отложениях, возраст которых достигает полутора миллиардов лет. Столь древние отложения могут быть связаны только с начальными формами жизни — одноклеточными организмами. Современные микроорганизмы также содержат

стероидные соединения, и биосинтез стероидов теперь уже нельзя считать «монополией» высших животных и растений. Природа использует одну и ту же основную структуру — стероидный скелет — во всех живых существах. За счет сравнительно небольших модификаций этой структуры получают вещества с исключительно разнообразным физиологическим действием.

Обнаружение стероидных соединений и даже выяснение их функций в микробной клетке не исчерпывают научного значения рассматриваемой темы. За последние 20 лет установлено, что при добавлении стероидов в культуральную среду микроорганизмов их структура изменяется под действием ферментных систем, причем образуются окисленные или восстановленные аналоги исходных соединений. Это явление — микробиологическая трансформация стероидов — нашло широкое применение в фармацевтической промышленности для синтеза стероидных лекарств. Исследование трансформирующих стероиды ферментных систем позволило выяснить многие закономерности образования и действия ферментов, а также моделировать механизм действия некоторых гормонов млекопитающих. Поэтому проблема взаимосвязи стероид—микроорганизм интересует химиков и микробиологов, биохимиков и физиологов. Судя по числу публикаций (около 400 журнальных статей и патентов в год), интенсивность исследовательской работы в этой области не ослабевает. В ближайшие годы можно ожидать получения принципиально новых результатов, значительно расширяющих и углубляющих наши нынешние знания.

Распространенность стероидов в микроорганизмах

Стероидные соединения распространены практически повсеместно, они устойчивы к действию тепла и света, их легко обнаружить и выделить. Поэтому лишь немногие типы природных соединений так хорошо подходят для изучения сравнительной

биохимии микроорганизмов, как стероиды. В мире микроорганизмов стероиды синтезируют главным образом грибы как низшие, так и высшие; присутствие стероидов установлено теперь уже более чем у 500 их видов. Количество образуемых стероидных соединений колеблется от тысячных долей процента у грибов, вызывающих болезни растений, до 7—10% от сухого веса клеток у некоторых видов дрожжей; в большинстве же случаев грибы содержат 0,1—2% стероидов. Одноклеточные водоросли и простейшие также синтезируют стероиды, причем количество их меньше, чем у грибов, и составляет обычно около 0,1% веса клеток.

Отсутствие стероидов у того или иного вида микроорганизмов всегда объясняется существенными причинами. Например, некоторые грибы и простейшие в ходе эволюции утратили способность к биосинтезу стероидов, что связано, как правило, с паразитическим характером питания таких микроорганизмов. Тесная биологическая связь паразита и хозяина позволила первому удовлетворять свою потребность в стероидах за счет растения или животного, на котором он паразитирует; собственный синтез стероидов стал в этом случае излишним.

Особо интересен вопрос: имеются ли стероиды в бактериях и синезеленых водорослях — вопрос, крайне важный для сравнительной биохимии. До недавнего времени считалось, что у этих групп организмов нет стероидов вследствие примитивной организации их клеток, не содержащих субклеточных органелл. Полагали, что стероиды возникают в клетках лишь на ступенях развития, связанных с появлением четко отграниченного мембранами клеточного ядра. При этом способность к биосинтезу стероидов рассматривалась как биохимическое выражение морфологических изменений. Вопреки этому недавно у некоторой части изученных бактерий (6 видов) и синезеленых водорослей (3 вида) современными методами исследования удалось обнаружить стероиды, правда, в небольшом количестве (0,001—0,1%). Остается невыясненным, представляют ли бактерии низшую форму жизни или же

они — результат деградации каких-либо высших форм. Возможно, что для одних видов бактерий справедливо первое, а для других — второе предположение. Если удастся подтвердить способность одних видов бактерий к ограниченному биосинтезу стероидов и полную неспособность к такому биосинтезу других видов, — это поможет выяснить эволюционные соотношения между микроорганизмами. При этом наличие «рудиментарных» биосинтетических механизмов могло бы сыграть ту же роль в изучении эволюции одноклеточных организмов, какую рудиментарные органы некогда сыграли в изучении эволюции позвоночных.

Строение стероидов микробиологического происхождения

Изучение химического состава стероидных компонентов микроорганизмов началось еще в прошлом столетии. Эргостерин был выделен из высших грибов уже в 1811 г. (тогда он получил название «адипоцир»). Современное его название происходит от латинского *ergot* — спорынья, из которой эргостерин был получен в чистом виде в 1889 г. Однако структурная формула эргостерина (схема 1) была установлена только в 1933 г., а его химический синтез осуществлен лишь в 50-е годы.

Известные в настоящее время стероидные компоненты микроорганизмов, число которых приближается к 100, можно по химическому строению разделить на две большие группы. Первую из них составляют мало окисленные стерины (например, эргостерин), которые встречаются повсюду в бактериях, грибах, простейших и одноклеточных водорослях. Во вторую группу входят более окисленные стероидные антибиотики, продуцируемые только грибами. Как правило, микроорганизмы содержат не один, а несколько стероидных компонентов; в дрожжах *Saccharomyces cerevisiae* их, например, обнаружено уже свыше полтора десятков.

Кроме эргостерина и его гидрированных и дегидрированных аналогов

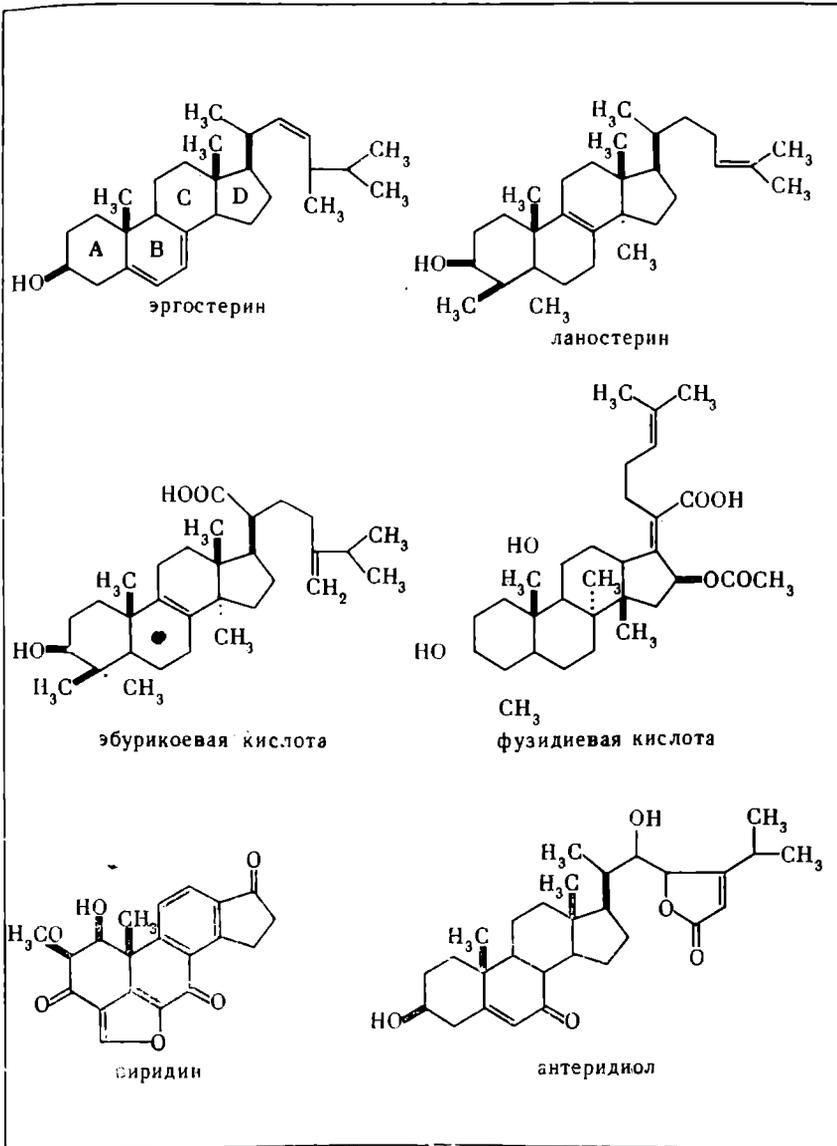


Схема 1.
Стероиды микробиологического происхождения.

в микроорганизмах встречаются представители и других групп стеридов, имеющих алкильные заместители в различных положениях стероидного скелета и боковой цепи. Типичный их представитель — ланостерин. Практическое значение стеридов микробиологического происхождения определяется тем, что, например, эргостерин (его содержание в дрожжах иногда достигает 10% от сухого веса клеток) при облучении превращается в витамин D₂, а также может служить сырьем для синтеза используемых в

медицине стероидных гормонов прогестерона и кортизона.

Стероидные антибиотики разнообразны по химическому строению и связанной с ним физиологической активности. Некоторые из них — эбуриковая кислота и ее производные — имеют сравнительно слабую антибиотическую активность. У других — производных фузидиевой кислоты, — напротив, антибактериальная активность выражена очень сильно, и они нашли применение при лечении стафилококковых инфекций. Фузидиевая кислота,

как оказалось, ингибирует одну из последних стадий синтеза белков в микробной клетке — перенос аминокислот от транспортных РНК к полипептидам. Характерно, что у фузидиевой кислоты конфигурация углеродного скелета совершенно отлична от всех других стероидов микробиологического происхождения.

К недавно открытой третьей группе стероидных антибиотиков относятся виридин и его производные, которые лишены боковой цепи у кольца D и имеют между кольцами A и B добавочный фурановый цикл. Эти антибиотики активны только против грибов. Особое положение среди метаболитов микроорганизмов занимает стероидный гормон грибов антеридиол, в строении которого есть черты сходства как со стеринами, так и со стероидными антибиотиками.

Биосинтез и функции стероидов в микробной клетке

Все описанные выше стероиды — единого биосинтетического происхож-

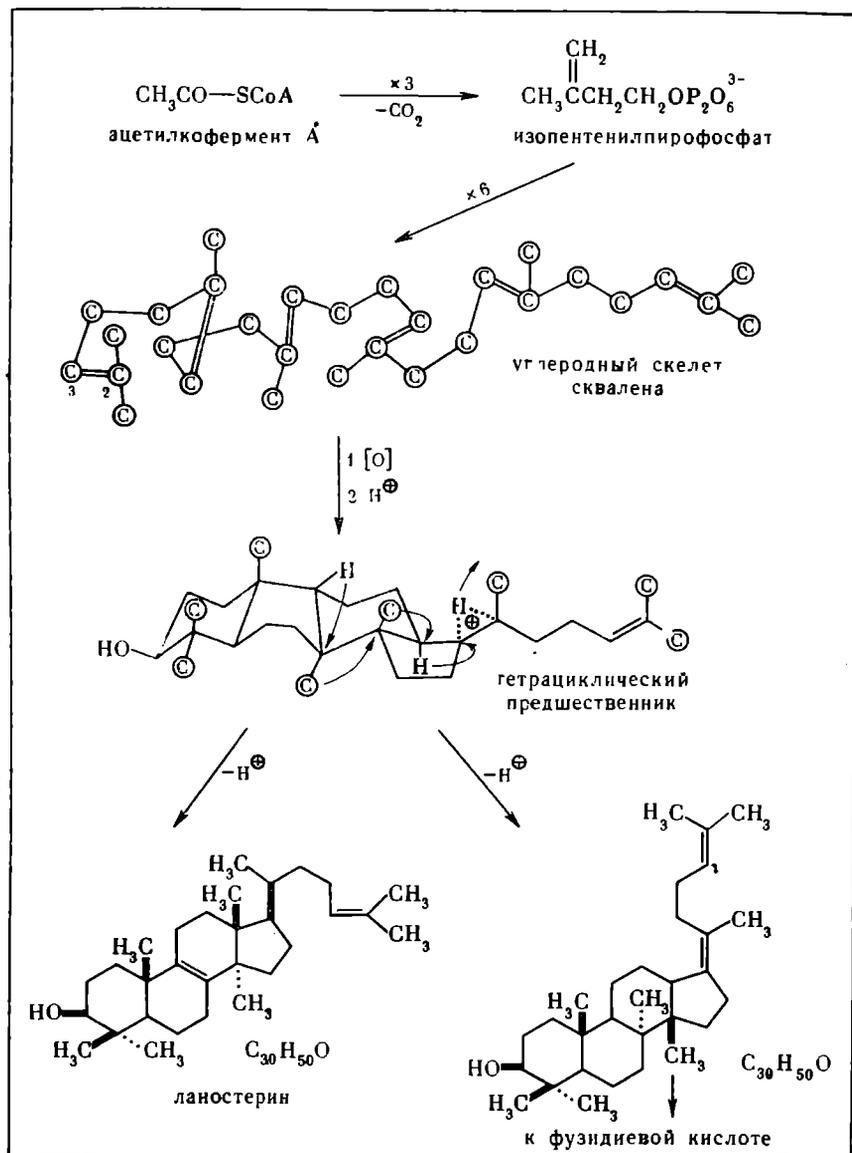


Схема II.

Биосинтез стероидов. Исходным соединением служит двууглеродная ацетатная единица, так называемый ацетилкофермент А. Ферментативная конденсация трех таких единиц и последующее декарбоксилирование приводят к содержащему 5 атомов углерода изопентенилпирофосфату — основной «изопреновой единице», участвующей в биосинтезе не только стероидов, но также и терпенов и некоторых алкалоидов. Конденсация шести молекул этого соединения образует углеводород сквалена — последний ациклический предшественник при биосинтезе стероидов микроорганизмами.

Переход от сквалена к стероидным соединениям протекает в несколько ферментативных стадий. Они включают окисление сквалена в 2,3-окись с участием кислорода воздуха и соответствующее «свертывание» окиси на поверхности фермента оксидоскваленициклазы, которое обеспечивает надлежащее стереохимическое протекание реакции (на схеме углеродный скелет сквалена изображен уже в «свернутом» состоянии).

Далее происходит атака протона на окисное кольцо и переход электронов между двойными связями с образованием тетрациклического предшественника. Отщепление протона от этого соединения с образованием различных спиртов состава $\text{C}_{30}\text{H}_{50}\text{O}$ может быть двояким. Непосредственный отрыв протона от тетрациклического предшественника приводит к соединениям со стереохимией фузидиевой кислоты, а серия катионидных перегруппировок — к ланостерину, из которого образуются все остальные стероиды с «нормальной» стереохимией скелета, изображенные на схеме I.

дения. Чрезвычайно сложный механизм их биосинтеза в микроорганизмах был выяснен лишь недавно. Для этого прибегли к простым молекулам — «предшественникам» биосинтеза, меченым радиоактивными изотопами углерода и водорода. Распределение метки в конечных продуктах изучалось путем их постадийного расщепления. Принципиальная схема биосинтеза стероидов (схема II) является общей для всех живых существ — микроорганизмов, растений и животных. В то же время детали

биосинтеза во многом различаются, поскольку набор стероидных метаболитов у этих организмов различен.

Синтезируемые микроорганизмами стероиды действуют как структурные элементы клеток и как гормонально активные вещества. Естественно предположить, что широко распространенные стерины осуществляют какие-то общие функции, характерные для всех микроорганизмов, тогда как редкие встречающиеся окисленные стероиды предназначены для выполнения узкоспецифичных функций.

На структурную роль стерина указывают прежде всего тот факт, что они распределены в клетках не равномерно, а сосредоточены преимущественно в цитоплазматических мембранах. При поглощении микроорганизмами добавленных извне стерина основное количество их также включается в мембранную фракцию клеток. Поэтому можно предположить, что стерины участвуют в образовании или функционировании клеточных мембран. В клетках дрожжей, если в них мало или вовсе нет эрго-

стерина, отсутствуют некоторые элементы внутренней структуры — внутрилочные мембраны и митохондрии. Возможно, что устойчивость, плоскостность и гидрофобный характер молекул стерина представляют собой такую комбинацию свойств, которая особенно пригодна для стабилизации мембран высокоорганизованных клеток. Стабилизирующая способность стерина при этом может быть объяснена образованием водородных связей, ван-дер-ваальсовыми силами или диполь-дипольным взаимодействием оксигрупп стерина с фосфолипидами клеточных мембран. На экспериментальных моделях биологических мембран, состоящих из стерина и фосфолипидов, было показано, что стерин изменяет конфигурацию углеводородных цепей жирных кислот, входящих в состав фосфолипидов; по-видимому, благодаря этому и стабилизируется искусственная мембрана.

На тех же моделях продемонстрировано возможное участие стерина в функционировании клеточных мембран. Стерин, как оказалось, влияет на проницаемость мембран по отношению к глюкозе и многоатомным спиртам. В природных условиях эта функция стерина обнаружена у примитивных бактерий, подобных возбудителю плевропневмонии: у этих бактерий стерин участвует в переносе жирных кислот и глюкозы через клеточные мембраны.

В некоторых случаях стероидные соединения играют роль своеобразных гормонов — регуляторов жизненных процессов микроорганизмов. Например, эргостерин дрожжей принимает участие в организации их дыхательного процесса. При этом в зависимости от содержания эргостерина изменяются энергетический метаболизм дрожжевой клетки и синтез ферментов, участвующих в дыхании. Известно также влияние стероидов на размножение микроорганизмов. Паразитирующие на растениях грибы, неспособные к синтезу стероидов, образуют споры только при добавлении в культуральную среду стерина. Половое размножение живущих в воде грибов рода *Achlya* стимулируется антеридиолом, который выделяется в окружающую водную среду женским

мицелием этих грибов. Интересно, что антеридиол активен при исключительно низких концентрациях — до 10^{-11} мг/мл. В этих случаях стероиды регулируют размножение микроорганизмов, и роль их сравнима с ролью половых гормонов у высших животных.

Синтез стерина различными видами грибов увеличивается в условиях стресса — при чрезмерном повышении или понижении температуры, действии ионизирующих излучений или радиомиметических средств, а также при обработке антимикробными агентами. По-видимому, стерин имеет значение для выживания клеток в этих условиях, и поэтому увеличение их синтеза является приспособительной реакцией микроорганизма на неблагоприятное изменение внешних условий. Добавляемые извне стерин защищают грибы от действия полиеновых антибиотиков и ненасыщенных жирных кислот — эта же защитная роль реализуется и при стрессе.

Микробиологические трансформации стероидов

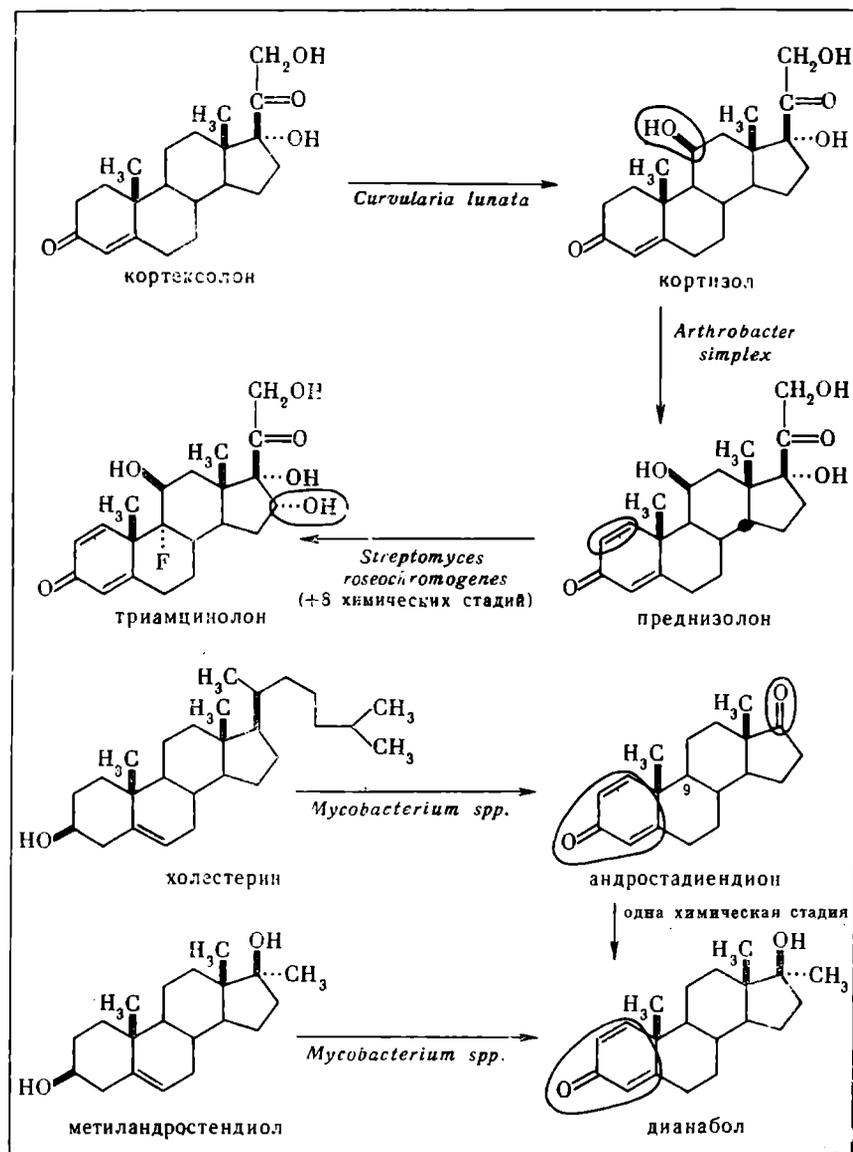
Можно выделить два типа использования микроорганизмов в органическом синтезе. Наиболее известен полный синтез микроорганизмами из компонентов питательной среды белковой массы, антибиотиков, ферментов, витаминов, рассмотренных выше стероидных метаболитов и др. Второй тип включает микробиологические трансформации, при которых в сложных исходных молекулах происходят сравнительно небольшие структурные изменения. Основное практическое значение в этом случае имеют трансформации стероидов при ферментации с микроорганизмами.

Первые сообщения о микробиологических трансформациях стероидов появились еще в конце прошлого столетия, когда было установлено, что бактериальная флора кишечника млекопитающих способна восстанавливать холестерин и желчные кислоты. В конце 30-х годов были открыты окислительно-восстановительные превращения стероидных половых гормонов дрожжами и бактериями. Все это не вызвало особого интереса, поскольку

те же реакции успешно осуществлялись и чисто химическими методами. Поэтому интенсивная исследовательская работа в этой области началась лишь с момента двух открытий — антивраumaticкой активности кортико-стероидов (1949) и способности плесневых грибов вводить оксигруппу в стероидное кольцо C (1952). Введение этого кислородного заместителя представляло очень трудную задачу в синтезе кортико-стероидов, которая требовала многочисленных химических операций. Теперь все они заменялись одной стадией микробиологического гидроксирования. Не меньшее практическое значение приобрело введение микроорганизмами двойной связи в кольцо A (схема III).

Микробиологические превращения стероидов имеют ряд преимуществ по сравнению с химическими методами. Прежде всего, микробиологический синтез отличается большой специфичностью по отношению к трансформируемому элементу структуры. Если, например, исходный стероид имеет кетогруппы в кольцах A и D, то микроорганизм может избирательно восстановить лишь одну из них, тогда как химический реагент обязательно восстановит обе. Поэтому при микробиологических трансформациях можно не проводить трудоемкую защиту других реакционноспособных группировок, необходимую при химическом синтезе. Еще более важно, что во многих случаях микробиологические трансформации приводят к таким стероидам, которые очень трудно или даже просто невозможно получить химическими методами. Поэтому внедрение микробиологических трансформаций вызвало настоящий переворот в промышленном синтезе стероидов, позволив в десятки раз снизить цены на многие лекарственные препараты.

Кроме упомянутых выше реакций гидроксирования и введения двойных связей, микроорганизмы могут осуществлять десятки других трансформаций стероидной молекулы: отщеплять или окислять оксигруппы, восстанавливать кетогруппы и двойные связи, этерифицировать и гидролизировать стероиды, образовывать и расщеплять связи углерод—азот и углерод — галоген и т. д. Эти реакции



менее важны практически, но чрезвычайно интересны с теоретической стороны. Многие микроорганизмы (в первую очередь бактерии) способны полностью расщеплять молекулы стероидов с образованием углекислого газа и воды. Прерывая это расщепление на нужной стадии (при сохранении стероидного скелета), можно в ходе одного процесса осуществить многостадийные превращения, имеющие большую практическую ценность. Примерами их могут служить синтезы

дианабола, приведенные на схеме III. Остановить расщепление стероида на нужной стадии можно несколькими методами. Можно подобрать в качестве исходных стероиды, скелет которых не разрушается микроорганизмами, или взять для ферментации такие микроорганизмы, у которых нет расщепляющих стероидный скелет ферментных систем; оба эти метода имеют, однако, ограниченное применение.

За последние 2—3 года были выяс-

Схема III.

Микробиологические трансформации стероидов (вводимые микроорганизмами элементы структуры обведены линией). Переход от промышленного полупродукта кортексолона к кортизолу (природному гормону надпочечников) осуществляется при ферментации с грибом *Curvularia lunata* с выходом порядка 80—90%. Столь же высокий результат достигнут и с помощью других практически важных микробиологических реакций, например, путем синтеза модифицированных кортикостероидов, которые широко применяются в медицине в качестве антиревматических и антиаллергических лекарств. Как видно на схеме, ферментация кортизола с бактерией *Arthrobacter simplex* позволяет ввести двойную связь в кольцо А и получить хорошо известный преднизолон, а в процессе синтеза триамцинолона оксигруппа вводится в кольцо D при действии актиномицета *Streptomyces roseochromogenes*.

Примером многочисленных превращений стероидов в ходе одной ферментации служит также получение из метиландростендиола анаболического препарата дианабола, увеличивающего синтез белка в организме. Здесь в одну стадию при действии микобактерий окисляется вторичная оксигруппа, изомеризуется имевшаяся в молекуле двойная связь и вводится новая связь, т. е. полностью изменяется строение кольца А стероидного скелета.

Еще более интересен синтез андростадиендиона из холестерина, также осуществляемый микобактериями. В этом процессе, помимо перечисленных выше реакций, полностью отщепляется также боковая цепь у кольца D. Таким образом, микобактерии помогают расширить сырьевую базу для синтеза стероидных лекарств — в эту базу теперь включаются стерины, доступные в большом количестве из отходов целлюлозной и мясной промышленности.

нены почти все дискретные стадии полного расщепления стероидов, что позволило разработать еще один метод защиты стероидного скелета. Оказалось, что вслед за получением андростадиендиона вводится оксигруппа при атоме углерода C₅; подавив эту реакцию, можно прервать дальнейший ход расщепления. Гидроксилирование удалось подавить путем добавления в ферментационную среду небольших количеств (порядка 0,01—0,001 г/л) комплексообразующих аген-

тов типа 8-оксихинолина или же солей тяжелых металлов, например кобальта или вольфрама. Именно эти приемы и использовались при микробиологических синтесах дианабола, показанных на схеме III.

Микроорганизмы-трансформаторы

Основой любого микробиологического процесса являются микроорганизмы, поскольку их ферментные системы осуществляют трансформацию исходного стероида в целевой продукт. Во многих работах исследуются культуры микроорганизмов, впервые выделенные из природных источников — почвы, воды, воздуха и др. Вторичное выделение таких культур из природных источников представляет серьезные трудности из-за большого числа биохимически неодинаковых штаммов. Поэтому однажды выделенные культуры должны сохраняться в течение длительного времени, не утрачивая способности трансформировать стероиды. Теперь уже разработаны эффективные методы хранения микроорганизмов и во многих странах мира созданы коллекции культур, содержащие иногда десятки тысяч образцов. Эти коллекции являются основным источником микроорганизмов, изучаемых на способность к микробиологическим трансформациям стероидов; в них хранятся также культуры, используемые в промышленности.

Интересен видовой состав превращающих стероиды микроорганизмов. Из почти двух тысяч проверенных видов микроорганизмов примерно у 1200 была обнаружена способность трансформировать стероиды. Около одной трети этого числа видов составляют бактерии и актиномицеты, а остальные две трети принадлежат к различным классам грибов. Одноклеточные водоросли и простейшие представлены лишь единичными примерами. Всего изучено только 1—2% известных видов микроорганизмов, причем это изучение очень неравномерно. Выбор трансформирующих стероиды микроорганизмов диктовался преимущественно интересами практики. Поэтому, например, обнару-

жено более 100 трансформирующих стероиды актиномицетов только из рода *Streptomyces* и в то же время остались совершенно неисследованными 6 из 10 порядков, на которые делятся бактерии и актиномицеты в известном определителе Берджи.

Каждой группе микроорганизмов свойственны свои наиболее характерные особенности трансформации стероидных субстратов. Так, у бактерий преобладают в первую очередь реакции дегидрирования и полного расщепления стероидов, а у грибов — реакции гидроксирования. Окислительно-восстановительные превращения кислородных заместителей, по-видимому, в равной степени характерны для всех групп микроорганизмов.

Возможность трансформации стероидов микроорганизмами не связана с положением микроорганизма в системе классификации, не зависит от потребности в стероидах для его роста или от способности к биосинтезу собственных стероидов. Чем же в таком случае определяется эта возможность? Почему микроорганизмы трансформируют посторонние для них стероидные соединения? Объяснить это можно двумя основными причинами. Во-первых, микроорганизмы используют стероидные соединения в качестве источников углерода, что характерно преимущественно для бактерий. Приспособление бактерий к такому использованию стероидов требует расщепления последних либо до двуокиси углерода и воды, либо до кислот с 2—3 атомами углерода, включающихся в обычные биосинтетические циклы микроорганизма.

Многие стероиды подавляют рост микроорганизмов. Поэтому их добавление к культуре микроорганизма приводит в действие компенсаторные и защитные механизмы его клеток, в результате чего токсичный исходный стероид превращается в нетоксичный продукт реакции. Трактовка микробиологических трансформаций стероидов как защитной реакции микроорганизма представляет собой вторую возможность объяснения их физиологического смысла. Относящиеся к этому работы проведены преимущественно на грибах. Отметим, что одни и те же трансформации (гидроксилирование, дегидрирование и др.)

могут для одного микроорганизма служить реакциями детоксикации, а для другого — частью процесса полного расщепления стероида. Таким образом, физиологический смысл одних и тех же микробиологических трансформаций стероидов может быть различен в зависимости от вида микроорганизма и характера перестройки его метаболизма.

Значительные результаты дало изучение ферментов микробного происхождения, трансформирующих стероиды. Например, при изучении специфичности действия этих ферментов на большое число различных по строению стероидов были выявлены центры стероидной молекулы, наиболее существенно влияющие на степень связывания фермента с субстратом. При этом большое количество информации, которую несут сложные молекулы стероидов, позволило объяснить, в частности, размеры и характер «активных зон» ферментов.

Следует также отметить значение микробиологических трансформаций как реакций, моделирующих метаболизм стероидов в организме животных. Метаболизм стероидов у млекопитающих из-за низкой концентрации стероидов ($\sim 1 \cdot 10^{-6}$ моль/л) протекает сравнительно слабо и медленно, что затрудняет его изучение. Поэтому микроорганизмы, имеющие бурный и разнообразный метаболизм (бактериальная клетка может переработать за сутки количество стероидного субстрата, в 30—40 раз превышающее ее собственный вес), используются как удобные биологические модели для изучения обмена стероидов, а также некоторых сторон механизма действия стероидных гормонов на молекулярном уровне (прежде всего гормональную стимуляцию синтеза белка). Способность микроорганизмов моделировать большинство метаболических реакций, протекающих в организме животных, — свидетельство единства жизненных процессов в природе.

Электропластический эффект в металлах

О. А. Троицкий

Кандидат физико-математических наук



Олег Александрович Троицкий, старший научный сотрудник Института физической химии АН СССР; занимается вопросами радиационной физики твердого тела, специалист в области радиационной физики прочности и пластичности материалов. Автор ряда научных работ, в том числе монографий «Радиационные эффекты изменения прочности и пластичности в монокристаллах цинка» и «Радиационная физика прочности металлических кристаллов».

Под пластичностью материала подразумевается его способность изменять свою форму под действием внешних сил. Не обладай материалы своим пластичности, трудно сказать, какими путями шло бы человечество в своем техническом развитии. Практически все окружающие нас предметы созданы с включением операции пластического деформирования. Даже сами инструменты для обработки металлов созданы с помощью пластической деформации под воздействием более твердых материалов.

Большинство металлов характеризуется сравнительно высокой пластичностью, однако реализовать это свойство представляется возможным только при сильном нагревании материала, что не всегда возможно по технологическим или каким-либо другим соображениям. Например, космическое материаловедение нуждается в разработке преимущественно низкотемпературных способов обработки материалов.

При низких температурах способность металла к пластическому деформированию целиком зависит от так называемых дислокаций — подвижных линейных дефектов кристаллической решетки. Это, в сущности, складки атомного масштаба, которые перемещаются по решетке, производя ее пластическое деформирование. Выход одной такой складки из кристалла приводит к деформации на ширину одной атомной ступеньки. Выход десятков и сотен тысяч дислокаций приводит уже к заметной пластической деформации материала. Следовательно, чем больше дислокаций рождается в металле и чем легче они

выходят на поверхность, тем, грубо говоря, пластичней металл¹.

От количества дефектов на поверхности зависит и прочность кристалла. Известны классические опыты, проведенные под руководством акад. А. Ф. Иоффе, в которых было показано, что при удалении поверхностного слоя (вместе с заключенными в нем дефектами) прочность образца повышается.

При выдавливании металлов под высоким давлением через отверстия (экструзия металлов) резко меняются их пластические свойства. Это также частично связано с «выжиманием» из металла дислокаций. Вообще под высоким давлением даже самые хрупкие тела приобретают пластичность: например, при всестороннем сжатии порядка 10 кбар на таком хрупком материале, как мрамор, можно выпрессовывать буквы. Это обычно связывают с «залечиванием» дефектов внутри подвергнутого всестороннему сжатию образца.

Если бы удалось найти какой-либо метод управления дислокациями внутри металла, это позволило бы воздействовать на его пластичность. По нашему мнению, таким воздействующим агентом могли бы оказаться «свободные» электроны, с которыми связан процесс прохождения электрического тока по проводнику.

Металл можно представлять как решетку положительно заряженных ионов в газе «свободных» электронов. К числу «свободных» электронов относят не все электроны в металле, а лишь те, которые были обобщест-

¹ Этот вывод относится и к другим материалам, имеющим кристаллическое строение.

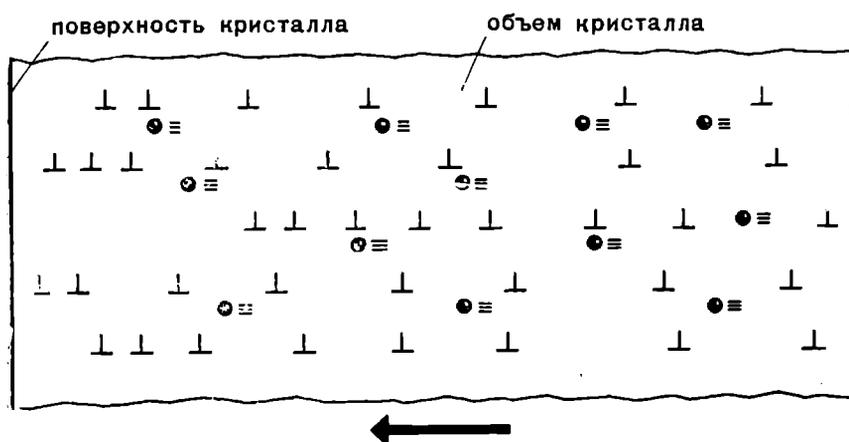


Рис. 1. Схema электропластического эффекта. ⊥ — дислокации, ≡ — дрейфующие по решетке электроны; стрелкой указано направление дрейфа электронов. Электроны, дрейфующие по решетке во время импульса тока, оказывают давление на скопления дислокаций путем взаимодействия с упругими полями скоплений. В результате этого взаимодействия происходит срыв скоплений и выход дислокаций на поверхность кристалла. После начала движения дислокаций электроны оказывают дополнительное действие и ускоряют движущиеся дислокации.

влены с внешних оболочек атомов. Именно эти электроны (примерно 10^{23} см^{-3}) придают металлу такие свойства, как высокая электропроводность и теплопроводность, которые выделяют его среди остальных материалов. Нас будут интересовать в дальнейшем электропроводность и взаимодействие электронов с решеткой, точнее, с дислокациями, движущимися по этой решетке.

Часть электронов в силу принципа Паули вынуждена находиться на поверхности Ферми¹ и двигаться с очень большими скоростями—порядка 10^8 см/сек . Именно с этими электронами, лежащими вблизи поверхности Ферми и имеющими такие высокие скорости, мы будем иметь дело, пропуская электрический ток по металлу в процессе его деформации.

Обладая волновыми свойствами, электроны практически беспрепятственно двигаются в идеальных участках кристаллической решетки и в то же время интенсивно рассеиваются на различных несовершенствах ионного остова металла, в частности на дислокациях, а также на примесных атомах.

Нас будет интересовать рассеяние электронов на дислокациях, поскольку именно с зарождением, взаимодействием и распространением дислокаций связана пластическая деформация металла.

Советскими¹ и японскими² физиками было показано, что появление сверхпроводящего состояния в металле сопровождается понижением пластичности металла. Эти эффекты были открыты на ниобии и свинце. Стало возможным говорить о влиянии газа «свободных» электронов на процессы зарождения, перемещения и взаимодействия дислокаций. Можно считать надежно установленным, что газ «свободных» электронов оказывает тормозящее действие на движущиеся в металле дислокации. Если это так, естественно ожидать и противоположный эффект, а именно—увлечение дислокаций электронами, если каким-нибудь способом электронам сообщается дополнительная энергия. Для этого электронам с поверхности Ферми, которые и так движутся с огромными скоростями, порядка 10^8 см/сек , необходимо сообщить дополнительную скорость дрейфа в какую-либо одну сторону, желательно в сторону движения большинства дислокаций.

Теоретически было показано, что в этом случае со стороны электронов может возникнуть ускоряющая сила (рис. 1). Необходимое условие такого ускорения дислокаций внутри металла—превышение дрейфовой ско-

рости электронов над групповой скоростью упругих волн дислокаций (а если дислокации движутся равномерно, то просто над скоростью дислокаций). При облучении кристаллов на ускорителе электронов это условие заведомо выполняется. В статье автора¹ были описаны опыты, в которых наблюдалось увеличение пластичности монокристаллов цинка под влиянием инжектируемых с помощью ускорителя быстрых электронов. Это было одним из первых доказательств эффекта увлечения дислокаций электронами.

Несравненно более просто дрейф электронов можно создать с помощью обычной токовой методики, т. е. пропуская через деформируемый металл электрический ток. Возникающие при этом механические напряжения примерно отвечают стартовым напряжениям для начала движения дислокаций в очень чистых металлических кристаллах и несколько меньше, чем стартовые напряжения движения дислокаций в обычных металлических кристаллах. Следовательно, при условии механического подталкивания дислокаций можно ожидать, что через подсистему электронов удастся ускорить их движение и тем самым облегчить пластическую деформацию металла.

Подобный эффект наблюдался автором экспериментально. На рис. 2 показано влияние импульсного электрического тока на процесс деформации монокристаллов цинка. После

¹ См. «Природа», 1968, № 5, стр. 22—23.

¹ См. В. В. Пустовалов, В. И. Старцев, В. С. Фоменко. «Физика твердого тела», т. 11, 1969, № 5, стр. 1382 и И. А. Гиндин, В. П. Лебедев, Я. Д. Стародубов. «Физика твердого тела», т. 11, 1969, № 10, стр. 2802.
² G. Elbaum, A. Hikata. Phys. Rev. Lett., т. 10, 1968, № 6, стр. 264.

¹ «Природа», 1966, № 5, стр. 33.

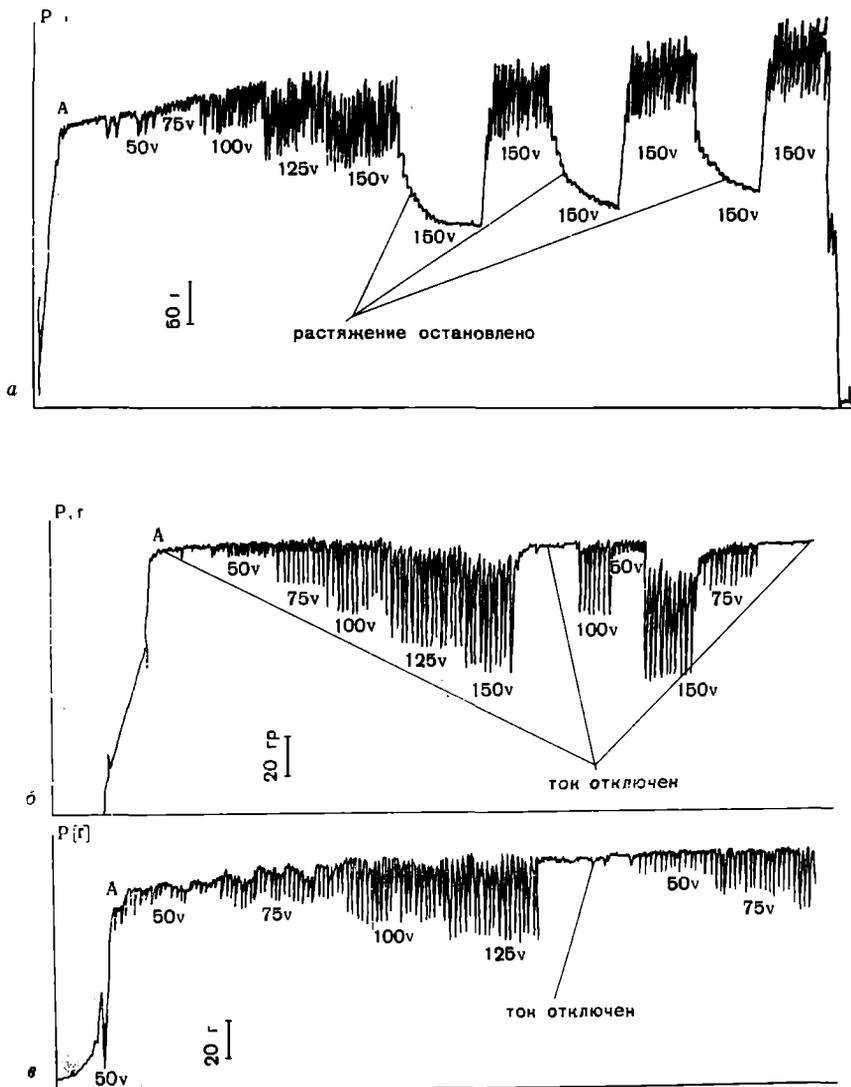


Рис. 2. Характерные диаграммы растяжения монокристаллов цинка с пиками электропластического эффекта. Начальные участки характеризуются отсутствием пиков, поскольку импульсы тока не влияют на упругую (звуковую) часть деформации, где нет массового движения дислокаций. Движение дислокаций начинается с точки A на площадке текучести. Остановка растяжения образца (на рис. 2,а это показано трижды) приводит к вырождению пиков в нулевую величину, поскольку в металле перестают рождаться и двигаться дислокации.

На рис. 2,в показано, что в области предела текучести (в районе точки A) имеет место аномально большая величина эффекта. Это объясняется тем, что в точке предела текучести одновременно стартует большое число дислокаций. Совпадение этой точки с временем прохождения импульса тока и вызвало такой гигантский скачок деформирующего усилия при 50 в, тогда как в обычных условиях (на стационарном участке площадки текучести) пики при 50 в были в 4—5 раз меньше. На графиках рис. 2 (б и в) словами «ток отключен» указаны места выключения тока. Нетрудно видеть, что это сопровождалось исчезновением пиков пластической деформации.

упругой области, на которую импульсы тока не оказывают действия, наблюдаются пики пластической деформации при прохождении каждого импульса тока. Постепенное исчезновение пиков при остановке растяжения образца и практически мгновенное их возобновление в случае продолжения растяжения указывают, что импульсы электрического тока действуют только в условиях механического подталкивания дислокаций.

В этом эксперименте использовались монокристаллы чистого цинка (99,998% Zn) диаметром ~ 1 мм и длиной 15 мм. На концах образцов наваривались головки, внутрь которых вводились электрические контак-

ты, соединенные с источником тока. Деформация образцов осуществлялась растяжением со скоростью 0,01 см/мин в изолированных зажимах. Для того чтобы электроны могли полнее проявить свой вклад в пластическую деформацию, опыты проводили при низкой температуре (78° K). Источник тока состоял из батареи электролитических конденсаторов, периодически заряжающихся постоянным током и затем разряжающихся на образец. Ток разряда выбирался таким, чтобы нагревание металла в продолжение импульса не превышало долей градуса. Плотность импульсного тока составляла $\sim 10^3$ а/мм², а продолжительность импульса $\sim 10^{-4}$

сек. Импульсы подавались на образец через 2—3 сек. Такими мерами удалось избежать не только значительного нагрева образцов в целом, но также и возможности локального повышения температуры в образцах.

А такая возможность могла возникнуть. Дело в том, что импульсы тока от батареи электролитических конденсаторов фактически представляют собой разновидность переменного тока, так как вслед за первым импульсом из-за индуктивности цепи возникает колебательный процесс. К счастью, в наших опытах индуктивность цепи была маленькой (порядка 10^{-7} гаус), поэтому колебательный процесс быстро затухал (через 2—3

колебания). Тем не менее, если говорить строго, в только что описанных опытах использовались импульсы не постоянного, а переменного тока. Если это так, надо учесть и проанализировать возможность скин-эффекта. Это хорошо известное явление заключается в том, что переменный ток течет не равномерно по всему сечению, а преимущественно в поверхностных слоях. Величина этого эффекта определяется частотой тока: чем выше частота, тем тоньше скин-слой. Если бы в наших опытах толщина скин-слоя оказалась много меньше радиуса образца, пришлось бы считаться с этим эффектом, так как вся мощность импульса выделялась в тонком приповерхностном слое образцов. Это приводило бы к локальному разогреву металла.

В наших опытах время импульса составляло $\sim 10^{-4}$ сек., иначе говоря, частота тока порядка килогерц. Расчет показывает, что толщина скин-слоя для цинка в этом случае примерно 1,4 мм, т. е. она была бы в три раза больше, чем радиус образца. Следовательно, скин-эффекта не могло быть.

Вернемся к записи электропластического эффекта на диаграмме. Особый интерес представляет большое значение пика деформации в области предела текучести образца, показанное на рис. 2, б. Вспомним опыты с переходом к состоянию сверхпроводимости. Устранение газа «свободных» электронов в металле приводило к падению напряжений, пороговых для начала пластического течения металла. В нашем случае качественно такой же результат был получен, казалось бы, противоположным методом — усилением «электронного ветра» в образце. Поскольку предел текучести имеет физическую природу, заключающуюся в одновременном старте большого числа дислокаций, можно сделать вывод, что как в случае появления сверхпроводимости, так и при пропускании тока уменьшались стартовые напряжения для движущихся дислокаций.

Сделаны были некоторые уточняющие опыты. Во-первых, исследовано влияние электрического тока на ту область деформации, где еще нет движения дислокаций или они дви-

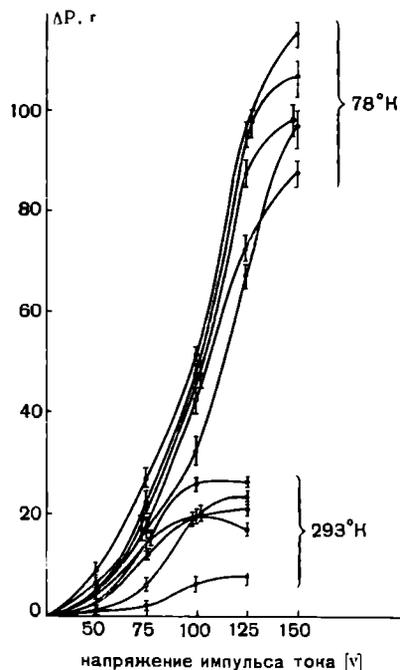


Рис. 3. Влияние температуры опыта на величину электропластической деформации. По оси ординат отложена величина единичного скачка деформирующего усилия в импульсе тока. По оси абсцисс отложена величина импульсов.

жутся пока в небольшом количестве и, следовательно, нет заметной пластической деформации металла. На приведенных диаграммах эти участки видны как крутой подъем деформирующего усилия в начале кривых. Здесь не наблюдаются пики электропластического эффекта. Таким образом, импульсы тока не действуют на упругую часть деформации.

Несомненно, отсюда следует еще один вывод: пики деформации не связаны с пинч-эффектом — магнитным давлением на поверхность образца. Дело в том, что вокруг проводника с током индуцируется собственное магнитное поле, которое сжимает проводник. Сжимаемый в поперечнике образец делается более длинным. Чувствительный датчик машины, на которой производится деформация, фиксирует это как приращение деформации образца. Такие

псевдопики, если они обнаруживаются, ничего общего не имеют с электропластической деформацией. В наших опытах пики упругого пинч-эффекта не наблюдались, поскольку, как указывалось, импульсы тока не действуют на упругую часть деформации.

Однако существует еще один вид пинч-эффекта, а именно деформационный пинч-эффект. Он заключается в том, что магнитное давление становится настолько большим, что вызывает пластическую деформацию металла. О силе этого эффекта свидетельствует, например, то, что грозовой разряд, проходящий через трубу громоотвода, деформирует иногда ее настолько сильно, что труба превращается в сплошной стержень. Для этого требуются механические силы гигантской величины, которые возникают в проводнике при силе тока в миллионы ампер. В нашем случае сила тока была по крайней мере на три порядка меньше этой величины. Расчеты дают для импульсов тока, при которых наблюдаются пики электропластического эффекта, величину магнитного давления около $0,5-1$ г/мм², что можно считать пренебрежимо малой величиной.

На рис. 3 показано, как сильно влияет температура опыта на величину эффекта. Из графика видно, что понижение температуры опыта от комнатной до температуры жидкого азота увеличило эффект в 3—4 раза. Это находится в согласии с хорошо известным фактом, что роль газа «свободных» электронов в металле возрастает с понижением температуры.

Неожиданный результат получился при сопоставлении величины электропластического эффекта в чистом и легированном металле. Оказалось, что в легированных образцах пики деформации существенно большей величины, чем в чистом металле (рис. 4). В чем же заключается неожиданность этого результата? Если пики электропластического эффекта целиком связывать с ускорением движения дислокаций, то в легированном металле, содержащем большое число препятствий для движения дислокаций в виде примесных атомов, казалось, естественно было ожидать уменьшения эффекта. В самом

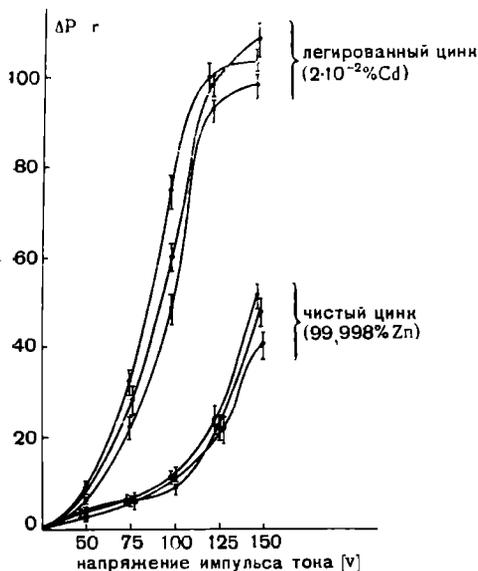


Рис. 4. Влияние присутствующих в металле примесей на величину электропластической деформации. По оси ординат отложена величина единичного скачка деформирующего усилия в импульсе тока. По оси абсцисс отложена величина импульсов.

деле, представим себе, что по плохой дороге и по асфальтированному шоссе движется при попутном ветре два автомобиля. На плохой дороге автомобиль часто тормозит, и поэтому содействие ветра для него будет несущественным. Другое дело на шоссе. Автомобилу на шоссе отнюдь не безразлично, в каком направлении дует ветер. При попутном ветре он может развить более высокую скорость. Так и дислокации в потенциальном рельефе кристаллической решетки: в присутствии искажений и неровностей, примесных атомов дислокации все время тормозятся и содействием со стороны «электронного ветра» для них становится незаметным; в чистом же металле дислокации бегут практически беспрепятственно, и попутный «электронный ветер», казалось бы, должен был их разогнать до очень больших скоростей. Поэтому то и странно, что в легированных образцах пики деформации не уменьшаются, а увеличиваются.

Во всех предыдущих опытах мы использовали только один метод деформации — растяжение с постоянной скоростью. Проверим существование электропластического эффекта при сжатии металла. Опыт поставим аналогично предыдущим, однако об-

разцы возьмем толще и короче (диаметром 2—3 мм и длиной 6—8 мм) с тем, чтобы они не потеряли устойчивость во время деформации. Ток подведем с концов образцов с помощью медных пластинок, припаянных к торцам. На рис. 5 приведены две диаграммы сжатия, снятые при одновременном пропускании импульсов тока через образцы в магнитном поле и без него. Из этих данных видно, во-первых, что при сжатии, как и при растяжении, в момент прохождения импульса тока мгновенно возникают деформационные скачки вниз, в сторону разупрочнения металла при пластической деформации. Значит, природа пиков действительно связана с пластической деформацией металла (нетрудно понять, что при сжатии любая другая природа пиков дала бы о себе знать: если это упругий пинч-эффект, скачки деформирующего усилия были бы направлены вверх; если это температурное расширение образцов, то пики были бы также направлены вверх).

Во-вторых, присутствие внешнего магнитного поля напряженностью ~2000 эрстед, соизмеримой с собственным магнитным полем образца (2000—5000 эрстед), в пределах погрешностей эксперимента не повлия-

ло на величину пиков деформации. Введение внешнего магнитного поля в этом опыте имело целью окончательно выяснить вопрос о роли деформационного пинч-эффекта. Если бы природа пиков была связана с деформационным пинч-эффектом, то во внешнем магнитном поле, силовые линии которого перпендикулярны оси образца, пинч-действие должно было усилиться. Отрицательный результат этого опыта указывает, что природа пиков не связана с деформационным пинч-эффектом.

Был проведен также опыт при различных скоростях деформации. На рис. 6 приведены полученные при температуре 78° К. диаграммы растяжения монокристаллов цинка при скоростях 0,01 см/мин; 0,1 см/мин и 0,5 см/мин. Сопоставление пиков при напряжениях импульсов 100 в показывает, что с увеличением скорости деформации величина электропластической деформации убывает, так как дислокации начинают двигаться слишком быстро, чтобы на них мог повлиять «электронный ветер».

Физическая картина явления

При некотором уровне внешних приложенных напряжений дислокации начинают рождаться и двигаться в металле в большом количестве, обеспечивая определенную скорость деформации образцов. Во время импульсов тока мгновенно выталкиваются на поверхность кристалла десятки и сотни тысяч дислокаций. Это регистрируется датчиком испытательной машины как пик деформации. Сразу после импульса тока объем металла становится беднее дислокациями, что отражается в снижении уровня деформирующей силы.

В случае, если кристалл все время активно нагружается — растягивается или сжимается, его «дислокационный потенциал» быстро восстанавливается, а внутренние напряжения в объеме обеспечивают восстановление деформирующей силы. Таким образом, скачки деформирующей силы обязаны своим происхождением мгновенной разрядке дислокационной структуры, сопровождаемой вы-

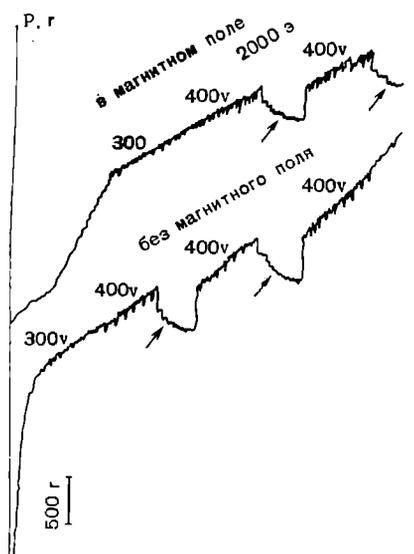


Рис. 5. Характерные диаграммы сжатия монокристаллов цинка, снятые при одновременном пропускании импульсов тока. Стрелками указаны места остановки сжатия. При этом пики электропластической деформации постепенно исчезают (в связи с уходом из кристалла подвижных дислокаций). Как видно из графиков, присутствие магнитного поля не повлияло на величину пиков. Это свидетельствует о том, что природа пиков не связана с деформационным пинч-эффектом.

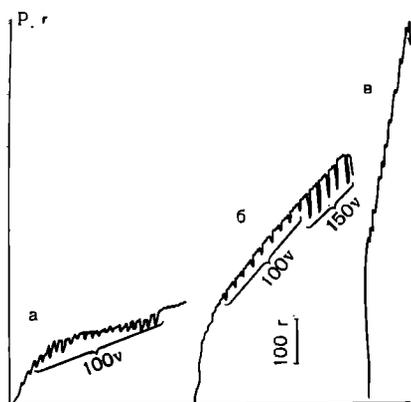


Рис. 6. Влияние скорости растяжения образцов на величину электропластической деформации. а — 0,01 см/сек; б — 0,1 см/сек; в — 0,5 см/сек.

ходом на поверхность десятков тысяч дислокаций.

Теперь становится понятным, почему эффект возрастал на легированных образцах. Оказывается, такие образцы характеризуются более значительным числом дислокаций в скоплениях, чем чистые образцы, поэтому скачки деформирующей силы были для них соответственно больше.

В чистых же образцах складываются более благоприятные условия для эффекта увлечения дислокаций электронами. Скоростная зависимость эффекта подтверждает эти предположения: с уменьшением скорости растяжения величина пиков электропластического эффекта возрастала. Электроны в наших опытах двигались со скоростями $\sim 10^2$ см/сек (скорость дрейфа по решетке; не следует ее путать со скоростью на поверхности Ферми, которая намного больше: $\sim 10^8$ см/сек). Дислокации же двигались со скоростями от 1 до 10^3 см/сек, в зависимости от скорости деформации образца испытательной машиной. Чем меньше скорость деформации, тем меньше скорость движения дислокаций. Нетрудно представить себе теперь, почему с уменьшением скорости растяжения величина пиков возрастала: электроны, движущиеся с одной и той же дрейфовой скоростью, проявляют свое ускоряющее действие на дислокации тем сильнее, чем медленнее эти последние движутся.

Таким образом, электропластический эффект состоит из двух явлений — выхода на поверхность кристалла большого числа дислокаций за счет разрядки дислокационной структуры и ускорения дислокаций дрейфующими по решетке электронами во время импульса тока.

В последнее время был получен новый экспериментальный материал, подтверждающий механизм увлечения дислокаций электронами: во время электропластической деформации металла производилась инжекция в образцы электронов с помощью ускорителя. При этом пики электропластического эффекта возрастали на несколько десятков процента.

Однако остается неясным целый ряд вопросов. В первую очередь, о связи электропластического эффекта

с ферми-поверхностью в металле. Не исключено, что это обстоятельство отразится на количественной стороне явления. Поскольку в металле электрически активны не все электроны, а лишь те, которые обладают энергией, близкой к энергии Ферми, представляет особый интерес сопоставить величину этого явления в металлах с различной энергией Ферми, а также в металлах с примерно одинаковой ферми-энергией, но с резко различной топографией ферми-поверхности. Способы пластической деформации металла, которые могут возникнуть на основе электропластического эффекта, найдут широкое применение в технике, и в первую очередь в практике низкотемпературного деформирования металла. На этой основе может быть создана также новая технология электропластической деформации при волочении, прокатке и другой обработке металлов.

УДК 539.374

Что мы думаем о происхождении человека

В октябре 1969 г. в Париже был проведен симпозиум на тему «Роль природной среды в эволюции человека», организованный ЮНЕСКО совместно с Международным союзом по изучению четвертичного периода¹. Обсуждаемые на симпозиуме вопросы представляют всеобщий интерес, но дискуссия о проблемах антропогенеза известна, к сожалению, почти исключительно специалистам. Редакция обратилась к ряду участников симпозиума и другим ученым с просьбой ответить на следующие вопросы:

1. Как известно, на симпозиуме было подчеркнуто существование двух точек зрения по вопросу о том, в одном ли месте появились предки современного человека или в нескольких. Что Вы думаете по этому вопросу!
2. Когда и где, по Вашему мнению, окончательно образовался вид *Homo sapiens*!
3. Как Вы считаете, кто был нашим прямым предком — неандерталец или какой-либо другой «прародитель»!
4. Сосуществовал ли современный человек с неандертальцем! Когда исчез неандерталец! Что могло послужить, по Вашему мнению, причиной его исчезновения!
5. Не могло ли случиться так, что эволюция привела к появлению ряда видов (близких к *Homo sapiens*) в нескольких местах, но в процессе межвидовой борьбы выжил лишь один вид — *Homo sapiens*, вытеснивший другие виды!
6. Каковы общие и частные направления эволюции *Homo sapiens*! Не приведет ли со временем накопление новых признаков к появлению нового вида человека!
7. В чем Вы видите влияние природных факторов на эволюцию человека! Что можно считать социальными факторами эволюции! Когда их влияние стало определяющим! Как может измениться влияние социальных факторов в будущем!



Яков Яковлевич Рогинский, заведующий кафедрой антропологии Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова. В настоящее время занимается вопросами систематики гоминид.

Аргументы в пользу моноцентризма

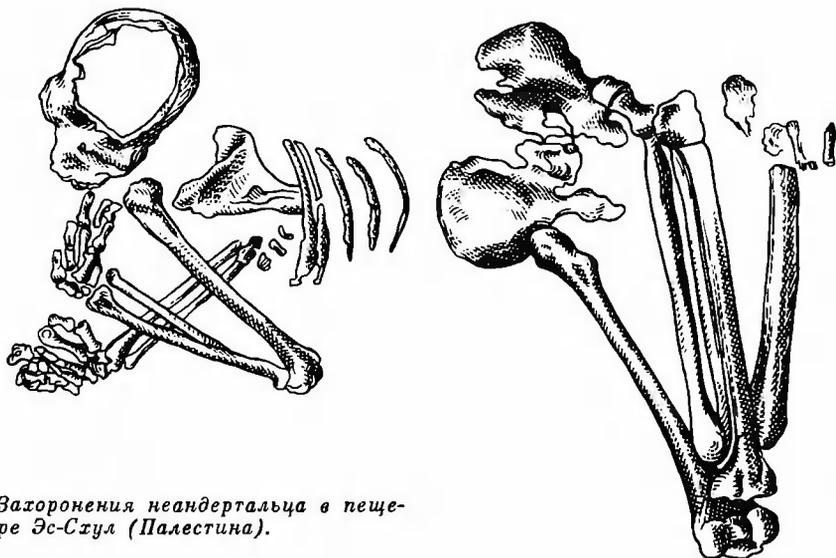
Профессор Я. Я. Рогинский

1. Вопрос о том, в одном ли месте появились предки современного человека или в нескольких, не получил еще окончательного разрешения. Имеются факты как в пользу полицентризма (гипотезы о множестве центров), так и в пользу моноцентризма (гипотезы об одном центре). Я склоняюсь к гипотезе широкого моноцентризма, т. е. предполагаю, что человек современного вида (нео-

антроп) возник в одной, хотя и довольно обширной, центральной области. Главные аргументы в пользу этой гипотезы такие.

а) На периферии Старого Света либо вовсе неизвестны, либо крайне редко находки палеоантропов, обладающих целым комплексом прогрессивных (т. е. сходных с современным человеком) свойств. Наоборот, в центральных областях ойкумены (Северо-Восточная Африка, Палестина, юг Восточной и Средней Европы) в мустьерское время бесспорно обита-

¹ Краткую информацию о симпозиуме см. «Природа», 1970, № 2, стр. 115.



Захоронения неандертальца в пещере Эс-Схул (Палестина).

ли подобные «промежуточные» формы. Таковы остатки человека в пещерах Палестины Схул IV, Схул V, Табун I, Кафзех; в бассейне р. Омо на севере Кении, близ озера Рудольфа,— черепа Омо I и Омо III; череп младенца почти современного типа из пещеры Староселье в Крыму; бедренная кость из Романково в нижнем течении Днепра; чехословацкие находки из Шипки, Охос и др.

б) Современные расы очень сходны между собою по многим таким признакам, которые были весьма различны у разных древнейших и древних людей. Если бы от каждого питекантропа или палеоантропа произошел независимо от других свой местный *Homo sapiens*, то ныне живущие расы, вероятно, более резко отличались бы друг от друга по признакам, которые были столь несходными у древних людей.

в) Эволюция гоминид, по-видимому, шла в одном направлении, но не вполне равномерно, т. е. с разной скоростью в различных местах. Так, череп из Эяси (в области великих африканских озер) принадлежит к палеоантропам, но он настолько примитивен по своему строению, что некоторые исследователи сближают его с питекантропом. А ведь примерно в то же время в Передней Азии некоторые палеоантропы почти достигли стадии *Homo sapiens*. Законно предположить, что более прогрессивные формы палеоантропов, вследст-

вие меньшей смертности, в частности детской, распространялись за пределы своего ареала.

г) Люди позднего палеолита¹ из разных мест земного шара оказались в общем более сходными друг с другом, чем современные расы. Так, черепа из Восточной Азии (Верхний грот в Чжоукоудянь, под Пекином; Люцзян в Южном Китае) более похожи на кроманьонцев Европы, чем современные китайцы — на европейцев. Не означает ли этот факт, что существовал более или менее обобщенный тип неоантропа в позднем палеолите? Это свидетельство против полицентризма.

д) Насколько можно судить по отдельным немногочисленным находкам, наблюдается резкий разрыв в морфологическом отношении между ранними формами гоминид и ископаемыми людьми современного типа на той же территории. Так, западно-европейский кроманьонец чрезвычайно сильно отличается от западно-европейских («классических») неандертальцев; кейлорский череп в Австралии и череп из Ниаха на Калимантане — от нгандонских палеоантропов с о-ва Явы; флорисбадский череп и череп из Фишхука в Южной Аф-

¹ Древнейшая история человечества делится на периоды: нижний (ранний, древний) палеолит (культуры — дошельская, шелльская, ашельская, мустьерская); верхний (поздний) палеолит; мезолит; неолит.

рике — от родезийского палеоантропа. При этом резко отличны от своих местных палеоантропов, все названные позднелолитические представители вида *Homo sapiens* с периферии оказались гораздо более сходны с территориально удаленными от них палеоантропами из Палестины.

2. Точные ответы на вопросы о том, когда и где окончательно образовался вид *Homo sapiens*, пока невозможны из-за отсутствия достаточных материалов. В ответе на предыдущий вопрос были намечены границы прародины неоантропа. Время появления окончательно сформировавшегося *Homo sapiens* — примерно 40 тыс. лет. Однако, по всей вероятности, в каком-то одном месте, на территории своей прародины, он сформировался значительно ранее.

3. Нашим прямым предком была какая-то группа палеоантропов. Как следует из сказанного выше, ни классические неандертальцы, ни многие другие «периферические» палеоантропы либо вовсе не приняли участия в процессе становления *Homo sapiens*, либо приняли небольшое, в качестве примеси.

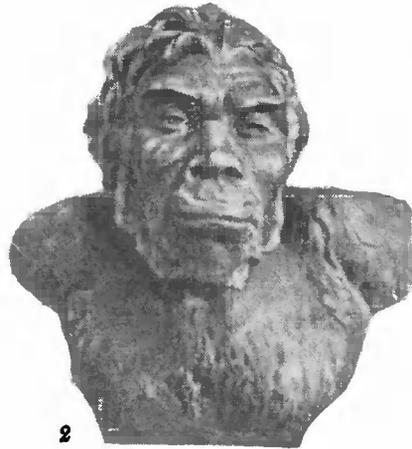
4. Доказано, что на одной территории и в одно время жили группы людей, которые сильно отличались по степени своего приближения к типу неоантропа. Таковы Табун I и Табун II из одного слоя в палестинской пещере Эт-Табун горы Кармел. Таковы разные скелеты из пещеры Эс-Схул той же горы Кармел.

Можно предположить, что еще более резкие отличия в этом отношении существовали между обитателями центральной области ойкумены и ее периферии. Вряд ли, однако, существование вполне сложившегося *Homo sapiens* с классическими неандертальцами или с архаическими палеоантропами могло быть длительным на одной территории.

Причины исчезновения неандертальцев, вероятно, были разнообразными. Часть превратилась в неоантропов. Другие могли «раствориться» в массе более многолюдных коллективов людей современного вида, расселившихся на периферию. Третьи мог-



1



2



3

Предки современного человека.
 1 — Питекантроп. Реконструкция по А. П. Быстрову и К. М. Казанцеву; 2 — Синантроп. Реконструкция М. М. Герасимова по обломкам черепа, найденным в пещере Чжоукоудянь близ Пекина; 3 — Неандерталец. Реконструкция М. М. Герасимова по черепу из Ля-Шапель (Франция); 4 — Кроманьонцы: Реконструкция М. М. Герасимова. Слева — по черепу из Кро-Маньона (Франция), справа — по черепу из Ком-Капеля (Франция).



4



ли быть истреблены в неравных схватках с пришельцами. Четвертые исчезли от стихийных явлений природы, резких перемен климата, сокращения количества дичи и других обстоятельств, роль которых возрастала вследствие конкуренции с *Homo sapiens*.

5. Вполне возможно, что эволюция привела к появлению ряда видов, близких к *Homo sapiens*, в нескольких местах, но в процессе межвидовой борьбы выжил лишь *Homo sapiens*, вытеснивший другие виды. Однако обсуждение этого вопроса в плоскости систематики требует предварительного разрешения сложной проблемы «вида» в палеоантропологии. В настоящее время широкое распространение получила точка зрения, согласно которой все ископаемые и современные гоминиды (питекантропы, синантропы, неандертальцы, ныне живущие люди) составляют один вид *Homo sapiens*. Этой точки зрения я не разделяю, но она требует разбора и критики.

6. На вопрос о том, не приведет ли со временем накопление новых признаков к появлению нового вида человека, крайне трудно дать какой-либо определенный утвердительный ответ. И вот почему: уже примерно 40 тыс. лет, как видовые признаки человека современного типа сохраняют устойчивость. Локальные особенности, а также расовые черты не имеют отношения к стадийной эволюции, т. е. к тому процессу, который некогда привел от архантропов к современным людям.

Огромный генетический полиморфизм (разнообразие по группам крови, по свойствам белков плазмы крови и т. д.) также не специфичен для человека и не связан с прогрессивным процессом становления человеческого рода.

Что касается изменений от эпохи к эпохе (изменения роста, ширины лица, головного указателя), то в целом они носят волнообразный характер. Так, начиная с неолита, в Европе, на Кавказе и в некоторых других местах наблюдается увеличение головного указателя, т. е. индекса, выражающего отношение ширины го-

ловы к ее длине в процентах. Особенно интенсивно это увеличение шло во II тысячелетии до н. э. Однако за последние несколько десятилетий головной указатель снова стал уменьшаться, что хорошо прослежено в Западной Европе.

7. Я присоединяюсь к мнению тех советских палеогеографов, которые придают важное значение для эволюции гоминид переменам климата и в особенности наступлению суровых условий, сочетавших холод и континентальность. На жизнь «предлюдей» и древнейших гоминид значительное влияние оказало поредение лесов и широкое распространение саванн и степей. Эти природные явления послужили важным фактором, который содействовал переходу к наземной жизни, выработке двуногого хождения, появлению необходимости добывания мясной пищи, охоты, а тем самым употребления, а затем и выделки орудий. На поздних этапах эволюции человека наступление холодного и сухого климата в середине эпохи вюрмского оледенения, вероятно, сыграло некоторую роль в

окончательном формировании неантропа и в исчезновении многих групп палеоантропов.

Действие социальных факторов было различным в жизни гоминид до появления неантропа и после этого великого переломного события. Но homo sapiens возник в результате селективных процессов, которые содействовали развитию и закреплению у человека свойств, полезных для производственной деятельности, для создания более совершенной организации труда. После того как возникло «готовое» общество и «готовый» человек, социальная жизнь и развитие производительных сил привели к снятию ведущей роли селективных процессов, к затуханию видового отбора. Это было кардинальное изменение, которое заключалось в резком возрастании значения социальных закономерностей и было началом подлинно человеческой истории.

Это, разумеется, не означает, что все биологические процессы внутри человеческих коллективов прекратились. Более того, именно исторические причины породили огромное

число новых биологических явлений. Приспособление к новым географическим зонам, к новым, непривычным климатам привело к возникновению расовых вариантов.

Жизнь в малых изолированных коллективах вызвала целый ряд изменений в генетическом составе популяций человека. Обратные процессы, также исторически обусловленные, — смешение между расами — привели к возникновению новых сочетаний наследственных свойств, к явлениям гетерозиса. Особое значение получил половой отбор.

Закономерности этих элементов эволюции находились и находятся под влиянием общественной жизни людей. Они изучаются многими науками: антропологией, популяционной генетикой, демографией, медицинской географией и др. Но, как об этом было сказано выше, названные элементы эволюции не следует отождествлять ни по направлению, ни по интенсивности с тем процессом эволюции, которому человек обязан своим появлением на Земле и ходом своего формирования.



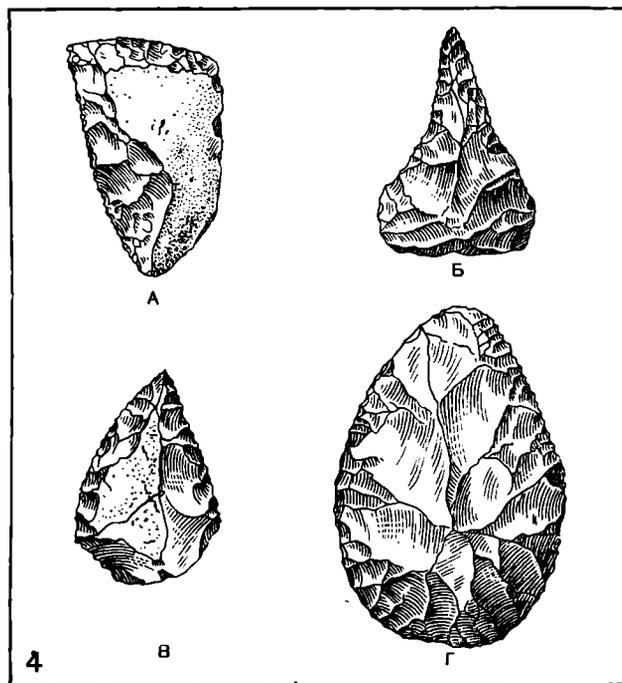
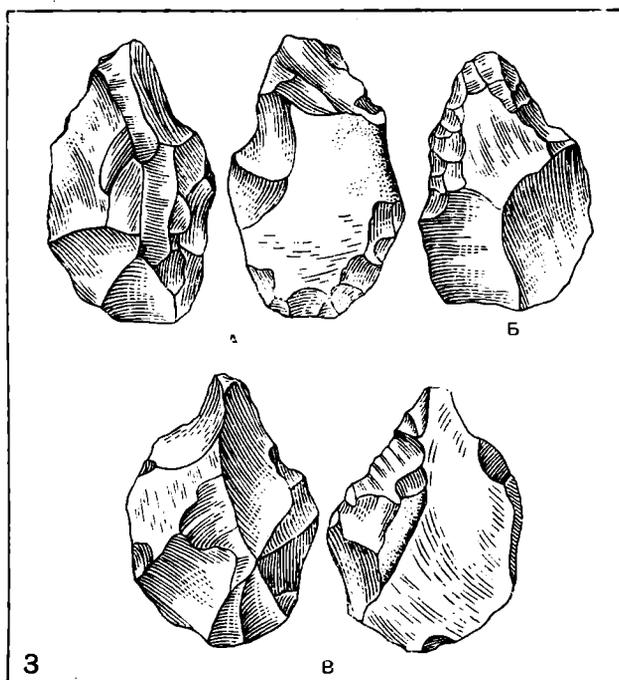
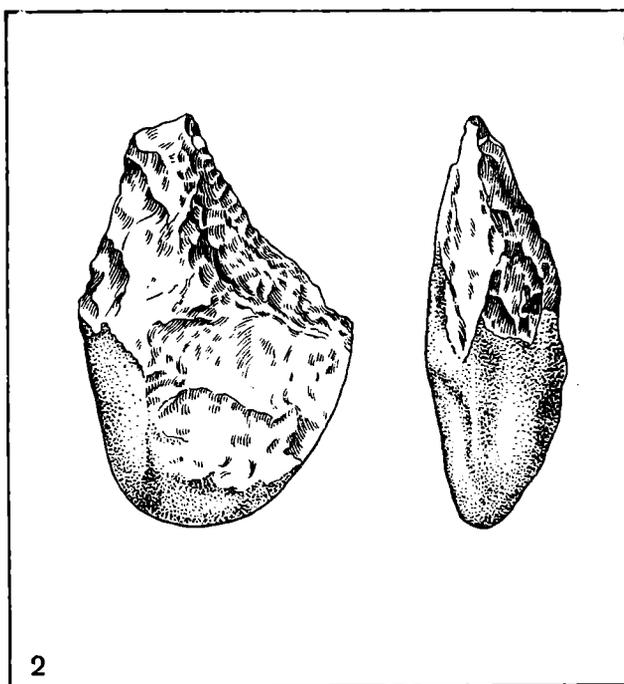
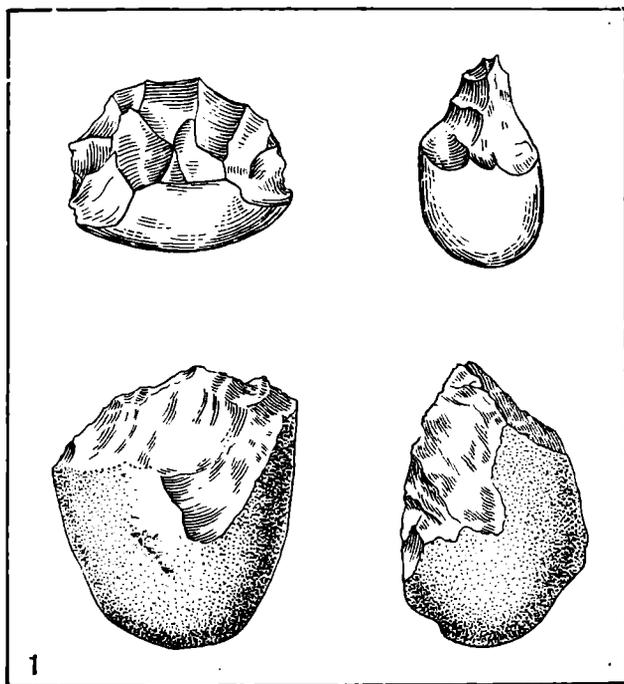
Валерий Павлович Алексеев, старший научный сотрудник Института этнографии АН СССР им. Н. Н. Миклухо-Маклая. Работает над общими вопросами антропологии, популяционной генетики человека, этногенеза. Автор более ста научных работ.

Два очага происхождения человека

В. П. Алексеев
Доктор исторических наук

1. Полагаю, что появление современного человека произошло в двух местах. Первое из них — Передняя Азия, возможно, с прилегающими районами; второе — междуречье Хуанхе и Янцзы с прилегающими районами. В Передней Азии сформировались предки европеоидов и негроидов, в Китае — предки монголоидов. В пользу такой дицентрической точки зрения, отражающей деление человечества на два ствола, свидетельствуют неодинаковые расстоя-

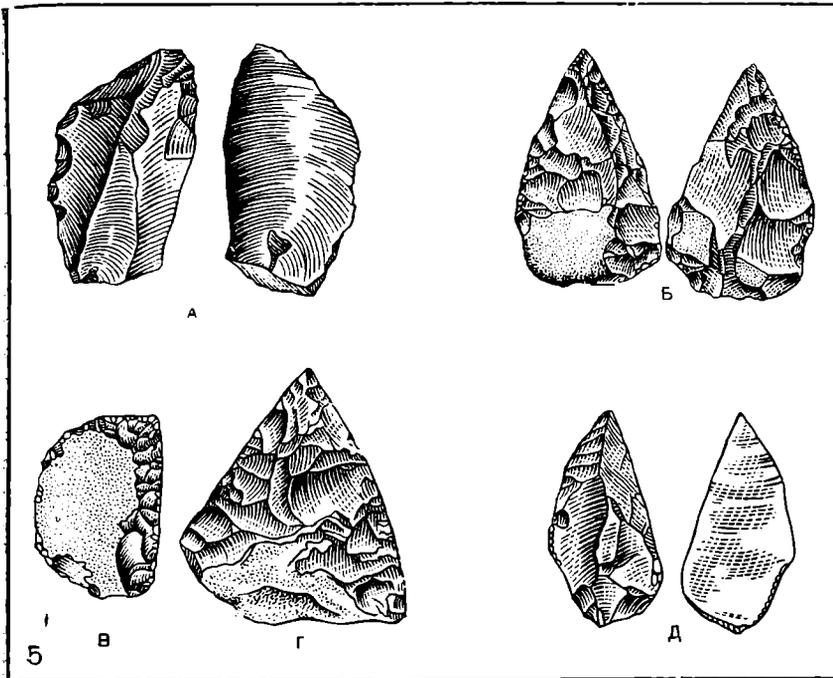
ния трех больших рас между собой по морфологическим признакам и, в частности, по возрастной динамике (негроиды и европеоиды ближе друг к другу, чем к монголоидам), а также сходство монголоидов с синантропом, европеоидов и негроидов — с переднеазиатскими неандертальцами (находки в пещерах Схул и Кафзех). Доказательство сродства монголоидов с синантропами вижу в строении зубной системы, сходство европеоидов и негроидов с переднеазиатски-



Эволюция каменных орудий эпохи палеолита. 1 — Древнейшие ручные рубила. Вверху — из Юго-Восточной Азии; внизу — из Африки (Олдовэйское ущелье); 2 — Ручное рубило

раннeshельского типа (Олдовэйское ущелье, Африка); 3 — Ручные рубила (а, в) и остроконечник (б) позднeshельского типа (Сатани-Дар, Армения); 4 — Орудия конца ашель-

ского времени из пещеры Эт-Табун (Палестина). а — скребло; б — ручильце; в — остроконечник; г — ручное рубило.



5 — Мусьерские орудия из стоянок Крыма и Донбасса. а — кварцитовая пластина из стоянки на р. Деркул (Донбас); б — остроконечник, напоминающий рубило из Чокурчи

(Крым); в — скребловидное кремневое орудие из Чокурчи; г — кремневое рубильце из Волчьего грота (Крым); д — кремневый остроконечник из Волчьего грота.

ми неандертальцами касается многих признаков. Негроидный или сходный с ним комплекс признаков наиболее четко выражен на черепе Схул V, европеоидный — на черепе Схул IV. На черепе Схул IX Я. Я. Рогинский отметил, правда, весьма предположительно, наличие монголоидных особенностей, но череп сохранился плохо и заключение это требует подтверждения.

2. Ископаемые находки заведомо современных по типу скелетов не могут быть датированы древнее, чем 30—35 тыс. лет. Поэтому есть основание полагать, что появление человека современного вида (думаю, что можно говорить о видовой специфике современного человечества) относится к промежутку времени между 40—35 тыс. лет от современности.

Существование двух очагов появления современного человека ставит вопрос о времени его формирования на западе и на востоке, об одновременности или, наоборот, разновре-

менности сапиентации в западном и восточном очагах. Теоретически говоря, можно предполагать обе возможности, как одновременность сапиентации, так и ее неодновременность. Малочисленность ископаемых находок мешает ответить на вопрос конкретно. Однако в первом случае мы сталкиваемся со значительной трудностью, ибо невозможно назвать разумную причину строгой синхронности сапиентации на западе и на востоке. В случае второго предположения эта трудность отпадает, зато возникает другой вопрос: почему сапиентные формы, появившись раньше на западе или востоке, не распространились в пределы другого очага? А это предположение подводит нас в конечном счете к моноцентризму. Причина существования двух очагов заключается, очевидно, в незначительной асинхронности сапиентации в обоих центрах и большом расстоянии между ними, хотя границы очагов не были абсолютными, о чем говорит отсутствие резкой археологической границы.

3. Что же касается нашего неандертального прародителя, то я не вижу никаких оснований отказываться от аргументированного А. Грдличкой представления о неандертальской фазе в эволюции современного человека. Работы в основном английских и французских исследователей, пытавшихся оспорить эту концепцию, основаны на единичных и фрагментарных находках. Исходя из этого, происхождение современного человека следует связывать именно с неандертальцем, а не с какой-либо другой формой.

Среди европейских неандертальцев выделяется обычно группа так называемых классических неандертальцев. Сделано много попыток показать, что эта группа не принимала участия в формировании современного человека. Мне эти попытки не кажутся убедительными.

4. Сосуществование неандертальцев с современным человеком на каком-то отрезке истории первобытного общества — в свете новых находок и полученных с помощью радиоуглеродного метода дат — представляется весьма вероятным. Отдельные неандертальские скелеты, найденные во Франции, датируются 28—30 тыс. лет до н. э., и, следовательно, длительность сосуществования неандертальцев и современных людей можно исчислять в несколько тысяч лет. Факт сосуществования не противоречит сделанному выше заключению о происхождении современного человека от неандертальца. Общебиологическими наблюдениями продемонстрировано достаточно убедительно, что смена одного вида другим, происшедшим от первого, никогда не осуществляется мгновенно.

5. Предположение, что эволюция привела к появлению в нескольких местах ряда видов, близких к *Homo sapiens*, с последующим выживанием лишь одного вида, представляется мне странным; я не вижу каких-либо оснований для подобного предположения.

6. Общее направление эволюции современного человека — формирование все более сапиентных особенностей, т. е. усиление наиболее ха-

рактерных признаков вида. Но особенно эти коренятся в психике, почему я и отношусь скептически к аргументации сторонников значительного физического изменения человека в будущем. Основания для такого скепсиса лежат в освобождении человечества от влияния отбора как направленно действующего фактора, и в социальных каналах связи между поколениями, что привело к появлению «коллективного мозга», т. е. к безграничным возможностям в накоплении и использовании информации.

В дополнение к выделенным И. И. Шмальгаузену двум основным формам отбора я выделил бы еще специально ту его форму, в которой отбор проявляет себя преимущественно в человеческом обществе, а именно рассеивающую форму. Перестав действовать по отношению ко всему виду в целом как направленная формообразующая сила, отбор определяет все многообразие локальных приспособлений к среде жизни. Человеческий вид заселил всю ойкумену, социальная среда исключительно

сложна,— все это и создает почти бесконечные предпосылки для видовой дифференциации. Поэтому наряду с огромными контингентами населения смешанного происхождения буквально на глазах возникают новые расовые группы (русские старожилы Сибири, население Гавайских островов). Широко распространенные прогнозы о полном смешении человечества в ближайшие столетия и исчезновении рас представляются поэтому преждевременными.

7. Влияние природных факторов на эволюцию я вижу в исключительно сильной зависимости человека как от биотических, так и от абиотических факторов географической среды: климата, влажности и температуры воздуха, зональных и местных особенностей биосферы, геохимической ситуации. Реальность всех этих связей продемонстрирована многочисленными исследованиями.

Социальными факторами эволюции можно считать следующие: специфика вида в той ее части, которая связана с социальной адаптацией; паной-

куменное расселение и безграничные возможности приспособления к самым разнообразным условиям; трудовые процессы, порождающие культуру в широком смысле слова, обеспечивающие активное воздействие на среду; усложнение взаимоотношений в цепи человек — среда; огромная численность человечества и его сложная иерархическая популяционная структура. В последнем особенно ярко проявляется роль социальных сил: именно социальные факторы (язык, культура, традиции) создают генетические барьеры, подразделяющие популяции. Влияние всех этих факторов стало определяющим, по-видимому, с самим появлением современного человека.

Что касается изменения влияния социальных факторов в будущем, то нужно постоянно помнить о двух моментах: а) неудаче всех предшествующих прогнозов будущего развития человечества; б) ускорении развития человечества, что еще более затрудняет эти прогнозы. Поэтому я и предпочитаю от них пока воздержаться.



*Сергей Аристархович Семенов, старший научный сотрудник ленинградского отделения Института археологии АН СССР. Работает в области археологии каменного века, исследуя преимущественно проблему труда в связи с антропогенезом. Основные монографии: *Первобытная техника*. М.—Л., 1957; *Prehistoric Technology*. L., 1964; *Развитие техники в каменном веке*. Л., 1968.*

Социальная роль огня

С. А. Семенов
Доктор исторических наук

Появление мыслящего существа — человека в царстве животных — поражает наше воображение, как бы мы ни были научно подготовлены к пониманию этого феноменального явления в природе. Если процесс антропогенеза признать «революционным переворотом» в органическом мире, хотя и протекавшим на протяжении 1,5—2 млн лет, то его значение станет тем более удивительным, что эта революция уже не может быть превзойдена в будущем. В нашем сознании не укладывается фантастическая

идея о появлении когда-либо неких суперменов, которые столь же радикально отличались бы от уровня современного человека, как последний отличается от питекантропа.

1 и 2. Традиционный спор между полигенистами и моногенистами в наши дни не имеет прежней остроты. Сейчас речь может идти лишь об одном или двух ареалах антропогенеза, связанных с Африкой и южной половиной Азии. Самые ранние этапы этого процесса исключаются из Европы

и Северной Азии; Австралия и Америка были заселены уже вполне сформировавшимся человеком.

3. Нет сомнения, что нашим прямым предком был неандерталец, ибо антропогенез не мог миновать эту стадию развития, неантроп не мог появиться в качестве непосредственного потомка архантропа. Другой вопрос, все ли неандертальцы были не только потенциальными, но и фактическими предками современного человека? Здесь нельзя ограничиваться однозначным ответом. Какая-то часть палеоантропов и, может быть, не только в Европе, по ряду причин, оказались вне филогенеза *Homo sapiens*. Известно, что весьма существенные особенности отделяют европейских неандертальцев (например, создателей Перигора или Ориньяка во Франции) в антропологическом и культурном отношении от обитателей Костенок или Мальты в Советском Союзе.

4. Не лишено вероятности, что неандертальцы из группы Шапелль вымерли при изменении экологических факторов или были истреблены людьми типа Кроманьон, обладавшими орудиями охоты дистанционного боя, если, конечно, самые поздние даты существования первых и самые ранние — вторых совпадали. Однако, хотя археологические свидетельства об этих двух фазах развития намного богаче антропологических, мы еще не вправе делать окончательного вывода.

Функциональное изучение мустьерских орудий из Кийк-Кобы, Старой Мечетки, из стоянки Рожок I, Носова, Воронцовской пещеры, Шайтана Кобы и др., убеждает нас в том, что охотники этой эпохи уже владели простейшим способом обработки кожи и шивания шкур. Об этом свидетельствуют каменные скребки и проколки-шилля, обнаруженные среди их орудий. Мустьерцы умели скоблить и строгать дерево, пользоваться некоторыми кремнями в качестве резцов. Их техника изготовления каменных ножей типа леваллуа знаменует крупнейшее достижение в финале древнего палеолита, служившее предпосылкой методам получения призматических пластин позднего палеолита.

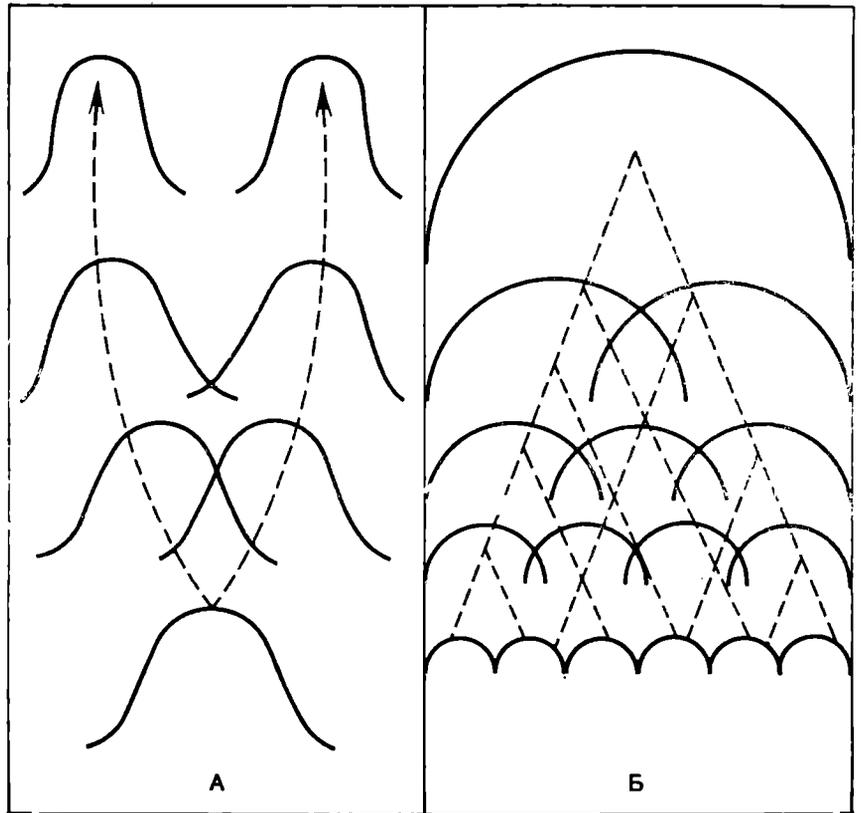


Рис. 1. Биологическое и социальное направления в развитии. А — расхождение путей в развитии организмов (по Дж. Симпсону); Б — процесс интеграции человеческих обществ.

Некоторые мустьерцы уже строили наземное жилище (Молодова).

И тем не менее весь комплекс появившейся впоследствии культуры *Homo sapiens* (техника обработки камня, кости, рога, жилище, одежда, искусство, живопись, орнамент, скульптура и т. д.) так разительно отличен и нов, что мы пока затрудняемся на базе имеющихся фактов располагать эти две эпохи — мустьерскую и позднепалеолитическую — как следующие одна за другой непосредственно.

5. На наш взгляд, *Homo sapiens* — это один вид, появление которого ни в коей мере не исключает межвидовой борьбы и даже уничтожения отдельных групп в пределах смежных территорий обитания, как достаточно полно о том информирует нас этнография. Но нельзя упускать и другую сторону, которая свойственна как древнейшему, так и современному

обществу: сосуществование, культурные контакты, обмен предметами труда и опытом, взаимопомощь, объединение. Именно эта сторона человеческих взаимоотношений — главный социальный фактор, именно она обеспечивала процесс завершения антропогенеза, численный рост охотников и собирателей, достигший возможного предела в мезолите.

6. По вопросу о направлениях эволюции *Homo sapiens* едва ли могут возникнуть диаметрально противоположные мнения, если примем во внимание принципиальные отличия, существующие между биологическим и социальным процессами. Органическая эволюция в основе своей линейна. Организмы развиваются по определенным филогенетическим путям, а переплетение различных видовых линий через случайную гибридизацию не дает жизнеспособного потомства. Каждый вид

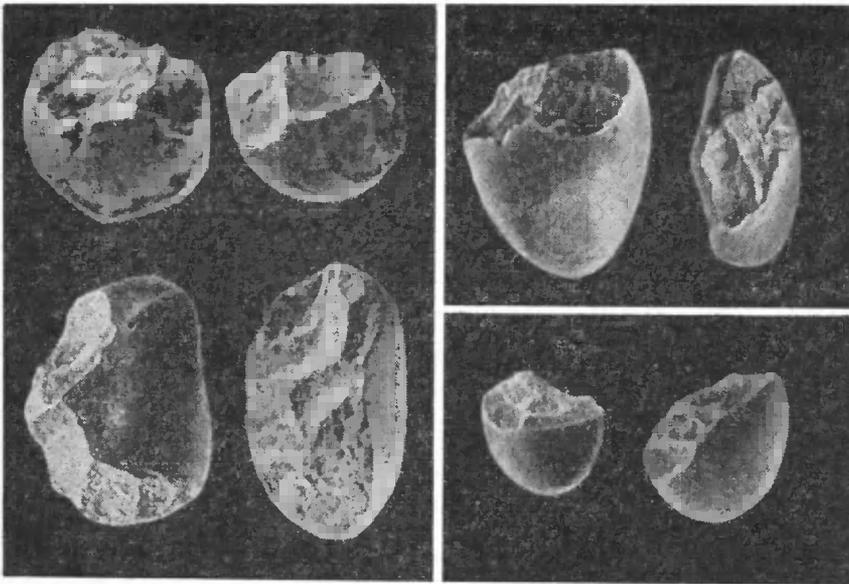


Рис. 2. Галечные орудия Северной Африки (Марокко). Древний палеолит.

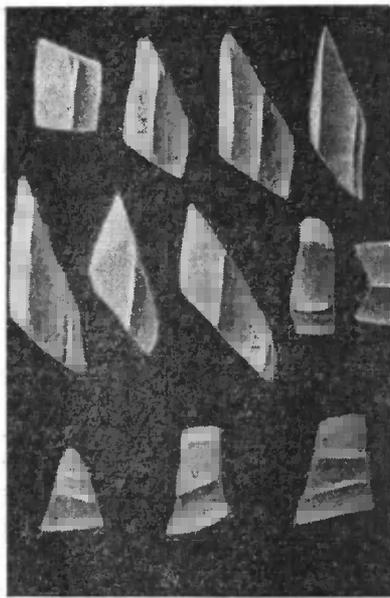


Рис. 3. Микролиты Дании. Мезолит.

в истории органического мира появляется только один раз, и сопровождающие его разновидности — лишь формы существования данного вида. Промежуточных форм в мире растительных и животных видов не установлено, так как процесс видогенеза

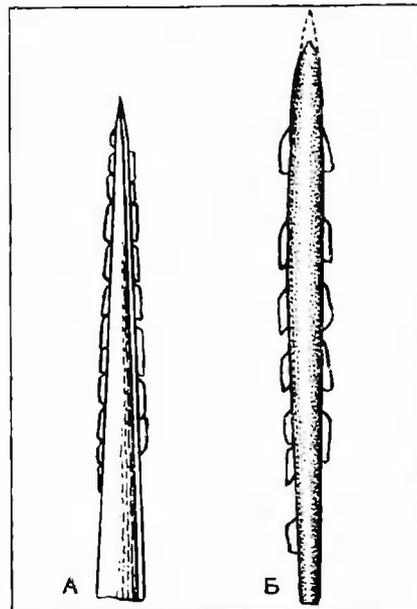


Рис. 4. Вкладышевые орудия из микролитов, А — кинжал в костяной оправе; Б — наконечник дротика в деревянной оправе.

идет в направлении дивергенции (рис. 1, А).

7. Социальная эволюция, происходящая под воздействием развития производительных сил, имеет нерасчлененный, синкретный характер. Как

эта эволюция отражалась в предметах материального производства, показывает развитие орудий труда. Археологические данные говорят о том, что уже в палеолите оно происходило конвергентно. Различные пути развития орудий труда вливались в общий процесс через объединение различных групп людей и сочетание их трудовых усилий. Процесс мог протекать как через непосредственные контакты племен, так и без таковых (инфильтрация, поэтапный и немой обмен), в результате чего между разными типами орудий постоянно возникали промежуточные формы ввиду исключительной variabilityности всех изделий человеческого труда. Поэтому преобразование орудий в руках человека пошло по пути ускорения темпов, что подчеркивает принципиально новые формы развития культуры.

Синкретный характер в эволюции вещей вследствие возрастающей роли культурного обмена, зарождающегося вместе с человеческим трудом, соответствует общим законам социально-исторического процесса. Если в животном или растительном мире эволюционный процесс шел в направлении дивергенции и сегрегации видов, то в человеческом обществе происходило обратное движение. Из мелких разрозненных групп охотников-собирателей раннего палеолита постепенно рождались предплеменные и племенные образования, которые позднее, с возникновением земледелия и животноводства, завершались образованием классовых обществ (рис. 1, Б).

Объединение племен осуществлялось двумя путями: культурно-экономическим и военно-политическим. Тенденция к объединению человеческих обществ должна была возникнуть на заре антропогенеза, иначе мы не в состоянии понять, почему на низких ступенях развития, когда разобщающая роль физико-географической среды еще оставалась могущественной, человечество, при всех расовых отклонениях от общего типа, продолжало сохранять свое видовое единство.

Одним из важнейших факторов ослабления разобщающего влияния физико-географической среды и зарож-

дения общества был огонь, «прирученный» человеком в шелль-ашельское время из естественных источников. Большинство археологов и антропологов уделяют мало внимания роли этого физико-химического средства труда в процессе антропогенеза, предпочитая останавливаться на значении орудий механического действия.

Научившись использовать огонь, человек получил в свои руки энергию космического происхождения. И впоследствии, когда остальные продукты природы — кремь, рог, кость, даже дерево — постепенно утрачивали свое первоначальное значение в созидательной деятельности общества, роль огня все возрастала: огонь превращался в универсальное орудие преобразования природы. Вместе с производством механических орудий труда, это физико-химическое средство воздействия на окружающую среду помогло преодолеть стадные формы жизни, способствуя разделению труда между полами, развитию интеллекта в направлении усиления предусмотрительности и расчета, предвидения ближайших последствий.

Использование огня как очага (основного средоточия женского труда), средства освещения, обогрева и защиты, обработки деревянных орудий — все это активизировало жизнь наших предков. Свет и тепло огня позволили человеку преодолеть власть суточных и сезонных циклов природы, господствующих в животном и растительном царствах. Огонь сделал доступным заселение всех климатических зон земного шара, освободив от жесткой привязанности к тропической и субтропической зонам.

Исключительная социальная роль огня состояла в том, что он не был собственностью какого-либо индивидуума или группы людей, что было особенно важно для того периода в антропогенезе, когда искусственное добывание огня оставалось неизвестным. Им можно было делиться с соседями без всякого ущерба для владельцев, ибо уголек, головешка из костра не обладали меньшей ценностью, хотя в них и заключалась гигантская мощь созидательной или разрушительной силы. Огонь привлекал людей своим светом, теплом, сближал их, создавая атмосферу до-

верия и расположения. Именно вокруг огня возникали те условия досуга и интереса людей друг к другу, когда рождалась потребность «что-то сказать», т. е. создавались предпосылки для пробуждения самосознания и формирования интеллекта, стимулируемого трудовой деятельностью.

Когда мы пытаемся проследить эволюцию каменных орудий — одно из основных завоеваний наших предков, — то убеждаемся в поразительных успехах, которые не могли быть достигнуты разобщенным человечеством. Почти на всей обитаемой территории наши предки начинали с грубых галечных орудий, наскоро оббитых немногими ударами (рис. 2), и кончали микролитами, изящными изделиями правильной геометрической формы, служившими деталями для сложных комбинированных (вкладышевых) орудий различного назначения (рис. 3). Эти микролиты изготовлялись при помощи скалывания, расщепления и ретуши, без применения техники шлифования, которая появилась позднее. Они вставлялись в костяные, роговые и деревянные оправы (рис. 4).



Геннадий Павлович Григорьев, научный сотрудник Института археологии АН СССР. Работает над вопросами истории первобытнообщинного строя. Основные публикации: *Начало верхнего палеолита и происхождение Homo sapiens. Л., 1968; Новые аспекты происхождения Homo sapiens. «Вопросы антропологии», 1970, вып. 34.*

Наши предки — неандертальцы

Г. П. Григорьев

Кандидат исторических наук

1. Формулировка дилеммы — моноцентризм или полицентризм — принадлежит антропологам. Точка зрения моноцентристов наиболее убедительно сформулирована Я. Я. Рогинским в ряде его работ. Хотя я не являюсь сторонником этой точки зрения, она не представляется мне вовсе лишенной убедительных доказательств. К их числу относится соотношение Ф. Добжанского относительно гораздо большей вероятности однократного возникновения вида *Homo sapiens*, чем пятикратного его возник-

новения в разных частях ойкумены. Весьма важно то обстоятельство, что наиболее ранние представители *Homo sapiens* обладали большим сходством между собой. Жаль, однако, что именно этому последнему обстоятельству антропологами уделялось мало внимания, если не считать установления своеобразия антропологического облика обитателей азиатского материка с самых ранних времен, начиная с синантропа (работы А. А. Зубова).

Мне хотелось бы обратить внимание на одно обстоятельство. По-моему, нельзя разрывать возникновение человека современного физического типа и возникновение остальных видов в роде *Homo*. Если считать, что возникновение *Homo sapiens* имело моноцентрический характер, то в этом случае и возникновение всех предшествующих видов должно было бы иметь подобный характер. Однако трудно допустить, что и атлантроп, и синантроп происходят от одного предка, что носители ашельской культуры распространились из одного центра на все материки. Различие между ашелем Африки и ашелем Европы сейчас стало в такой степени бесспорным, что с точки зрения археологии необходимо допустить разное происхождение ашельцев Африки и ашельцев Европы, ашельцев Передней Азии и ашельцев Индии. Поскольку происхождение нового вида невозможно отделить от происхождения той археологической эпохи, той ступени культурной эволюции, с которой прочно связывается этот тип, то неизбежно встает вопрос, каким законам возникновения нового должно быть отдано предпочтение: законам видообразования или законам развития культуры? До разрешения этого исходного вопроса мы, видимо, будем топтаться на месте. Законы видообразования предполагают, что новый вид может появиться лишь в каком-то одном месте (ср. замечания Ф. Добжанского по конкретному поводу — возникновению вида *Homo sapiens*). По законам развития культуры, в силу единства человеческой культуры, новые явления могут возникнуть независимо и в Старом и в Новом Свете. Конкретные формы взаимодействия этих законов должны быть очень сложны.

К сожалению, парижский симпозиум по происхождению человека современного физического типа не может считаться победой сторонников полицентризма; многих разочаровало, что симпозиум явно шел на поводу у Франсуа Борда и не столько отражал мнение сторонников полицентризма, сколько личное мнение Ф. Борда. Наиболее неприятное впечатление произвело включение в число аргументов полицентризма и ран-

него возникновения человека современного физического типа скелетных остатков из Омо, никому не известных до начала симпозиума. В резолюцию симпозиума они включены как относящиеся к среднему плейстоцену (т. е. более 150 тыс. лет тому назад), далее о них говорилось как о древностях, удаленных от нас на 60 тыс. лет, а в первой же публикации научного характера они оценивались как остатки более 30 тыс. лет тому назад... Далее, они если и относятся к виду *Homo sapiens*, то только в том случае, если в этот последний включать на правах подвида и неандертальца, и человека современного физического типа.

Конечно, следует иметь в виду изменение в наших представлениях относительно связи антропологического типа и ступени развития, которое произошло в последние годы. Так, если справедливо положение, что оловэйская культура связана с более примитивным типом человека, чем *Homo erectus*, то из этого не следует, как говорят об этом факты, что и носители культур клектонской и буда должны быть близки к *Homo habilis*. Носителями клектонской культуры были так называемые прогрессивные неандертальцы (пре-неандертальцы) или, по мнению других специалистов, пре-сапиенсы. Носителями культуры буда были весьма развитые существа, превосходящие по размеру своего мозга питекантропов.

2. По моему мнению, процесс возникновения человека современного физического типа был двусложным. Первым слагаемым этого процесса было возникновение человека современного физического типа на территории Европы и Передней Азии около 35 тыс. лет назад. На остальной части ойкумены возникновение того же типа затянулось. Этот процесс нам менее известен. Он характеризовался возникновением таких промежуточных форм, как Кохуна и Талгай в Австралии, Флорисбад и Дире Дауа в Африке. Во времени эта вторая часть того же самого процесса происходила 10—15 тыс. лет назад.

Запаздывание в сложении физического типа происходило на той же части ойкумены, где запаздало и сложение культуры верхнепалеолитиче-

ского типа. Эта часть включает всю Африку (кроме Киренаики), Южную и Юго-Восточную Азию, Китай и Сибирь. На всей этой территории либо совсем не было верхнего палеолита, либо он занимал лишь незначительную часть того периода, в течение которого он существовал в Европе и Передней Азии. Это был второй акт того же события, которое мы называем возникновением человека современного физического типа.

Защищаемой мною точке зрения противоречит находка черепа, относящегося бесспорно к *Homo sapiens* в пещере Ниа на Калимантане (Борнео) в слое с орудиями типа чопперов, т. е. с индустрией нижнепалеолитического типа. На территории Африки и Европы с индустриями, относящимися к этому уровню, встречаются остатки людей типа синантропов или палеоантропов. Даже если это уже верхнепалеолитическое время (по европейским масштабам), но в культуре нет элементов верхнего палеолита (Дире Дауа) или они не преобладают над более древними, например, атерийскими в Северной Африке, их носители принадлежат к типу более примитивному, чем *Homo sapiens*. Исходя из этого, проверенного во многих случаях положения, я считаю необходимым пока не основываться в конечных выводах на находке из Ниа; возможно, речь здесь идет об ошибке. Ведь дата для Ниа чрезмерно древняя (39,6 тыс. лет) даже для Европы и Ближнего Востока, где развитие культуры шло более быстрыми темпами в интересующий нас период. Не имеем ли мы здесь дело с впускным¹ погребением?

3. Нашими предками были, как мне кажется, палеоантропы — очень широкая морфологически группа, включавшая и таких явных неандертальцев, как шапельцы или табунский череп женщины (Табун I), так и существа, промежуточных по своему положению между неандертальцами и людьми современного физического типа. Мне кажется, что сейчас нако-

¹ Впускным называют позднее погребение, оказавшееся («впущенное») при копании могилы в более древнем слое.

пились достаточно данных для того, чтобы не считать Западную Европу районом обитания одних только неандертальцев шапелского типа, а Ближний Восток — районом обитания прогрессивных палеоантропов и существ, переходных от неандертальца к человеку современного физического типа. И тот, и другой вид палеоантропов обитал в обоих регионах, исторические судьбы которых были весьма схожи. Сейчас все большее количество фактов говорит о том, что предками монголоидной расы были азиатские палеоантропы. Остается допустить, что и в Африку люди современного физического типа не пришли откуда-нибудь, а сформировались на месте, но позже, чем в Европе. Наличие сильно специализированных форм палеоантропов в Африке не означает, что они — единственная разновидность африканских палеоантропов. Возможно, что скелетные остатки из Омо, поспешно объявленные *Homo sapiens*, и есть представители таких, ранее неизвестных неспециализированных (т. е. лишенных консервативных черт, уклоняющихся в сторону от линии, ведущей к *Homo sapiens*) палеоантропов.

4. Современный человек безусловно сосуществовал с неандертальцами. Человек из Дире Дауа был современником европейских неантропов. В самой Африке одновременно с людьми, носителями культуры дабба верхнепалеолитического типа, жили палеоантропы. Но в Европе такое существование если и имело место, то было очень недолгим. Причиной исчезновения неандертальцев была их постепенная эволюция в направлении *Homo sapiens*. Но я уверен, что здесь не было межвидовой борьбы. Население Африки второй половины верхнего плейстоцена принадлежало в основном к кругу палеоантропов, но оно не было вытеснено или истреблено европейскими неантропами. Лишь внутренняя эволюция населения африканского материка привела к исчезновению физического типа, недостаточно приспособленного к общественной и производственной жизни на новом уровне. Нет никаких свидетельств вторжения европейских неантропов и на азиатский материк.

5. Мне кажется, что вопрос о появлении ряда видов, близких к *Homo sapiens*, сформулирован недостаточно точно. Вида, который бы не относился к *Homo sapiens* и при этом не был бы палеоантропом, не существовало. Что же касается более мелких различий внутри формирующегося вида *Homo sapiens*, то они были масштаба меньшего, чем видовой.

6. Я не чувствую себя компетентным в этих вопросах.

7. Я придерживаюсь той точки зрения, что социальные факторы появились одновременно с появлением сознательного труда — первого социального качества, т. е. — для археолога — с появлением первых орудий труда. Ряд исследователей считает необходимым отделять от архаической формации период становления человека и общества. Логическая сторона этой концепции была разобрана В. С. Сорокиным. Что касается фактической стороны, то открывшаяся нам сложность олдовэйского набора орудий не позволяет отделять олдовэй от ашеля. Для обеих эпох каменные орудия служат надежными свидетельствами труда. Одинаковы и свидетельства об охоте на крупных хищников в олдовэйское время и в ашельское время: это кости животных, найденные вместе с каменными орудиями и отбросами их производства.

К социальным закономерностям относится прежде всего постоянное и все возрастающее ускорение развития производительных сил. Сторонниками противоположной точки зрения уже было отмечено обстоятельство, как будто противоречащее нашему утверждению: относительная медленность развития чопперов — основной категории орудий труда олдовэйской эпохи. Но ведь сравнивать это относительно медленное развитие нужно не с развитием в последующие эпохи, а со скоростью эволюции. Стоит сравнить эволюцию приматов, не вставших на путь гоминизации, с развитием рода *Homo* и его культуры, как ускорение станет очевидным, и тем более очевидно ускорение развития при переходе от олдовэйской эпохи к ашельской — первое уыстрей-

ние темпа в пределах собственно человеческой истории. К числу специфически социальных факторов развития относится и новое взаимоотношение между окружающей природной средой и новым биологическим видом — родом *Homo*.

Не изменение природной среды заставляло человека переходить с одной ступени развития на другую, ибо ничтожно малое изменение природной среды за то же самое время почти не привело к изменению физического облика павианов. Да и сами изменения в физической организации человека не имели приспособительного значения. Уже к среднему ашелю человек расселился в пределах всей ойкумены, не будучи, в отличие от животных, привязан к какой-то определенной климатической зоне.

Совершенно своеобразно по сравнению с животным миром сложились отношения между разными видами человека. Бесспорно, более вооруженный человек современного физического типа, живший 30 тыс. лет назад в Азии, в Европе и на маленьком пятчке Африки — в Киренаике, не вытеснил своих современников, палеоантропов Африки и Азии. Никаких следов проникновения европейцев на африканский материк до сих пор не найдено (для этого отрезка времени).

К моменту сложения производящего хозяйства относится первый пример влияния природной среды на темпы развития человеческой культуры. Если до этого природные блага, использовавшиеся человеком, были более или менее равномерно распределены по всей ойкумене, и природная обстановка не ускоряла и не замедляла развитие разных групп населения, то теперь те группы населения, которые жили в районах, где произрастали растения, пригодные для аккультурации и животные, пригодные для одомашивания, получили преимущества сравнительно с населением других районов.

УДК 572.1/4

Предварительное исследование лунных образцов, доставленных «Аполлоном-12»

Группа по предварительному исследованию лунных образцов

Публикуется сокращенный текст отчета, составленного большой группой специалистов о предварительных данных исследования образцов лунного грунта, доставленных на Землю экипажем «Аполлона-12» в составе Чарлза Конрада, Ричарда Гордона и Алана Бина.

Настоящий обзор представляет собой первое научное сообщение об исследовании лунных образцов, доставленных «Аполлоном-12», совершившим 19 ноября 1969 г. посадку на Луну в районе Океана Бурь, к юго-юго-западу от кратера Коперника. С 25 ноября большая часть образцов находилась в приемной лаборатории лунных образцов Хьюстонского центра пилотируемых полетов (штат Техас), где были проведены физические, химические, минералогические и биологические анализы собранного материала.

Образцы из Океана Бурь, доставленные «Аполлоном-12», отличаются от образцов из Моря Спокойствия, собранных астронавтами «Аполлона-11», по ряду факторов:

1) Если принять земные стандарты оценки возраста, породы из Океана Бурь примерно на 1 млрд лет моложе пород из Моря Спокойствия. 2) Около половины материала, доставленного «Аполлоном-11», было представлено микробрекциями, тогда как из 45 образцов пород, собранных астронавтами «Аполлона-12», только 2 образца — брекчии. 3) Мощность реголита в месте посадки «Аполлона-12» приблизительно вдвое меньше мощности реголита в месте посадки «Аполлона-11». 4) Содержание компонентов солнечного ветра в мелкоиздробленном материале, доставленном «Аполлоном-12», за-

метно ниже, чем в случае «Аполлона-11». 5) Кристаллические породы, собранные экипажем «Аполлона-12», отличаются значительным разнообразием по минералогическому составу и структуре по сравнению с однотипными породами, доставленными «Аполлоном-11». 6) «Неземной» характер химического состава образцов из Моря Спокойствия (высокое содержание элементов, образующих тугоплавкие соединения, и низкое содержание летучих элементов) проявляется в образцах из Океана Бурь в меньшей степени. 7) Химический состав мелкоиздробленного материала, доставленного «Аполлоном-12», аналогичен химическому составу брекчий, но отличается от химического состава кристаллических пород, что не было так резко выражено в образцах, доставленных «Аполлоном-11».

Программа, выполненная экипажем «Аполлона-12»

В период работы на лунной поверхности астронавты собрали образцы лунных пород, произвели фотографирование образцов пород, лунной поверхности и лунного ландшафта и установили следующие доставленные на «Аполлоне-12» приборы для экспериментов на поверхности

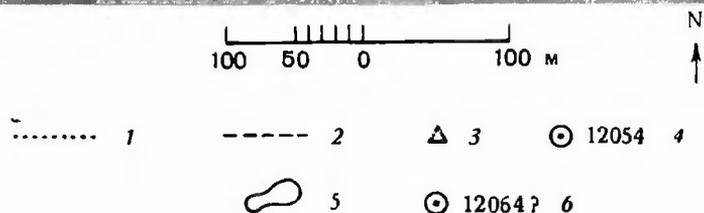
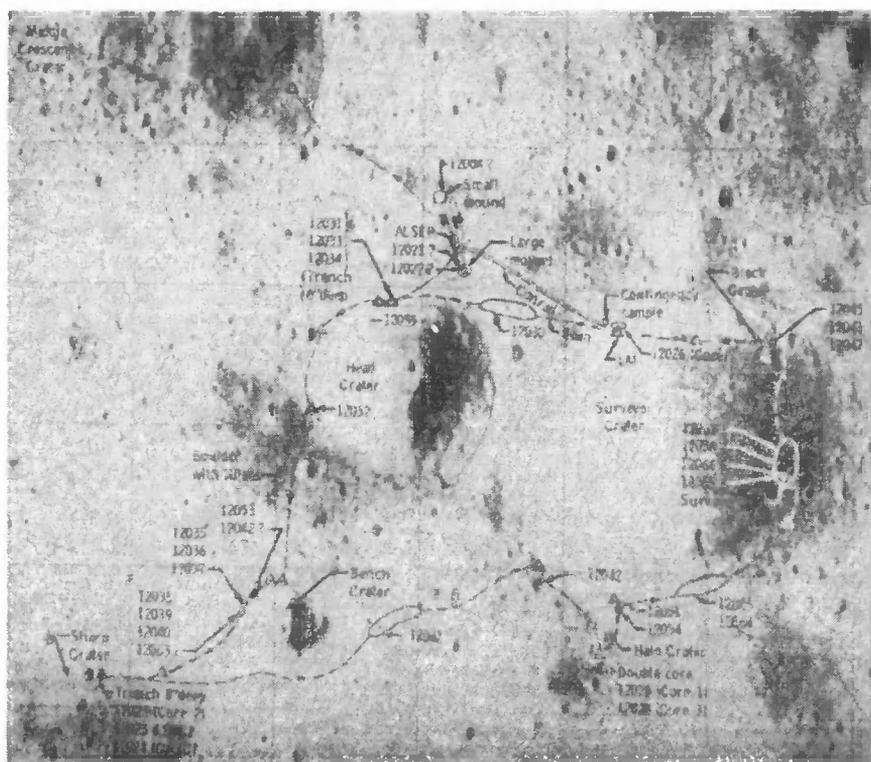
Луны: центральную энергетическую установку, пассивный сейсмометр, ионную ловушку с холодным катодом, чувствительный термический ионный детектор, спектрометр солнечного ветра и магнетометр. Астронавты также сняли ряд деталей с аппарата «Сервейор-3» и экспонировали фольгу для изучения компонентов солнечного ветра.

Геология района посадки

Отважные астронавты совершили посадку примерно в 120 км к юго-востоку от кратера Лансберг на северо-западной части вала кратера Сервейор (в который 20 апреля 1967 г. опустился «Сервейор-3») с координатами 23°34' в. д. и 2°45' ю. ш. Место посадки находится на широком луче кратера Коперник.

Район посадки характеризуется скоплением кратеров диаметром от 50 до 400 м. Маршрут астронавтов проходил в большинстве случаев по валам или в непосредственной близости от валов этих кратеров, а также на отложениях выбросов из кратеров.

Лунная поверхность в районе посадки слагается из обломочного материала — реголита, который состоит из частиц самых различных размеров — от очень мелких, не видимых невооруженным глазом, до крупных обломков, достигающих нескольких



Район посадки «Аполлона-12». Условные обозначения: 1 — маршрут астронавтов во время первого периода их работы на лунной поверхности; 2 — маршрут астронавтов во время второго периода их работы на лунной поверхности; 3 — фотографическая контрольная станция; 4 — место сбора образцов. Номер образцу присписан в лаборатории по приему лунных образцов; 5 — участок, где был собран образец. Точное место взятия образца в пределах участка не определено; 6 — предполагаемое место сбора образца.

метров. На многих участках маршрута астронавты обнаружили тонкозернистый материал с относительно высокой отражательной способностью, выходящий на поверхность в нескольких местах. Прерывистые отложения этого светло-серого материала, возможно, и являются теми образованиями, которые в телескоп видны как лучи кратера Коперник. Темный реголит, обычно перекрывающий светло-серый материал, в некоторых местах имеет мощность

всего в несколько сантиметров, однако на валах отдельных кратеров мощность его, по-видимому, увеличивается.

На поверхности реголита и в составе его присутствуют шарики и неправильной формы небольшие обломки стекла. Стекло разбрызгано на поверхности некоторых пород и внутри многих мелких кратеров.

Относительно большие кратеры в районе посадки заметно различаются по возрасту, что проявляется как в

большом разнообразии их морфологии, так и в изменении выброшенного материала.

Породы, собранные в месте посадки «Аполлона-12», являются в основном кристаллическими, тогда как в месте посадки «Аполлона-11» кристаллические породы составляли только около половины собранных образцов; другая половина была представлена микробрекчиями. Это различие обусловлено, возможно, тем, что образцы пород из района посадки «Аполлона-12» были собраны преимущественно вблизи или непосредственно на валах кратеров. Слой реголита на этих валах очень тонкий или плохо развитый, и многие обломки породы выброшены, по-видимому, из тех кратеров, которые вскрывают скальное основание, подстилающее реголит. С другой стороны, Море Спокойствия находится в пределах развития более мощного и зрелого реголита, где значительная часть обломков возникла в результате литификации материала реголита с образованием брекчий. Эти обломки были выброшены из кратеров, слишком мелких для того, чтобы вскрыть скальное основание.

Механические свойства лунного грунта

Реголит в районе посадки «Аполлона-12» в основном повторяет свойства реголита в Море Спокойствия. Однако наблюдаются и некоторые существенные различия в свойствах грунта обоих районов посадки.

Астронавты с «Аполлона-12» смогли ввести пробоотборник в грунт на полную глубину (около 70 см для двухсекционного пробоотборника), в то время как астронавтам с «Аполлона-11» удалось ввести его лишь до глубины 15 см. Правда, не исключено, что проходка стала более легкой из-за некоторой разницы в конструкции пробоотборников. Астронавтами с «Аполлона-12» была вырыта траншея глубиной в 20 см, которую, как они сообщили, можно было бы без особого труда еще углубить. Астронавтам же с «Аполлона-11» удалось выкопать траншею лишь до глубины около 10 см.

Как следует из предварительных исследований фотографий, доставленных астронавтами с места посадки «Сервейора-3», за последние два с половиной года поверхность грунта не подверглась сколько-нибудь значительным изменениям. Траншеи, вырытые механической рукой «Сервейора-3», так же как и вафельные следы опор «Сервейора-3», за этот период почти не изменились. «Сервейор-3» был покрыт тонким слоем пыли.

Минералогия и петрология

Большая часть крупных образцов, доставленных «Аполлоном-12», представляет собой полнокристаллические породы, весьма разнообразные по структуре и минералогическому составу, что обычно характерно для изверженных пород. Были также доставлены два образца брекчий. Кристаллические породы, так же как и микрогаббро и базальтовые породы, доставленные «Аполлоном-11», состоят в основном из клинопироксена, кальциевого плагиоклаза, оливина и ильменита. Однако они отличаются большим разнообразием относительных количеств минералов, зернистости и структуры.

Изверженные породы

Все изверженные породы, собранные в районе посадки «Аполлона-12», являются пористыми, около половины их содержит пузырьки, размер которых колеблется от 0,1 до 40 мм в диаметре. Чаще всего внутренняя поверхность пузырьков покрыта кристаллами плагиоклаза, пироксена или оливина, ориентированными тангенциально или субпараллельно стенкам пузырьков. В пустотах находятся идиоморфные кристаллы пироксена и оливина и менее совершенные по форме кристаллы плагиоклаза, ильменита и шпинели. Общий объем, занимаемый пустотами и пузырьками в породах из Океана Бурь, обычно меньше, чем в образцах из Моря Спокойствия. Пустоты имеют неправильную форму и в более грубозернистых породах встречаются по периферии сноповидных

агрегатов пироксена и плагиоклаза. В одном из образцов кристаллы пироксена рельефно выступают на стенке трещины. В пустотах и вдоль трещины кристаллы заметно крупнее, чем минералы основной массы. Наблюдаемые различия в размерах зерен могут, вероятно, объясняться разницей в скоростях охлаждения.

Размер зерен в изверженных породах меняется от 0,05 до 35 мм. Структуры пород весьма разнообразны, многие из них типичны для вулканических и плутонических пород Земли; значительная часть пород представляет собой равномернозернистые габбро, некоторые — офитовые или субофитовые диабазы, встречаются также вариолитовые базальты. В основной массе порфировидных пород, содержащих вкрапления пихонита, наблюдаются перьевидные сростки пироксена и плагиоклаза. Кристаллы оливина в большинстве собранных пород представляют собой идиоморфные зерна, более крупные по размеру, чем основная масса.

Минералогический состав пород отражает высокое содержание в них железа. Содержание титана в породах из Океана Бурь ниже, чем в образцах из Моря Спокойствия, что сказывается в меньшем содержании ильменита. Отмеченные структурные и минералогические различия могут быть хорошо объяснены фракционной кристаллизацией и аккумуляцией материала во время охлаждения базальтовой магмы.

Для доставленных «Аполлоном-12» пород характерно большое разнообразие их количественного минералогического состава, особенно в сравнении с образцами, доставленными «Аполлоном-11». Состав пород меняется от богатых пироксенами перидотитов (образец 12075: пироксен — 50%, оливин — 40%, плагиоклаз — 10%), оливиновых габбро (образец 12036: пироксен — 25%, оливин — 40%, плагиоклаз — 25%, ильменит — 10%) и габбро (то же, что и в случае образцов, доставленных «Аполлоном-11») до троктолитов (образец 12035: пироксен — 15%, оливин — 40%, плагиоклаз — 45%).

Так, образец 12013 состоит практически целиком из плагиоклаза и са-

нидина и, судя по минеральному составу и содержанию редких элементов, это продукт поздней стадии дифференциации.

Некоторые образцы пород обнаруживают характерные плоскостные признаки, такие как трещины и линейно вытянутые пустоты; однако обычно породы не слоисты и не содержат линейных структур. Все породы свежие и не обнаруживают признаков гидратации или окисления, столь характерных для последней стадии земных магматических процессов.

Минералогия

Минералы, идентифицированные в образцах из Океана Бурь, в основном те же, что и в образцах из Моря Спокойствия. Достоверно определены стекло, плагиоклаз, пироксен, оливин, низкотемпературный кристобалит, ильменит, санидин, троилит и самородное железо. Оптическими методами качественно определены шпинель, тридимит, самородная медь и железистый аналог пироксмангита.

Плагиоклаз присутствует во всех образцах пород в количестве от примерно 5—10% (образец 12075) до 70% (образец 12013). Содержание анортитовой составляющей в плагиоклазе колеблется от 50 до 90%, составляя в среднем примерно 80%. Некоторые плагиоклазы зональны, многие свдвойникованны. Наиболее часто встречаются таблитчатые кристаллы.

Пироксены, преобладающие минералы в большинстве образцов, представлены пихонитом и субкальциевым авгитом. Отношение $Fe/(Fe+Mg)$ близко к 0,5.

Оливин присутствует почти во всех образцах (в отличие от образцов, доставленных «Аполлоном-11»). Его примерный состав: $(Ca_{0,05}Mg_{0,6}Fe_{0,35})_2 \cdot SiO_4$. Оливин обычно содержит включения девитрифицированного стекла или агрегаты плагиоклаза, пироксена и ильменита. В некоторых зернах наблюдаются включения шариков стекла. Оптическими методами предположительно определены зерна фаялита — железистого конечного члена группы оливина. Так же предположи-

тельно методом рентгеноструктурного и оптического (в шлифе образца 12013) анализов был идентифицирован санидин. Был обнаружен низкотемпературный кристобалит, встречающийся как в виде агрегатов в интерстициях, так и в форме идиоморфных и гилидоморфных кристаллов.

Содержание ильменита, определенного рентгеноструктурным, морфологическим и оптическим методами анализа, колеблется от менее 1% до 25%. В отраженном свете заметно срастание некоторых зерен ильменита с другим, неидентифицированным окислом. Присутствие октаэдрических форм непрозрачных минералов неизвестного состава, находящихся внутри зерен оливина и в пустотах, указывает на возможность нахождения шпинели. Кроме того, обнаружено не менее трех других неидентифицированных непрозрачных фаз. Во всех аншлифах был найден троилит.

Самородное железо встречается в виде капель в интерстициях и обычно не ассоциирует с зернами троилита, в то время как в образцах, доставленных «Аполлоном-11», капельки железа находятся в троилите. Капельки самородного железа ассоциируют с ильменитом чаще, чем с другими мичералами.

Стекло встречается в виде мелких включений в промежутках между кристаллами в некоторых кристаллических породах, в виде шариков и в составе основной массы в обломочных породах, а также в виде тонкой пленки на некоторых обломках.

Брекчии

Один из собранных образцов породы представляет собой обломочную брекчию, сходную с брекчиями из Моря Спокойствия. Было также собрано два сколка брекчий. Главные компоненты брекчий — пироксен и плагиоклаз с аксессуарными примесями оливина и стекла; кроме того, присутствуют также обломки пород. В среднем по минералогическому составу брекчии менее богаты оливином, чем большинство собранных пород. В изученном образце породы развита некоторая сланцеватость, которая выражается в том, что

слагающие ее обломки минералов и пород субпараллельны. Обломки пород достигают размера 20×10 мм и представлены как изверженными, так и обломочными породами, что указывает на неоднократные явления дробления и литификации.

Характер поверхности обломков пород

Большая часть крупных образцов кристаллических пород, доставленных «Аполлоном-12», так же как и образцы, собранные астронавтами «Аполлона-11», имеют сглаженную с одной стороны поверхность, на которой наблюдаются выстланные стеклом лунки.

Другие поверхности могут быть угловатыми и трещиноватыми. Маленькие лунки, наблюдающиеся на поверхности образцов пород, имеют плотность распределения от 1 до 30 на см². Угловатые, обращенные книзу поверхности обломков пород или вообще не содержат лунок, или содержат их в очень незначительном количестве. Лунки, видимые под бинокулярным микроскопом, имеют диаметр от 0,1 мм до 1 см, отношение их глубин к диаметру около 0,2. Большинство лунок круглые, некоторые имеют овальную форму с длинной осью, параллельной вытянутым кристаллам полевого шпата или пироксена в крупнокристаллических породах. Выстилающее лунки стекло заметно варьирует по толщине и пористости. Вокруг лунок на поверхности кристаллических пород наблюдаются белые гало мелкодробленного вещества образует на поверхности породы корку толщиной 1—2 мм. Ударные лунки на корочках стекла окружены радиальными трещинами. Корочки стекла, выстилающие лунки, слегка выступают над поверхностью многих средне- и крупнокристаллических пород. По-видимому, эти покрытые стеклом выступы более устойчивы к эрозии, чем сама порода. На поверхности пород часто наблюдаются неправильной формы пятна разбрызганного стекла.

Мелкодробленный материал

Мелкодробленный материал, собранный в Океане Бурь, отличается от образцов из Моря Спокойствия более светлой окраской и иным соотношением фаз. Главными компонентами мелкодробленного материала из Океана Бурь являются следующие (в порядке уменьшения их содержания): пироксен (авгит, субкальциевый авгит, пижонит), плагиоклаз (битовнит, анортит), стекло и оливин. В меньших количествах, составляя в сумме несколько процентов, присутствуют ильменит, низкотемпературный тридимит, низкотемпературный кристобалит, никелистое железо и несколько неидентифицированных фаз. Предположительно идентифицирован железистый аналог пироксмангита.

Содержание стекла в мелкодробленном материале, доставленном «Аполлоном-12», составляет около 20%. Стекло представлено сферическими и гантелевидными частицами, а также угловатыми обломками; цвет стекла изменяется от бесцветного через бледный светло-коричневый и коричневый до темно-коричневого; показатель преломления обычно лежит в интервале 1,55—1,75. Для окрашенных стекол характерны пузырьки и твердые включения. В отличие от мелкодробленного материала, доставленного «Аполлоном-11», здесь сравнительно редки полевошпатовые стекла, темноокрашенные и почти непрозрачные стеклянные сферонды и обломки темных шлаковых стекол.

Пироксены составляют примерно 40% мелкодробленного материала.

Содержание оливина в мелкодробленном материале из Океана Бурь выше, чем в образцах из Моря Спокойствия, и колеблется от 5 до 10%.

Два образца мелкодробленного материала светло-серого цвета выделяются среди других: один представлен светлыми прослоями в колонке грунта из двухсекционного пробоотборника, а другой — задокументированный образец 12033 — взят из

траншеи недалеко от северо-западной части вала кратера Голова. Образец 12033 состоит из резко угловатых зерен полевого шпата с примесью зерен оливина и пироксена, а также содержит значительное количество базальтового стекла. Наиболее крупные (диаметром 1 мм) обломки стекла — пемзовидные; они характеризуются хорошо выраженной флюидальной структурой и содержат пузырьки продолговатой формы. Более мелкие обломки стекла угловаты, в некоторой степени пузырчатые и обладают флюидальной структурой, проявляющейся в ориентировке микролитов. Этот образец, по-видимому, витрокристаллический пепел, многие свойства которого аналогичны свойствам вулканических пеплов Земли.

Мелкораздробленный материал включает много округлых зерен с большим количеством сколов на поверхности, которые напоминают зерна земных обломочных песков. Многие зерна слегка удлинены и сплюснены, размер их весьма различен, достигая 0,1 мм и менее. Предполагается, что эти зерна возникли в результате механического разрушения. Они состоят главным образом из стекла, реже пироксена и плагиоклаза или сростаний этих минералов.

Явления ударного метаморфизма в лунных образцах

Явления ударного метаморфизма в образцах, доставленных «Аполлоном-12», аналогичны по характеру и по частоте встречаемости явлениям, наблюдаемым в образцах из Моря Спокойствия. Шарик и брызги стекла, образовавшиеся при ударном плавлении, и обломки минералов, витрифицированных в результате удара, присутствуют как в мелкораздробленном материале, так и в микробрекчиях. Большинство крупных обломков кристаллических пород, доставленных «Аполлоном-12», очевидно, или совсем не подвергались удару, или подвергались удару в незначительной степени, однако некоторые кристаллические породы несут следы умеренного (до сильного) удара.

Изучение образцов колонок грунта из пробоотборника

Колонки грунта отличаются от собранных ранее в Море Спокойствия четкой стратификацией и наличием двух связанных коркообразных слоев. В остальном они сходны — грунт рыхлый, состоит главным образом из мелкообломочного материала, цвет серый с небольшими вариациями, материал производит впечатление неокисленного, содержание стекла, включая шарики, значительное. Грунт состоит из слабо связанных непрочных структурных единиц, варьирующих от тонких округлых похожих на крошки частиц диаметром 1—2 мм до неправильных блоков или угловатых комков с максимальным размером до 5 мм.

Первая колонка грунта, взятая астронавтами, имеет длину 19,3 см. Цвет ее серый до темно-серого.

Результаты механического анализа трех образцов из первой колонки аналогичны результатам, полученным для образцов, доставленных «Аполлоном-11». Наклон кумулятивных кривых и, следовательно, степень сортировки очень похожи для всех трех образцов. Однако с увеличением глубины отбора материал грубеет. Средний размер зерен меняется от 0,062 мм в образце с поверхности до 0,074 мм в середине колонки и до 0,11 мм в самой глубокой ее части.

Стратификация и изменения в морфологии наиболее четко выражены в колонке, взятой двухсекционным пробоотборником в кратере Гало. Грунт заполнил всю нижнюю 32-сантиметровую секцию и 9,3 см верхней секции. В колонке можно выделить, по крайней мере, 10 слоев, или горизонтов. Среди других особенно выделяется грубый слой угловатых обломков пород, минералов и стекла (преобладают зерна оливина и обломки богатых оливином габбро). Механический анализ этого слоя показал, что наклон кумулятивной кривой распределения зерен по размеру и, следовательно, степень сортировки, примерно такой же, как и для более мелкозернистых образцов, но вся кривая смещена в сторону более грубых размеров. Если кривую рас-

пределения экстраполировать в неизученную область (>2 мм), средний размер зерен получается равным 4,9 мм.

Резкий характер контактов этого грубозернистого слоя с выше- и нижележащим более тонким материалом, а также отсутствие в нем тонкозернистой фракции, свидетельствуют о первичном ударном происхождении этого слоя. Постепенное возрастание размеров зерен с глубиной (по данным трех анализов из первой колонки) свидетельствует также о том, что размер их вследствие переработки с течением времени уменьшается.

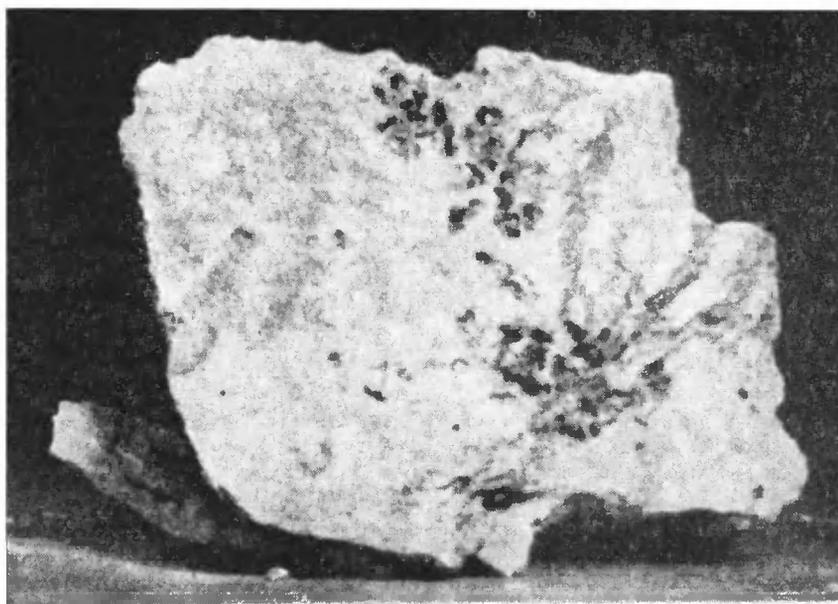
Химический состав

Химические анализы образцов были выполнены внутри биологического барьера и производились главным образом методом оптической спектрографии на спектрографе Jarrell — Ash Ebert с дисперсией 5,2 Å/мм.

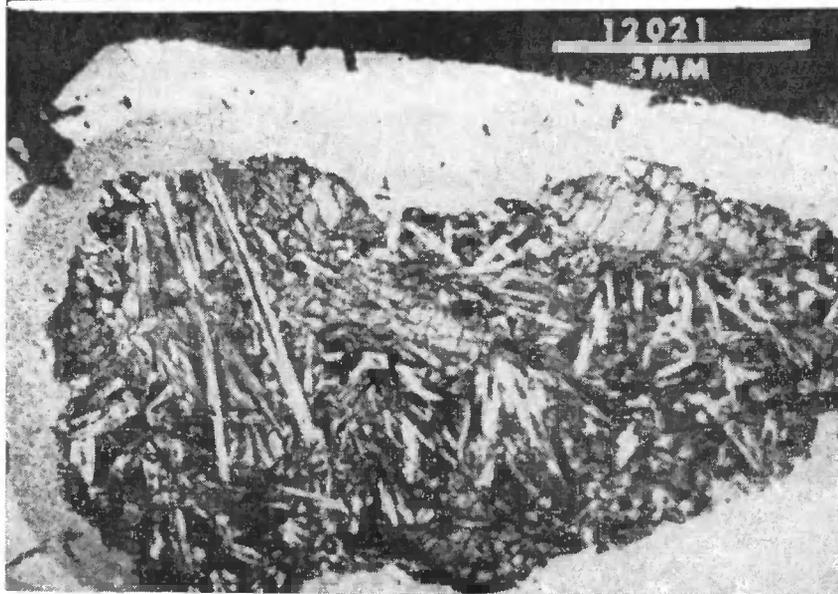
Главными компонентами образцов (в порядке уменьшения их относительного содержания) являются: Si, Fe, Mg, Ca, Al и Ti. Судя по преобладанию в образцах силикатных и окисленных минеральных фаз, можно заключить, что главным анионом является кислород. Второстепенные компоненты представлены Sr, Na, Mn и K, которые присутствуют в незначительном количестве (0,05—0,06%). Подобных концентраций достигают иногда Ba и Zr. Другие компоненты чаще всего присутствуют в количестве менее 0,02%. Летучие элементы (Pb, V, Bi, Tl и т. д.) находятся обычно в количествах ниже предела чувствительности применявшихся спектрографических методов, хотя в образце 12013 были определены Pb (~0,003%) и V (~0,002%). Золото, серебро и элементы группы платины не были обнаружены ни в одном из образцов.

Химический состав кристаллических пород, по сравнению с мелкораздробленным материалом, характеризуется более низким содержанием Rb, K, Ba, Y, Zr и Li и повышенным содержанием Fe и Sr.

Мелкораздробленный материал и брекчия обычно довольно похожи по составу и не могли быть образованы



Образец 12052 — типичная мелкозернистая кристаллическая порода. Заметны скопления пустот, образующие, возможно, стратиграфически выдержанный слой. В пустотах присутствуют крупные идиоморфные кристаллы пироксена и оливины.



Фотография шлифа. Порфировидное габбро с вариолитовой структурой. Фенокристаллы представлены пирокситом. Радиальные пластинки — сростки пироксена и плагиоклаза.

непосредственно из образцов крупных кристаллических пород. По содержанию никеля в брекчиях и мелкораздробленном материале можно оценить верхний предел количества метеоритного материала, вошедшего в состав лунного реголита. Если считать, что среднее содержание никеля в метеоритах равно 1,5%, то, принимая весь никель реголита за метеоритный, получаем, что доля метеоритного вещества в реголите составляет примерно 1%.

Химический состав материала из обоих морских районов посадки до-

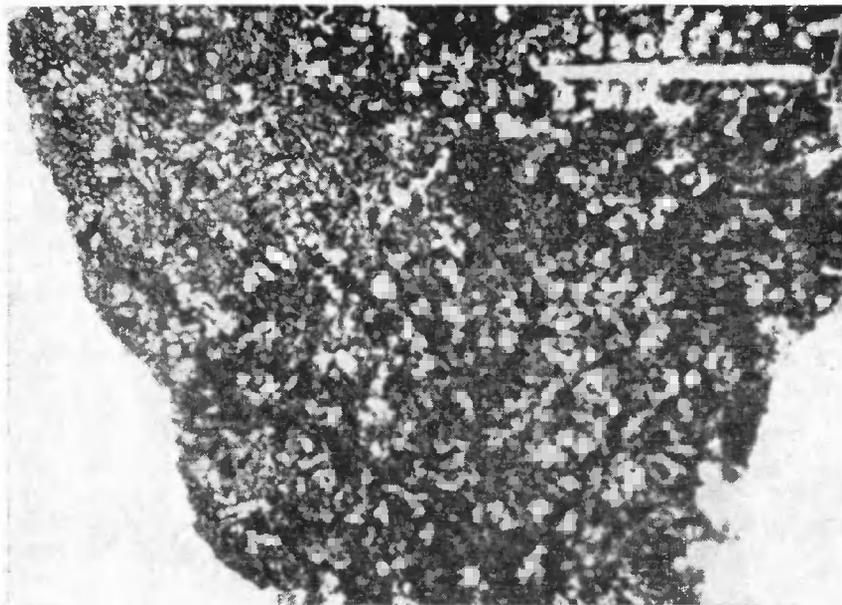
вольно близок. Для него характерны высокие концентрации тугоплавких элементов и низкие — летучих, что отличает лунный материал от всякого другого. Различия между образцами пород из Океана Бурь и Моря Спокойствия сводятся к следующим:

1) Более низкие концентрации Ti как в породах, так и в мелкораздробленном материале, доставленном «Аполлоном-12». Содержание Ti в материале из Океана Бурь колеблется от 0,72 до 3,4% (от 1,2 до 5,1% TiO_2), в материале из Моря Спокойствия — от 4,7 до 7,5% (от 7 до 12% TiO_2).

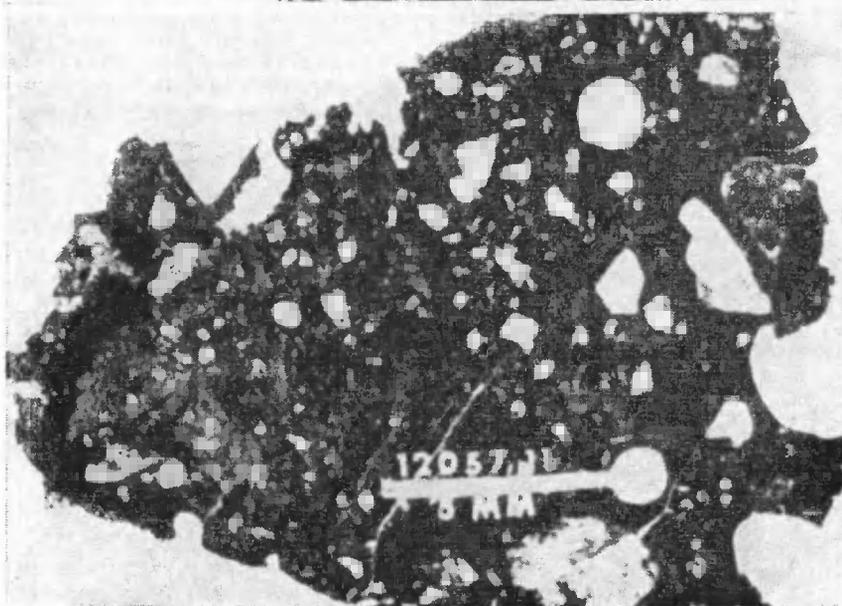
2) Более низкие концентрации K, Rb, Zr, Y, Li и Ba в породах, собранных астронавтами «Аполлона-12».

3) Более высокие концентрации Te, Mg, Ni, Co, V и Sc в кристаллических породах, доставленных «Аполлоном-12». Эти данные согласуются с более мафическим характером пород из Океана Бурь.

4) Значительные вариации элементов, входящих в состав ферромагнетических минералов. Пределы колебаний в содержании этих элементов уже, чем в образцах из Моря Спокойствия.



Фотография шлифа. Образец 12022, иллюстрирующий равнозернистую структуру в мафической породе. Крупными равными по величине кристаллами является оливин.



Шлиф скола образца 12057 (брекчия). В основной массе породы заметны стеклянные шарики.

5) Мелкораздробленный материал в месте посадки «Аполлона-12» отличается от мелкораздробленного материала, доставленного «Аполлоном-11», примерно вдвое меньшим содержанием титана, большим количеством Mg и, возможно, более высоким содержанием Ba, K, Rb, Zr и Li. Светло-серый мелкораздробленный материал (образец 12033), по сравнению с другим мелкораздробленным материалом, сильно обогащен Rb, Zr, Yb и Nb.

По химическому составу образцы, доставленные «Аполлоном-12», не обнаруживают сходства с хондритами, что особенно резко проявляется в низком содержании Ni в лунных образцах. Наиболее близок по составу к изученным образцам (особенно к образцу 12038) класс базальтических ахондритов — эвкритов. По содержанию большинства элементов фельзитическая порода (образец 12013) не похожа ни на земные диориты, дациты и анортозиты, ни на тектиты.

Анализ редких газов

Изотопный состав инертных газов был исследован в нескольких образцах мелкораздробленного материала, брекчий и кристаллических пород, доставленных «Аполлоном-12». Анализы были выполнены методом масс-спектрометрии.

Несмотря на общее сходство в содержании редких газов в материале из обоих мест посадки, между ними существуют и некоторые различия.

Так, содержание инертных газов в мелкораздробленном материале и в брекчиях из Океана Бурь значительно ниже, чем из Моря Спокойствия, причем в случае мелкораздробленного материала в 2—5 раз, а в случае брекчий — на порядок. Используя модель образования мелкораздробленного материала при разрушении поверхностной породы, облучении поверхности постоянным потоком солнечного ветра и при последовательном погребении образующегося мелкораздробленного материала, можно предположить, что более низкое содержание редких газов в мелкораздробленном материале указывает на более высокую скорость его аккумуляции. Содержание редких газов в брекчиях, доставленных «Аполлоном-12», примерно в 2 раза ниже, чем в мелкораздробленном материале. Это соотношение обратное тому, что наблюдалось в образцах, доставленных «Аполлоном-11», и свидетельствует об образовании брекчий из мелкораздробленного материала с более низким содержанием газов солнечного ветра. Весьма вероятно, что эти брекчии были образованы на некотором расстоянии или на некоторой глубине от места их нахождения.

Отношение $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ в образцах мелкораздробленного материала (0,60—0,80) и брекчий (0,90—2,1), доставленных «Аполлоном-12» (за исключением образца 12010), ниже, чем в тех же типах образцов, собранных астронавтами «Аполлона-11», хотя это отношение все еще больше для брекчий, чем для мелкораздробленного материала. Теоретические исследования показывают, что отношение $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ не может быть больше 0,6 даже для Солнца, тем самым делая невозможным образование ^{40}Ar за счет солнечного ветра. Количество ^{40}Ar в мелкораздробленном материале ($9,8—12,0 \cdot 10^{-5}$ см³/г) слишком велико, чтобы быть образованным *in situ* в результате радиоактивного распада калия, однако для брекчий такой путь вполне возможен. Таким образом можно предположить, что избыток ^{40}Ar лунного происхождения концентрируется в мелкораздробленном материале.

В то время как обломки пород по

содержанию аргона близки кристаллическим породам ($0,9—1,4 \cdot 10^{-5}$ см³/г), в мелкозернистом материале содержится не только значительное количество аргона солнечного ветра, но также и большой избыток ^{40}Ar .

Описываемые образцы кристаллических пород представляли собой сколы из внутренних частей образцов; содержание в них инертных газов на порядки ниже, чем в мелкораздробленном материале. Исключение составляют ^3He , ^{21}Ne и ^{40}Ar и некоторые легкие изотопы Kг и Хе. Используя концентрацию калия, определенную в породах методом группового химического анализа РЕТ, был рассчитан калий-аргоновый возраст пород. Возраст некоторых кристаллических пород составлял $1,7—2,7 \cdot 10^9$ лет при среднем значении $2,3 \cdot 10^9$ лет.

Этот возраст заметно ниже, чем возраст кристаллических пород, доставленных «Аполлоном-11», хотя значение возраста образцов из обоих мест посадки частично перекрываются. Очевидно, что, по крайней мере, доставленная часть образцов из Океана Бурь имеет более поздний возраст кристаллизации, чем образцы из Моря Спокойствия, откуда следует, что формирование лунных морей происходило на протяжении по меньшей мере одного миллиарда лет.

Для некоторых пород было вычислено общее время экспозиции на лунной поверхности на основании 2+л геометрии и скорости образования ^3He , принятой равной 1×10^{-8} см³/г $\times 10^6$ лет. Значение этого возраста колеблется в широких пределах — от $1 \cdot 10^8$ лет для кусочка стекла до 200×10^6 лет, причем отмечаются несколько групп образцов с близким возрастом. Радиационный возраст брекчий соответствует этим значениям. Полученные оценки времени экспозиции близки к найденным для образцов, доставленных «Аполлоном-11».

Выводы

Основные выводы из предварительного изучения лунных образцов:

1) Выводы, сделанные в результате изучения пород из Моря Спокойствия, справедливы также и для по-

род, доставленных «Аполлоном-11», за исключением тех, которые перечисляются ниже.

2) Кристаллические породы, доставленные «Аполлоном-12», характеризуются широкими вариациями как по структуре, так и по количественному минералогическому составу, в то время как все кристаллические породы, собранные в Море Спокойствия, имеют по существу одну структуру (таблитчатые ильменит и плагиоклаз с пироксеном в интерстициях) и близкий количественный минералогический состав (50% пироксенов, 30% плагиоклазов, 20% непрозрачных минералов и от 0 до 5% оливина).

3) Большая часть изверженных пород согласуется с характером последовательности при кристаллизации. Отсюда следует, что либо они являются частями единой интрузивной серии, либо представляют ряд аналогичных серий.

4) Относительное содержание брекчий в месте посадки в Океане Бурь ниже, чем в Море Спокойствия, вероятно, ввиду того, что реголит в Океане Бурь менее зрелый и не столь мощный, как в Море Спокойствия.

5) Для реголита характерна сложная стратификация, обусловленная, по-видимому, в основном повторным наложением покровов выброшенного материала; по-видимому, в реголите присутствует также слой вулканического пепла (образец 12033).

6) Более высокое содержание углерода в брекчиях и мелкораздробленном материале, по сравнению с кристаллическими породами, может быть в значительной степени обусловлено привнесом метеоритного материала и воздействием солнечного ветра.

7) Количество собственного органического материала, способного к улетучиванию, или пиролизу, чрезвычайно низко (не более $1—20 \cdot 10^{-6}\%$).

8) Содержание инертных газов, образовавшихся в результате воздействия солнечного ветра, в брекчиях и мелкораздробленном материале, доставленных «Аполлоном-12», меньше, чем в брекчиях и мелкораздробленном материале из Моря Спокойствия. Содержание компонентов солнечного

го ветра в брекчии меньше, чем в мелкодробленном материале. Это показывает, что брекчии образовались из мелкодробленного материала, в котором содержание инертных газов солнечного ветра ниже, чем в мелкодробленном материале, присутствующем на поверхности.

9) Присутствие космогенных изотопов показывает, что обломки находились на глубине менее 1 м от поверхности в течение 1—200 млн лет.

10) Отношение $^{40}\text{K}/^{40}\text{Ar}$ в изверженных породах показывает, что процесс кристаллизации в породах происходил от $1,7 \cdot 10^9$ до $2,7 \cdot 10^9$ лет назад.

11) Брекчии и тонкораздробленный материал похожи по химическому составу; количество титана в них составляет только половину количества титана в мелкодробленном материале, доставленном «Аполлоном-11». Кристаллические породы содержат меньше Ni, K, Rb, Zr, U и Th, чем мелкодробленный материал.

12) Породы, доставленные «Аполлоном-12», отличаются меньшим содержанием Ti, Zr, K и Rb и большим Fe, Mg и Ni, чем породы из Моря Спокойствия.

13) В кристаллических породах наблюдаются систематические вариации в содержании Mg, Ni и Cr, тогда как содержание K, Rb меняется крайне мало.

14) Образец породы 12013 имеет отличный состав, сходный с более поздними дифференциатами базальтовой магмы. Он содержит большие количества Si, K, Rb, Pb, Zr, Y, Yb, U, Th и Nb по сравнению с другими исследованными образцами.

Обсуждение результатов

Несмотря на то что предварительное исследование включало только поверхностное научное ознакомление с образцами, которые будут еще в дальнейшем исследоваться, удалось сделать ряд важных выводов, особенно при сравнении с данными, полученными для материала, собранного в Море Спокойствия.

Химический состав материала из обоих мест посадки явно близкий и обнаруживает сходство с данными, полученными «Сервейорами-5 и 6». Характерные черты обеих коллекций

образцов пород — высокие концентрации некоторых тугоплавких элементов и низкие содержания летучих элементов, что наиболее ярко подчеркивает индивидуальность лунного материала. Это общее сходство указывает на то, что состав образцов, доставленных «Аполлоном-11», не уникален. Совершенно ясно, что геохимические проблемы, поставленные в процессе изучения образцов, доставленных «Аполлоном-11», все еще актуальны и для материалов, доставленных «Аполлоном-12».

В отличие от образцов из Моря Спокойствия, относительные содержания элементов в мелкодробленном материале из Океана Бурь имеют в общем более фракционный характер, чем в породах. Мелкодробленный материал в брекчии имеют обычно очень близкий состав и не могли быть образованы непосредственно из образцов крупных кристаллических пород. Химический состав мелкодробленного материала не одинаков в различных морских районах.

Общие геохимические особенности пород согласуются с явлениями, наблюдаемыми при фракционной кристаллизации земных изверженных пород, включающей отделение оливина и пироксена, обеднение силикатного расплава такими элементами, как Ni и Cr, которые предпочтительно входят в эти минеральные фазы, обогащение оставшегося расплава такими элементами, как Ba, K, которые не вошли в состав ранее закристаллизованных фракций. Слабая степень обогащенности последними элементами указывает на раннюю стадию процесса фракционной кристаллизации. Образец 12038 четко соответствует последней стадии этого процесса. Образуют ли эти породы закономерную последовательность или являются гетерогенной смесью компонентов близкого происхождения — на этот вопрос нельзя ответить на основании данных химического анализа.

Химический состав образцов, доставленных «Аполлоном-12», не идентичен составу любого из известных метеоритов, особенно из-за очень низкого содержания никеля. Однако наблюдается интересное сходство с эвритами. Даже несмотря на то,

что эти породы более близки толеитовым и щелочным базальтам, чем породы, доставленные «Аполлоном-11», они по ряду признаков все еще резко отличаются от этих базальтов.

Материал, доставленный «Аполлоном-12», на один или два порядка более обогащен многими элементами по сравнению с нашими оценками космической распространенности, и материал морей очень сильно фракционирован по сравнению с предполагаемым составом первичной солнечной туманности.

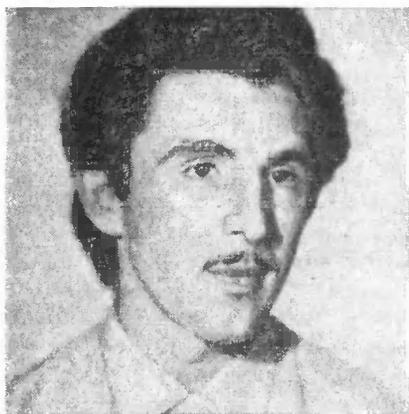
Район посадки «Аполлона-12» в геоморфологическом отношении менее зрел, чем район посадки «Аполлона-11», в пределах которого реголит имеет большую мощность. Более низкое содержание компонентов солнечного ветра в мелкодробленном веществе, доставленном из Океана Бурь, по сравнению с соответствующими данными для Моря Спокойствия, также свидетельствует о том, что материал из Океана Бурь моложе материала из Моря Спокойствия.

Одним из наиболее интересных научных результатов является определение калий-аргонового возраста пород, доставленных «Аполлоном-12». Вычисленный по отношению $^{40}\text{K}/^{40}\text{Ar}$, этот возраст подтверждает вероятность того, что лунные моря в геологическом отношении очень древние. Если минимальный возраст, установленный этим методом, является истинным возрастом для пород, доставленных «Аполлоном-12», тогда материал, собранный в месте посадки в Океане Бурь, на 1 млрд лет моложе материала из места посадки в Море Спокойствия. Хотя эти оценки калий-аргонового возраста недостаточно точны, более молодой возраст материала, доставленного «Аполлоном-12», согласуется с геологическими наблюдениями. Такое значительное различие в возрасте указывает на длительность периода образования морей.

Сокращенный перевод с английского О. Д. Родэ из «Science», v. 167, 1970, № 3923, стр. 1325—1338.

Кольцевые структуры на Земле и планетах

Л. М. Шкерин



Ларион Михайлович Шкерин, научный сотрудник кабинета сравнительной планетологии Геологического института АН СССР. Занимается изучением земных метеоритных кратеров с целью выяснения генезиса лунных и марсианских кратерообразных структур.

В № 9 журнала «Природа» за 1969 г. была напечатана статья И. Т. Зоткина «Лунные кратеры на Земле», в которой автор высказывает свою точку зрения о космическом происхождении кратерообразных форм лунной поверхности. Это убеждение разделяют многие ученые. В то же время на нашей планете известен и хорошо изучен целый спектр округлых в плане структур, обязанных своим рождением внутренним (эндогенным) процессам. Поэтому ряду исследователей, и в первую очередь геологам, кажется возможным предположить, что кратерообразные структуры на Луне и Марсе имеют сходное с Землей происхождение. Окончательный ответ на этот вопрос внес бы большой вклад в познание развития не только планет земной группы, но и всей солнечной системы.

На Луне, на Марсе и на Земле

В 1609—1610 гг. Галилей впервые зарисовал лунные кольцевые горы. Позже было выяснено, что округлые структуры, напоминающие кратеры земных вулканов,— это основная форма рельефа видимой поверхности Луны. Диаметры крупных кратеров (цирков) — 200—300 км, а самое большое круговое образование (Море Дождей) достигает 1150 км в поперечнике. 7 октября 1959 г. АМС «Луна-3» впервые сделала снимки обратной стороны Луны. Оказалось, что она еще в большей степени усеяна кратерами различного размера.

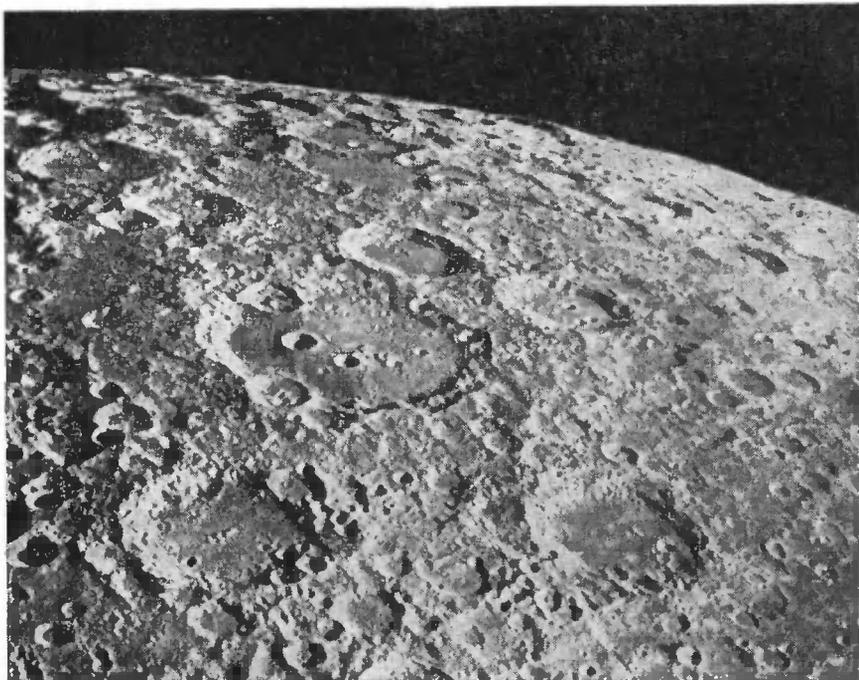
15 июля 1965 г. американская АМС «Маринер-4» передала на Зем-

лю снимки марсианской поверхности. К изумлению многих ученых, на них виднелись знакомые уже по Луне кратерообразные формы. Что это, случайное совпадение? Или кольцевые образования являются основной формой рельефа поверхностей всех планет земной группы? Ведь и на Земле они широко распространены. Правда, на нашей планете огромную роль играют тектонические процессы, выветривание и осадконакопление, действие которых приводит к тому, что одни кольцевые структуры постепенно исчезают с поверхности (срезаются или захороняются), а другие образуются вновь. Если бы на Земле действие эрозии было значительно меньшим, как на Марсе, или практически отсутствовало, как на Луне, может быть, ее поверхность тоже состояла бы в основном из кольцевых образований?

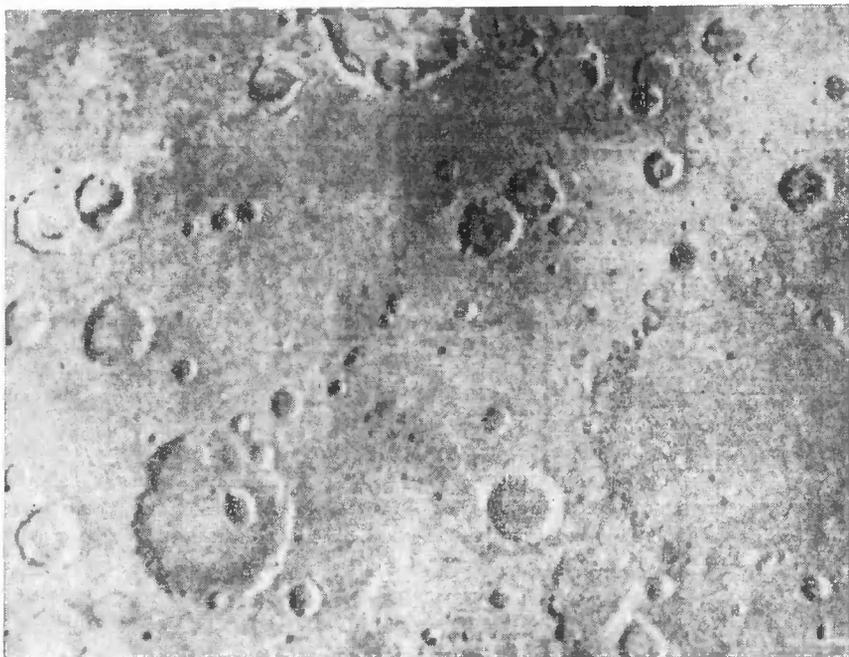
Уран или Вулкан?

В конце 80-х годов XVIII в. известный немецкий астроном Иоганн Шрeтер впервые предположил, что все кольцеобразные впадины на лунной поверхности возникли в результате силы, исходящей из недр лунного тела. В 1824 г. немецкий астроном Франц Груитуйзен выдвинул другую гипотезу, согласно которой кратеры образованы падающими на Луну метеоритами. В эпоху своего отрочества обе гипотезы были чисто умозрительными. Шли годы, знания о вечной спутнице Земли быстро росли.

Сейчас ни у кого не вызывает сомнения, что столкновения космических тел с планетами возможны,



Участок лунной поверхности в районе Южного полюса. Гигантская кольцевая структура в центре — цирк Клавий ($D = 375$ км); внизу, слева от него — Маджини (размер 240 на 190 км); внизу справа — Лонгомонтани ($D = 185$ км).

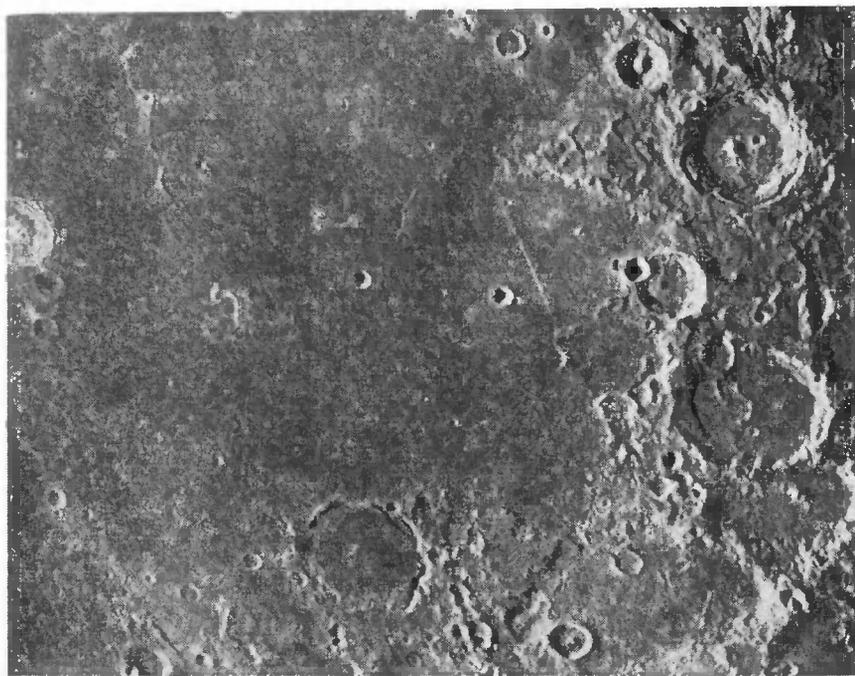


Снимок марсианской поверхности, переданный на Землю АМС «Маринер-6» (через красный фильтр). Показана площадь примерно 880×770 км; координаты центра: 345° д., 16° ю. ш. Расстояние от камеры до поверхности — 3440 км. Видны кратеры различной степени сохранности, некоторые с центральной горкой и отчасти полигональными контурами. Справа, ниже центра — гигантский кратер ≈ 250 км в поперечнике.

Это факт, доказанный на примере Земли, где обнаружены в больших количествах метеоритная пыль, метеориты и метеоритные кратеры. Статистика по земным метеорам показывает, что тела с массой до 1 кг непрерывно бомбардируют Землю. С увеличением массы тел их количество резко уменьшается — примерно обратно пропорционально квадрату массы ($N \sim 1/m^2$). Как часто происходят столкновения тел астероидальной группы с планетами земной группы, какова максимальная масса ударяющего тела и каков максимальный диаметр метеоритного кратера? Эти вопросы в настоящее время оживленно дискутируются.

По расчетам известного исследователя малых планет И. И. Путилина, общее число астероидов — от самых больших (Церера, $D = 770$ км) до равных по размеру Адонису включительно ($D = 1$ км) — составляет 140 тыс. Причем 98,8% их обращается в зоне между Марсом и Юпитером по эллиптическим орбитам, близким к окружностям. Лишь 1,2% в результате каких-то сил (возможно, созданных Юпитером и взаимными столкновениями) переходят на сильно вытянутые орбиты, выходя за пределы кольца астероидов и могут сближаться с орбитами больших планет — Марсом, Землей, Венерой, Меркурием. Некоторые из этого числа астероидов (Амур, Гермес, Ганимед, Аполлон, Адонис, Икар, Географ) могут близко подходить к Земле и Луне. Вероятность же столкновения таких тел с Землей, а тем более с Луной необычайно мала. Ведь для этого необходимо, чтобы их орбиты пересекались и чтобы они пришли в какую-то точку пространства одновременно.

Что произошло бы, если все-таки астероид Икар врезался бы в Землю 14 июня 1968 г.? Известно, что его диаметр равен 1,5 км, а скорость относительно Земли 43 км/сек. Приняв, что плотность его вещества не отличается от плотности земной коры (3 г/см^3), получим, что его масса равна 4,5 млрд т. Тело такой массы образовало бы кратер диаметром 100 км (по формулам подобия, выведенным из наблюдений больших взрывов на Земле). Думается, что



Район Моря Облаков. В пределах его можно различить большое число полузатопленных кратеров различного размера. Внизу, в середине фотографии — полузатопленный лавами цирк Питат (Д = 100 км).

вряд ли за всю историю Луны (4,5 млрд лет) могло образоваться больше десятка кратеров такого размера, вызванных ударами астероидов. На Луне же их — тысячи. Правда, кроме астероидов, в межпланетном пространстве движутся и другие крупные тела, кометы. Вероятность их столкновения с планетами оценить трудно. Однако нам кажется, что она вряд ли намного отличается от вероятности встречи планет с астероидами. Это значит, что крупных кратеров на Луне значительно больше, чем тел, которые могли бы их образовывать. Правда, некоторые астрономы высказывают предположение, что на ранних стадиях образования планет плотность метеорного вещества в межпланетном пространстве была значительно выше. Именно тогда, по их мнению, и образовалось огромное количество крупных кратеров не только на Луне и Марсе, но и на Земле.

Какой была плотность вещества на

ранних стадиях образования планет, могла ли она создать такое обилие громадных кратеров, вплоть до круговых морей? Однозначно ответить на этот вопрос в настоящее время невозможно. Ведь нет даже единого мнения о происхождении солнечной системы. Зачем же ставить случайный процесс — удар — над законами развития природы, когда на Земле имеется целый набор кольцевых структур различного размера, имеющих эндогенное происхождение? Они вполне могут быть аналогами различных типов лунных и марсианских кратеров. Рассмотрим некоторые механизмы образования кратероподобных структур.

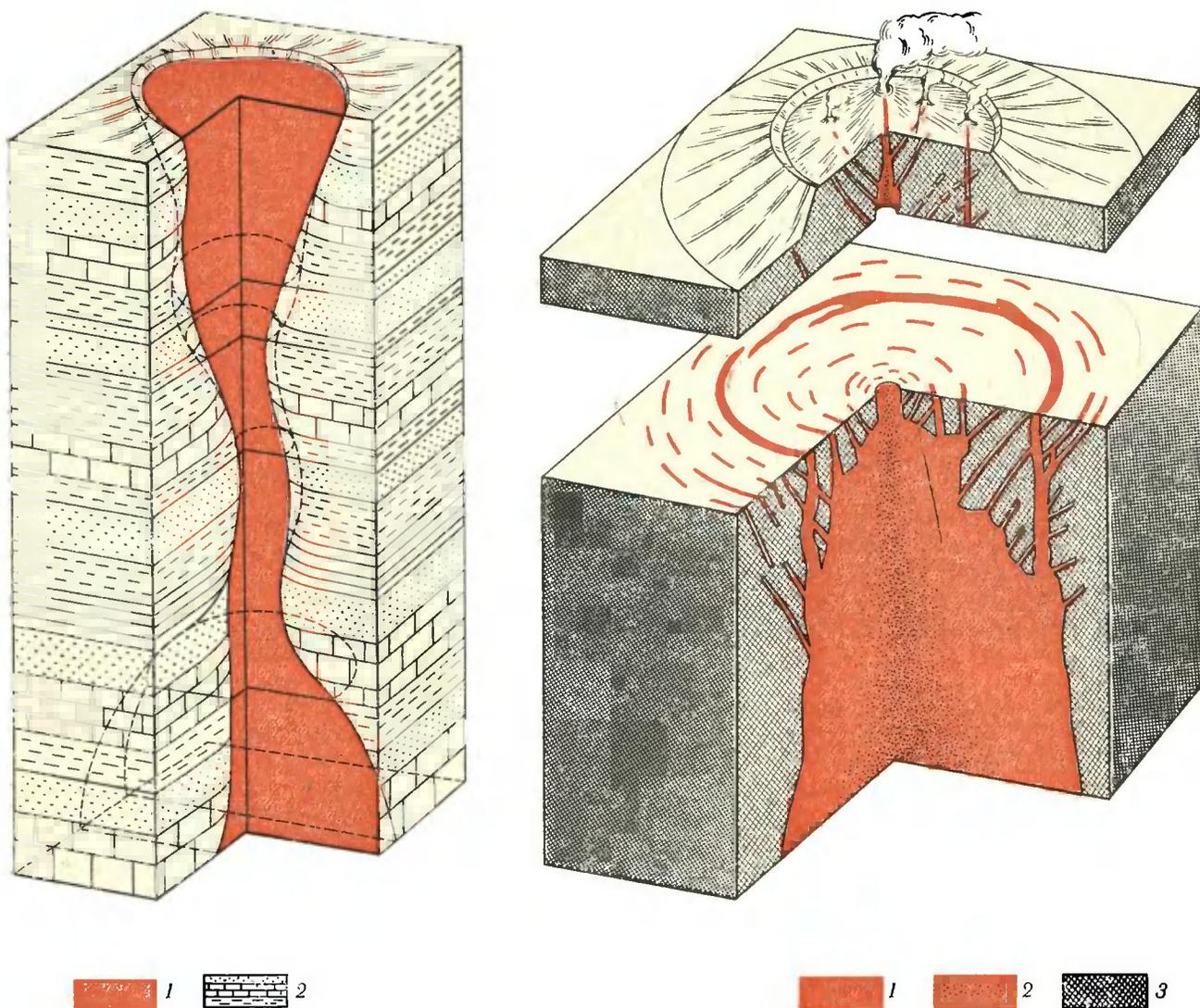
При взрыве газов в магматической камере, расположенной на некоторой глубине под поверхностью, в иных случаях возникают давления, способные пробить в вышележащей толще пород цилиндрический канал и образовать на поверхности кратерообразное углубление. В большинст-

ве случаев рыхлые материалы образуют конус или кольцевой вал вокруг кратера. Если же газовые взрывы очень сильны, пеплы и пемзы рассеиваются далеко по окрестности и образуют только тонкий покров. Возникший вулкан представлен тогда главным образом воронкой взрыва; такое углубление часто называют мааром. Поперечник мааров колеблется от 200 до 3200 м.

Если взрыв газа происходит в промежуточном магматическом очаге, заполненном кимберлитовой магмой, то образовавшийся цилиндрический канал заполняется кимберлитами и называется кимберлитовой трубкой (трубкой взрыва, диатремой). На поверхности она также выражается в виде кратерообразного углубления. Форма его может быть различная, но чаще округлая. Поперечник обычно находится в интервале от 20 до 800 м, но иногда достигает 1,5 км (Южная Африка).

В вулканических областях часто можно встретить огромные впадины округлого очертания (кальдеры) диаметром 25—30 км. Различают кальдеры взрывные и кальдеры обрушения. Последние достигают особенно больших размеров; образуются они в результате обрушения конусовидных и щитовидных вулканов, которое происходит при опорожнении вулканического очага во время особо сильных взрывных извержений и вызванного этим ослабления основания вулкана. Часто кальдеры имеют плоское дно и крутые внутренние стенки. Вулканическая деятельность после обрушения может продолжаться, тогда примерно в середине кальдеры начинает расти новая вулканическая постройка. Иногда она не возвышается над краями кальдеры и тогда очень напоминает центральные горки у некоторых типов лунных кольцевых структур. На Земле насчитывается множество древних кальдер. Примером могут служить сильно эродированные кальдеры в Центральном Казахстане диаметром 8—28 км, с центральной горкой или без нее.

Иногда в результате сильных трещинных или ареальных извержений из вулканического очага изливается огромное количество лавы. Давление



Блок-диаграммы; слева — трубки взрыва; 1 — кимберлитовая брекчия; 2 — вмещающие осадочные горные породы; справа — кальдеры: 1 — остывающая магма; 2 — наиболее горячие участки плутона.

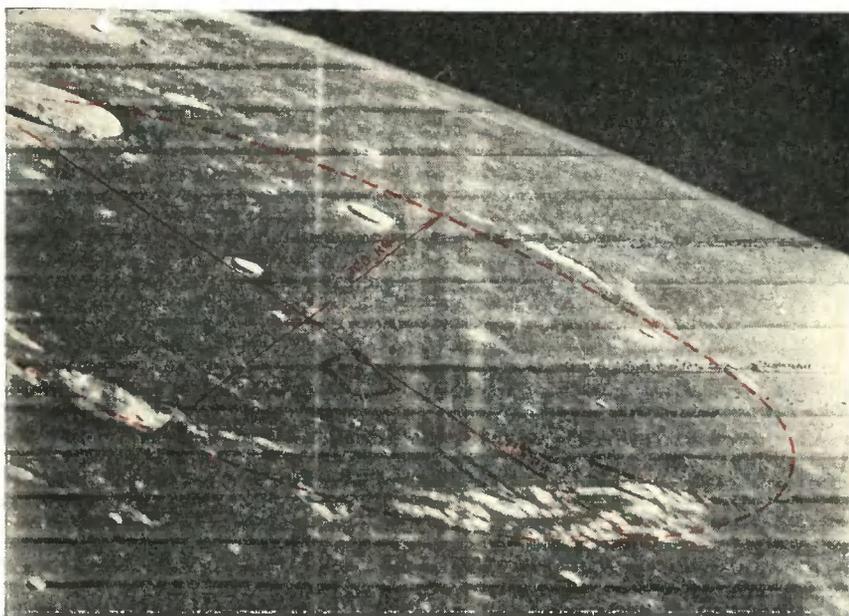
в очаге падает, и происходит опускание вышележащего блока земной коры по сбросам. Так образуются огромные впадины — вулканотектонические депрессии. Именно таким образом возникло Курильское озеро на Камчатке размером 13×10 км и глубиной 300 м.

В некоторых случаях за главными фазами извержений или обрушений следуют экструзии магмы (т. е. выдавливание ее) по кольцевым разломам. Так образован вал круговой вулканотектонической депрессии

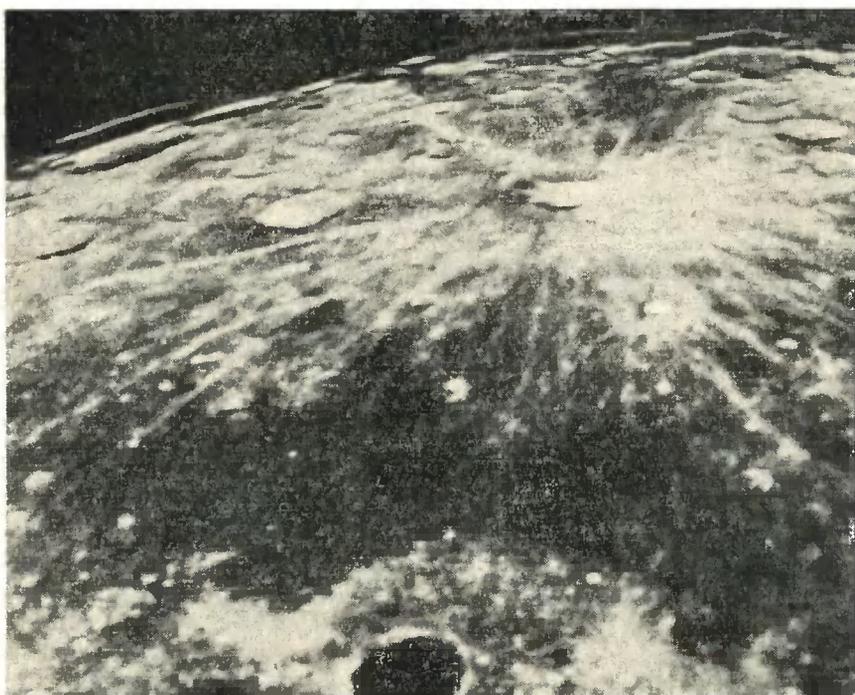
диаметром 120 км, известной под названием Могаллонского риолитово-пеплового плато (юго-западная часть штата Нью-Мексико, США).

В последнее время появилось мнение, что ряд кольцевых структур на Луне, которые раньше считались древними, эродированными, заполненными лавами кратерами, имеют аналогичное происхождение. Например английский геолог Г. Фильдер говорит именно о таком происхождении кольцевой структуры Флемстид Р диаметром 100 км в Океане Бурь.

Экструзии магмы могут возникать и вне связи с кальдерами и вулканотектоническими депрессиями. На глубине происходит взрыв в результате избыточного давления газов в магматическом очаге, и в земной коре образуются цилиндрические и конические трещины. Впоследствии по ним выдавливается магма, при застывании на поверхности образующая цилиндрические дайки и конические пластовые интрузии. Создается видимость неглубокой кратерообразной структуры. Такого типа образо-



Прерывистое кольцо в Океане Бурь, известное под названием Флемстид Р. Снимок сделан АЛС, Орбитер-3» 21 февраля 1967 г. Внутри кольца отмечено место, куда 2 июня 1966 г. совершил мягкую посадку «Сервейер-1». Горы в северо-восточной части кольца (справа, внизу снимка) наблюдались телевизионной камерой «Сервейера».



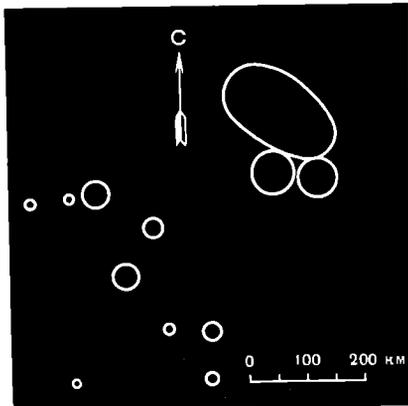
Участок лунной поверхности в районе Северного полюса. Кратер с лучевой системой — Анаксагор (Д = 50 км). Внизу, в середине снимка — цирк Платон (Д = 110 км). Темная область между Анаксагором и Платоном — Море Холода.

вания неплохо изучены в Шотландии и Северной Ирландии. Диаметры их от 3 до 15 км, сложены они основными, кислыми и средними магматическими горными породами. Возможно, аналогичное происхождение имеют крупные (90—160 км) кольцевые структуры в докембрийском вулканическом комплексе Южной Австралии.

В последнее время появились доказательства вулканической активности на Луне. Sensацию в научных кругах вызвало сообщение советского астронома Н. А. Козырева. 3 ноября 1958 г. он получил спектрограмму, показавшую свечение газов, выходящих из центрального пика Альфонс. Но раз у Луны существует внутреннее тепло, стало быть, существуют и вулкано-тектонические процессы. Им, по мнению ряда исследователей, и надо отводить главную роль в формировании рельефа поверхностей Земли, Марса и Луны. Однако нельзя отрицать и действие космической бомбардировки. Несомненно, некоторые округлые лунные структуры именно ей обязаны своим происхождением. В первую очередь это относится к многочисленным мелким кратерам диаметром примерно до 1 км, беспорядочно разбросанным по лунной поверхности, и к кратерам с лучевой системой, имеющим размер от менее одного до 100 км. Врезаются крупные инородные тела и в Землю.

Метеоритные кратеры

Нельзя ли хотя бы приблизительно оценить, сколько могло столкнуться с Землей гигантских тел и к чему привели бы такие катастрофы? Оказывается, можно. Число космических тел определенной массы мы можем вычислить, распространяя закономерности, подмеченные для малых тел, на большие (при увеличении массы тела в 10 раз их число уменьшается в 100 раз). А диаметры образующихся при столкновении метеоритных кратеров можно определить, как уже отмечалось, по формулам подобия, выведенным из наблюдений больших взрывов на Земле. При этом важно знать скорость столкновения метеоро-



План расположения метеоритных кратеров Хенбери (Австралия). Самый крупный кратер — взрывной (возможно, состоит из двух слившихся кратеров), остальные — ударные.

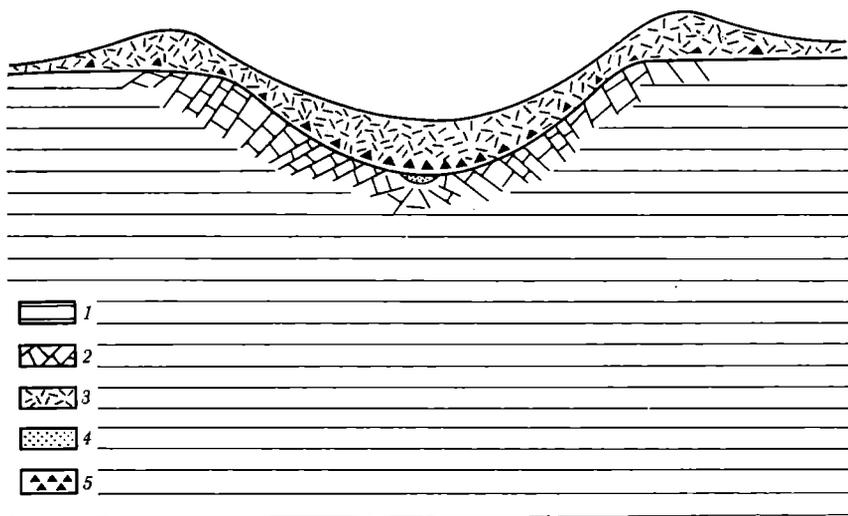


Схема ударного метеоритного кратера: 1 — нормально залегающие пласты осадочных горных пород; 2 — разбитые трещинами на крупные блоки осадочные породы, приподнятые радиально от центра ударной волны, распространяющейся от места удара; 3 — обломки разбитых скальных пород, образовавших вал и упавших обратно в кратер после выброса; 4 — воронка, указывающая на место удара метеорита, заполнена каменной мукой; 5 — осколки метеорита.

рита с твердой поверхностью планеты. Примем ее равной 40 км/сек (поскольку скорости столкновения находятся в интервале скоростей 11 ÷ 72 км/сек).

Получается, что кратеров, аналогичных Аризонскому (Д = 1200 м) или Вульф-Крик (Д = 853 м), на всей поверхности Земли за все время ее существования (4,5 млрд лет) могло образоваться 4,5 млн; аналогичных кратеру Брент (Д = 3700 м) — 100 тыс.

Астероиды типа Икар могли 10 раз врезаться в нашу планету, образуя кратеры диаметром от 80 до 100 км. Максимальный метеоритный кратер на Земле мог бы иметь 130 ÷ 200 км в поперечнике, образовавшись при столкновении Земли с астероидом массой от 10 до 35 млрд т.

Проведенный анализ показывает, что на земном шаре должно было образоваться значительное количество метеоритных кратеров. Сейчас мы

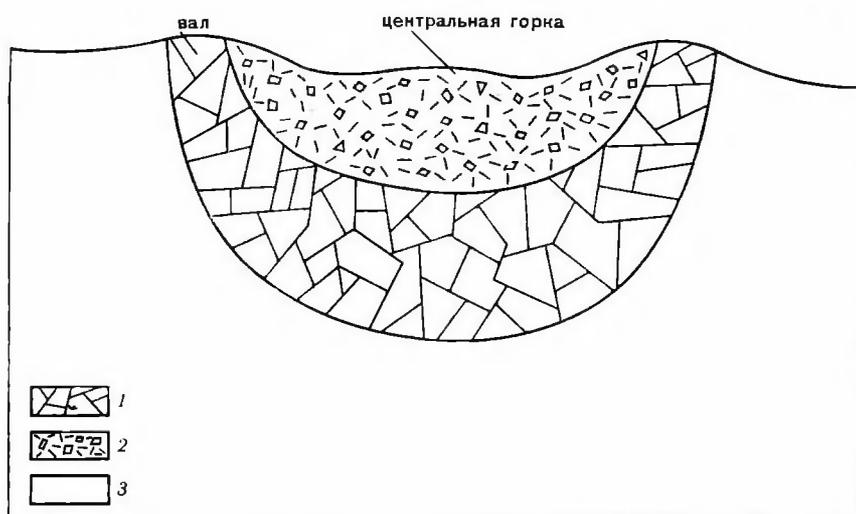
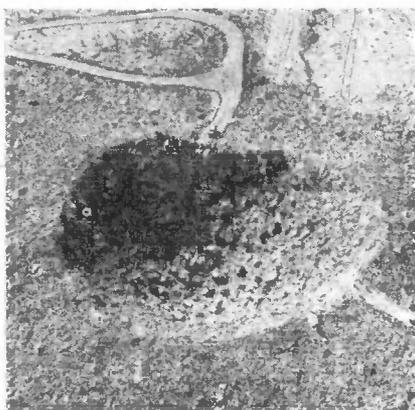
можем увидеть лишь ничтожную их часть, так как они подверглись разрушению.

На нашей планете в настоящее время обнаружено более сотни кольцевых структур различного размера, происхождение которых довольно трудно объяснить с геологических позиций. Несомненно, многие из них имеют метеоритное происхождение, причем каждый год к этому количеству добавляется несколько новых.

На основании изучения достоверных метеоритных кратеров и современных метеоритных дождей — Сихотэ-Алинского (1947), Кунашак (1949), Пршибрам (1959) и других — установлено, что обычно при входе в земную атмосферу метеоритное тело дробится; каждый метеоритный дождь выпадает на площади, имеющей грубо эллиптическую форму (эллипс рассеяния); различные куски метеорита образуют две категории кратеров: взрывные — они находятся в головной части эллипса рассеяния и образованы основной массой метеорита, летящей с остатками космической скорости, и ударные — они занимают среднюю часть эллипса, и притом, как правило, располагаются в соответствии с их размерами. В тыловой части эллипса никаких кратеров не наблюдается, но должны выпадать наименьшие индивидуальные экземпляры метеоритного дождя (вес может достигать сотен тонн, могут образоваться обычные метеоритные воронки диаметром в метры и меньше).

Особенно полные данные о размерах, строении и условиях образования ударных кратеров и метеоритных воронок получены в результате изучения последствий падения Сихотэ-Алинского метеоритного дождя, которое предпринято Комитетом по метеоритам АН СССР и проводится под руководством Е. Л. Кринова. Было выявлено, что на площади 1,6 км² образовалось 24 ударных кратера диаметром от 8,5 до 26,5 м. Кроме кратеров найдены еще 176 воронок и лунок с поперечником от 8 м до сантиметров. Установлено, что ударные кратеры весьма похожи по механизму образования, внешнему виду и строению на воронки от взрыва авиационных бомб. Только вместо

Кратер Дэни-Вой, образовавшийся при взрыве подземного атомного заряда на испытательном полигоне в штате Невада (США). $D \approx 66$ м.



Модель кратера Роттенберг, основанная частично на теоретических исследованиях, а частично — на наблюдательных данных по атомным взрывам: 1 — раздробленная горная порода, 2 — брекчия, 3 — ненарушенная порода.

осколков снарядов в них присутствуют метеоритные осколки (вплоть до метеоритной пыли).

Взрывные метеоритные кратеры — значительно более сложные образования. Как показал еще в 1937 г. советский ученый К. П. Станюкович, они образуются, когда скорость столкновения метеоритов с твердой поверхностью планеты превышает 5 км/сек. При этом происходит грандиозный взрыв. В первые микросекунды после удара метеорит еще

продолжает двигаться вперед, сжимая на своем пути породы, о которые произошел удар. Одновременно и тело, и часть среды испытывают резкое нагревание за счет прохождения по ним мощной ударной волны, зародившейся в момент удара (давление ее порядка сотен тысяч атмосфер). Метеорит успевает проникнуть в горную породу на некоторую глубину и когда останавливается полностью, происходит взрыв — мгновенное испарение самого метеоро-

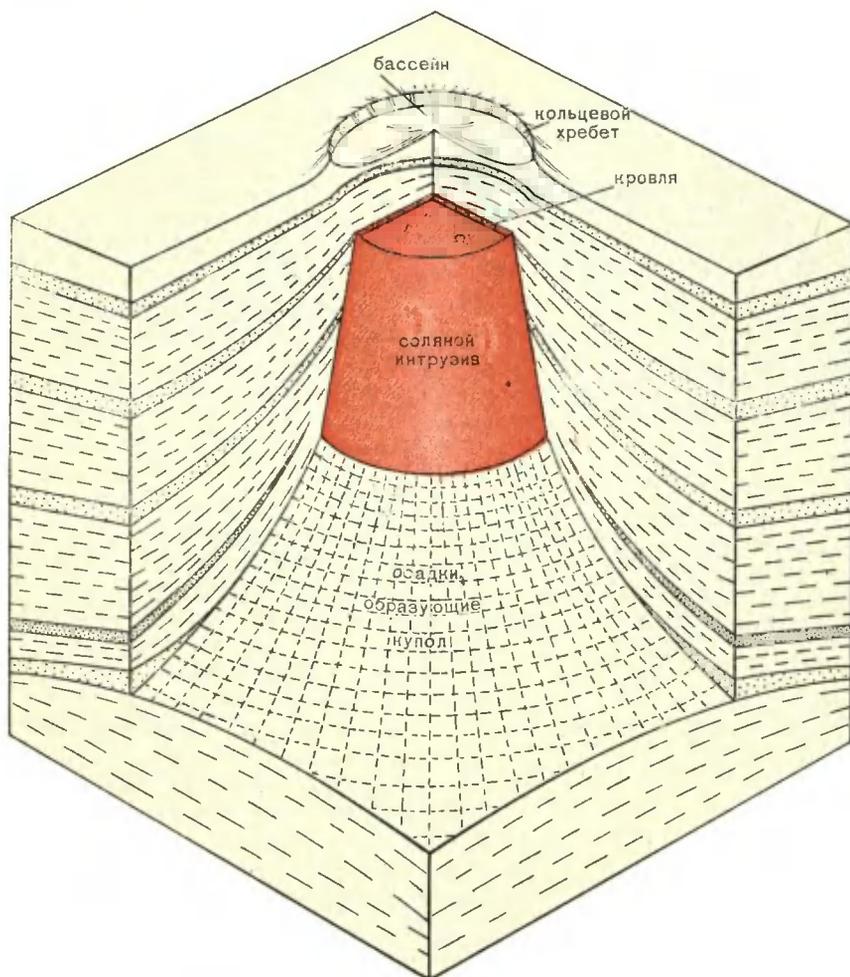
рита и значительной части вещества вокруг него. На этом месте образуется чашеобразное углубление — метеоритный кратер. Размер его существенно больше размера космического тела и может достигать десятков километров в поперечнике.

К настоящему времени на Земле обнаружено 7 взрывных метеоритных кратеров диаметром от 100 до 1200 м. Космическое происхождение их не вызывает сомнений, так как в кратерах и вокруг них найдены осколки метеоритного вещества.

Тщательное геологическое обследование этих метеоритных кратеров, эксперименты по моделированию сверхскоростного удара, изучение кратеров, образовавшихся при подземных ядерных взрывах, опыты по выявлению природы и поведения ударной волны, некоторые теоретические соображения дали в руки ученых еще несколько диагностических признаков взрывных метеоритных кратеров. Все они обязаны своим рождением воздействию на горные породы мощной, распространяющейся от центра взрыва ударной волны, давление на фронте которой может достигать сотен и тысяч килобар (1 кбар = 1000 атм). Думается, нет смысла перечислять все характерные признаки метеоритного кратера — они хорошо описаны в упомянутой статье И. Т. Зоткина. Хочется лишь отметить, что большинство из них мы находим и у различных эндогенных образований, поэтому выделить среди подобных структур метеоритный кратер (особенно древний, образовавшийся сотни миллионов лет назад) обычно бывает очень трудно.

Уже было показано, что округлая форма в плане характерна для многих типов земных структур. Приподнятые радиально пласты горных пород могут образоваться при движении вверх магматических пород или соляных купола часто имеют круговую форму в плане).

Импактиты очень похожи на вулканические стекла, которые возникают при быстром остывании излившейся из недр магмы. Центральные горки могут являться вулканическими постройками. На конусы разрушения



Блок-диаграмма соляного купола, показывающая куполовидное поднятие осадков вокруг соляного интрузива и топографически проявившийся бассейн и кольцеобразный хребет, образованные в результате эрозии покрывающих пластов на поверхности.

весьма похожи геологические образования, известные под названием «конус в конусе» или «фунтиковей текстуры».

Более надежным поисковым признаком метеоритных кратеров служат минералы коэзит и стиповерит. Области их стабильности таковы, что при типичной для близповерхностной зоны земной коры температуре 100°C их образование может происходить при давлении как минимум 22 и 99 кбар соответственно. Возможность возникновения внутри коры или в верхних частях перидотитового слоя сравнимых статических давлений обосновать невозможно. Исходя из изостатического равновесия земной коры, возможные давления в ее основании, по-видимому, не превышают 10—15 тыс. атм. Однако давле-

ния, вызывающие переход кварц \rightarrow коэзит, могут возникать.

По мнению некоторых исследователей, в момент формирования трубки взрыва, когда в магматической камере в результате химических реакций происходит взрыв газов, давление может достигать до 60—65 кбар. Однако коэзит и тем более стиповерит в этих трубках пока не найдены, хотя необходимый для их образования свободный кремний есть, о чем свидетельствует нахождение муассанита (SiC).

Давления, вызывающие переход кварц \rightarrow коэзит, могут возникать также при сильных сдвиговых напряжениях внутри земной коры. При этом концентрация напряжений внутри отдельных зерен может привести к давлениям более 22 кбар. Однако ко-

эзит вдоль сбросовых зон не найден, хотя это не исключает потенциальной возможности его образования в данных условиях. В то же время образование коэзита отмечено при химическом и ядерном взрывах; этот минерал найден в семи других округлых в плане структурах, рождение которых лучше всего объясняется ударом метеорита.

Итак, пока самым надежным доказательством космического происхождения округлой структуры, с нашей точки зрения, является ее подземное строение, особенно наличие брекчии в форме выпукло-вогнутой линзы под днищем. Сведения эти можно получить лишь с помощью бурения.

Глазами очевидцев

Бертон Руше

В небольшом городке Доноре (штат Пенсильвания, США) от ядовитого смога небывалой токсичности погибло 20 человек и 6 тыс. человек в течение шести дней были прикованы к постели. Редакция публикует отрывок из очерка Бертон Руше, записавшего со слов очевидцев-врачей события этого страшного дня.

Произошло это в Доноре, городе, расположенном в 28 милях к югу от Питтсбурга, у реки Мононгахелы. Тоннаж грузов (в основном угля), перевозимый по этой сравнительно небольшой реке, превышает тоннаж, проходящий через Панамский канал. На берегах реки множество заводов, в том числе химических и цинковых. Донора здесь самый задымленный, насквозь прокопченный городок. Он как бы заключен в кольцо извилистой реки с севера, востока и юга, а с запада прямо над ним возвышаются высокие холмы. На окраинах города — заброшенные шахты, свалка, куда заводы сбрасывают еще дымящийся шлак, а население — отбросы.

Как злая насмешка, над всем этим красуется дорожный указатель с надписью: «Донора — самый лучший город в Америке, после города, в котором вы родились».

Донора — угрюмый, грязный город. Часть его неровных улиц асфальтирована, остальные покрыты булыжником и слоем раскрошенного угля. В городе нет ни деревьев, ни травы. После дождя жители вынуждены пробираться по непролазной грязи. Живут в этом мрачном углу 12 300 человек. Большинство работает на заводе, вырабатывающем цинк и серную кислоту, или на двух других заводах — сталелитейном и изготавливающим проволоку. Эти предприятия принадлежат «Америкэн Стил энд Уайр Компани», филиалу «Юнайтед Стэйтс Стил Корпорейшн», и растянулись по берегу реки на протяжении трех миль. Некоторые из заводских зданий пяти- и шестизэтажные. Над ними постоянно поднимается дым — черный, красный или желтый.

Для Доноры характерны необыкновенно густые, жирные, удушливые туманы, соединившиеся с дымом и вредными отходами производства, а также с дымом от проходящих мимо поездов и проплывающих поблизости пароходов. Находясь как бы в плену нависших над городом с запада холмов, эти ядовитые туманы с трудом рассеиваются, особенно осенью и в те дни, когда нет ветра. Бывает, что город тонет в тумане два, три, а иногда и четыре дня.

*

В тот знаменательный день октября 1948 г., в пятницу, приблизительно в половине девятого утра, один из восьми врачей города Ральф Келлер выглянул из окна своей квартиры и заметил нечто необыкновенное. Заводской грузовой поезд мчался, как обычно, вдоль побережья с южной стороны города, но клубы дыма, выпускаемые паровозом, не поднимались вверх, как всегда, а стекали вниз, как тяжелая нефть, и стелились по земле. Врач решил сообщить городским властям об этом странном явлении и потребовать расследования причин.

Когда Келлер спустился с холма, на котором находился его дом, он почувствовал некоторое недомогание. Войдя в свой кабинет, он опустился на стул, чтобы отдышаться, и тут только обратил внимание, что стены комнаты покрылись каким-то грязным налетом. Это было нечто вроде белесой и пенистой эмульсии. Вкус папиросы заставил врача насторожиться еще больше. Затянувшись несколько раз, он разразился приступом кашля. Понюхав папиросу, он обнаружил, что от нее исходит тот же

странный запах, который преследовал его на улице.

Многие из работников поликлиники явились на службу в плохом состоянии. У них болело горло, они кашляли и считали, что заболели гриппом. Затем начали прибывать первые пациенты. Рослый мужчина тяжело дышал, хрипел и жаловался, что ему не хватает воздуха. Поток пациентов все увеличивался, телефоны бешено звонили, а с улицы послышались крики: «Помогите, умираю!». Это было начало кошмарного дня и ужасной ночи.

Восемь врачей города буквально сбились с ног. Один из них отправился по домам, спасать астматиков. Поток пациентов не прекращался. Они приходили, закрыв нос и рот платками, а лица детей — шалями. Все жаловались на одни и те же симптомы: болезненные ощущения в желудке, страшную головную боль, тошноту, затрудненное дыхание, кашель и кровохарканье. Одна из пациенток, пожилая женщина, упала на пол. Ее лицо приняло синеватый оттенок. Она дышала с большим трудом и испытывала сильнейшие боли.

Врачей особенно поразил тот факт, что среди пациентов было много молодежи, раньше никогда не переступившей порог поликлиники. Врачи также чувствовали себя плохо, но усиленно воли заставляли себя работать.

Внезапно доктор Рот упал со стула. Лицо его стало багрово-красным. Когда коллеги привели его в чувство и впрыснули адреналин, он вспомнил, что ему сегодня уже утром было трудно управлять автомобилем, а во рту он ощущал вкус сажи.

В этот день много людей звонило



Смог в бухте Лос-Анджелеса, где теплый воздух с Тихого океана встречается с прохладными, располагающимися ниже воздушными массами.

в пожарное депо, умоляя пожарных приехать с ингаляторами (респираторами). Пожарные находили потерявших сознание людей на улицах, на лестницах домов. Они набрасывали на потерпевших простыни, под которые подсовывали баллоны с кислородом.

На улицах было буквально нечем дышать, и это было страшно. Но страшнее всего была неизвестность. Никто не знал и не мог понять, в чем дело, что случилось и чем это все кончится. Город погрузился в густой, ядовитый смог, хватающий людей за горло, как настоящий убийца.

Начали поступать сообщения о смерти. Первым умер рабочий сталелитейного завода, иммигрант Иван Чех. Служащий похоронного бюро, отправившийся за покойником, сам по дороге скончался.

Когда число погибших достигло тринадцати, городские власти Доноры связались с другими городами,

Загрязненный воздух остается внизу. Фото Контрольной организации по загрязнению воздуха, Лос-Анджелес. «Курьер ЮНЕСКО», март, 1959 г.

умоляя прислать врачей, медсестер, кареты скорой помощи и, самое главное, кислородные баллоны и изолирующие противогазы.

Городские врачи самоотверженно работали уже более тридцати шести часов. Смог все еще продолжал обволакивать город плотной пеленой. Половина населения, а именно 6 000 человек, была больна, двадцать человек умерло.

Спасение принес внезапно провавший пелену тумана сильный дождь, который прибил к земле ядовитые испарения.

Расследование этой чудовищной катастрофы велось почти год. Это было первое действительно тщательное исследование проблемы загрязнения воздуха. Комиссия по расследованию состояла из девяти инженеров, опытных специалистов — видных врачей, химиков, статистиков, метеорологов и др. К услугам комиссии был предоставлен весь технический

персонал как Бюро промышленной гигиены Пенсильвании, так и Отдела промышленной гигиены Министерства здравоохранения США.

Расследование проводили в трех основных направлениях, а именно — изучалась окружающая среда, метеорологические аспекты катастрофы и клинические данные.

Клинические показания были скорее подтверждающими, чем разъясняющими. Было доказано, что заболели не сотни, а тысячи жителей Доноры. В основном отмечалось раздражение дыхательного тракта, причем особенно остро недомогание ощущали старики, сердечники и люди, предрасположенные к заболеваниям дыхательных путей. Смерть наступала вследствие удушья.

Самые важные данные дала метеорология.

Было установлено, что хотя Донора и подвергается, вследствие своего неблагоприятного расположения, вредному воздействию скопления тумана, дыма и смога, основной причиной катастрофы послужило временное изменение нормальных атмосферных условий, при которых тот воздух, который ближе к земле, оказался теплее, чем воздух, находящийся выше. В результате этого и произошла более или менее полная иммобилизация именно тех потоков в нижних слоях воздуха, которые обычно уносят вверх газы и вредные испарения. Поэтому немедленно и начала оказывать свое вредное действие смесь нескольких загрязняющих воздух веществ, каждое из которых, в отдельности не могло бы вызвать такую катастрофу. Особо опасное действие оказала двуокись серы и продукты ее окисления, соединившиеся с копотью и летучей золой. Степень участия остальных раздражающих веществ в отравлении атмосферы трудно было точно установить. Следует также учесть недостаток данных о токсикологическом действии смесей раздражающих газов.

Проведенное расследование показало, как мало еще известно об этой проблеме и как важно тщательно ее исследовать.

УДК 615.9 смог.

Перевод с английского
Т. А. Черниловской

Яйца динозавров в пустыне Гоби

А. В. Сочава

Кандидат геолого-минералогических наук

Институт геологии и геохронологии докембрия АН СССР

Недра пустыни Гоби хранят в себе крупнейшие на Евразийском материке «кладбища» динозавров. Гигантские размеры, необычные формы тела этих животных и, наконец, внезапное и одновременное их вымирание на всех материках сразу, произошедшее в конце мезозойской эры, о причинах которого до сих пор существуют лишь туманные предположения, сделали динозавров одним из главных объектов популярной палеонтологии.

Если остатки самих динозавров встречаются достаточно редко, то еще реже попадают в руки палеонтологов фрагменты их яиц. На всей территории Советского Союза остатки яиц динозавров в виде разрозненных обломков скорлупы были найдены лишь в одном только месте — на р. Тайжузген в районе оз. Зайсан (Казахстан).

Одно из крупнейших в мире местонахождений яиц динозавров находится в пустыне Гоби на территории Монгольской Народной Республики. Здесь найдены яйца в почти целой скорлупе, сохранившей во многих случаях первоначальную форму. На возвышенности Баин-Дзак в Северной Гоби рядом экспедиций совет-

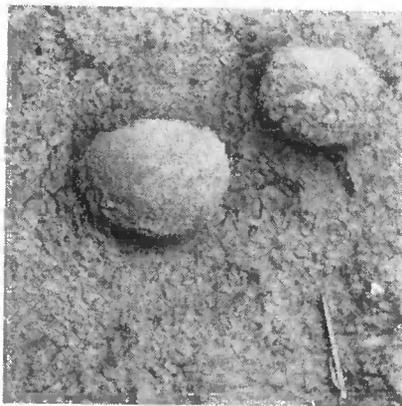


Рис. 1. Разрушенная кладка яиц динозавров в обрывах Ологой Улан Цаб.

ских, польских, американских и монгольских палеонтологов в 20-х годах нашего столетия было извлечено в общей сложности около сотни яиц продолговатой формы длиной 10—15 см. Яйца залежали в виде кладок. В одной из таких кладок было обнаружено около 30 яиц, расположенных веерообразно в три слоя один поверх другого. Эта находка получила мировую известность и до самого

последнего времени обрывы Баин-Дзака оставались единственным местонахождением яиц динозавров в Монголии.

В июле 1968 г., занимаясь изучением верхнемеловых отложений в пустыне Гоби, автор обнаружил в гравелитах и галечниках возвышенности Ологой Улан Цаб в Северной Гоби кладки яиц динозавров (рис. 1). Эти яйца по своему объему (вмещающему около 1,7 л воды) намного превосходят известные до сих пор типы яиц динозавров из азиатских местонахождений. В самой большой кладке было шесть яиц. Яйца удивительно хорошо сохранились, несмотря на свои большие размеры. Каждое из них разбито только сверху. Детеныш динозавра, вылупляясь, разрушал часть яйца, остатки скорлупы заполнялись гравием и песком, покрывались наносами и в таком состоянии сохранились до наших дней, пролежав в земле около 100 млн лет с середины мелового периода.

Разбитая и минерализованная скорлупа яйца, выполнившая предназначенную ей природой задачу и попавшая через миллионы лет в руки геолога, вызывает неизменное удивление и восхищение. Ведь она, подобно волшебной бутылке из арабской сказки, когда-то содержала в себе гигантского «джина», который, выбравшись из нее, выросстал в одно из самых огромных существ, бродивших когда-либо по поверхности нашей планеты.

Месяцем позже в 400 км к западу от возвышенности Ологой Улан Цаб автор снова нашел кладки динозавровых яиц в верхнемеловых отложениях. На этот раз в Ширегин-Гашунской впадине и в обрывах Бугин-Цаб

в Заалтайской Гоби. Эти яйца были значительно меньше по размерам и отличались по форме от яиц Ологой Улан Цаба и Баин-Дзака.

Итак, полевой сезон 1968 г. принес нам богатейшую коллекцию скорлупы яиц, принадлежащих представителям различных групп динозавров, живших на Земле во время весьма продолжительной поздне меловой эпохи. Эта коллекция по разнообразию типов скорлупы принадлежит к числу лучших в мире.

Динозавры вымерли в конце мелового периода около 60 млн лет назад. Какие мы имеем доказательства того, что кладки яиц, обнаруженные в верхнемеловых отложениях Гоби, принадлежат именно этой давно исчезнувшей группе животных? Прямых доказательств этому нет. Внутри яйца никогда еще не были обнаружены остатки зародыша. И не удивительно. В случае, если яйцо по каким-либо причинам было захоронено до вылупления эмбриона, остатки последнего, не имевшие еще твердого скелета, полностью разрушались и не могли сохраниться до наших дней. Известковая скорлупа — единственное, что остается от такого ископаемого яйца. И вместе с тем можно с достаточным основанием утверждать, что остатки яиц из верхнемеловых отложений Гоби принадлежат именно динозаврам.

Яйца с известковой скорлупой откладывают в настоящее время птицы и некоторые группы пресмыкающихся — черепахи и крокодилы. В прошлом к их числу, вероятно, принадлежали некоторые вымершие группы рептилий, такие как динозавры и птерозавры. Ограничив таким образом круг позвоночных животных, которым могли принадлежать найденные остатки яиц, можно проанализировать каждую из перечисленных групп.

Птицы в поздне меловую эпоху представляли собой совершенно малочисленную группу и были относительно малы по размеру. Во всем мире найдено лишь несколько скелетов поздне меловых птиц, а на территории Центральной Азии их остатки и вовсе не известны. Широкое распространение птиц и появление среди них таких крупных представителей, как страусы, яйца которых по форме

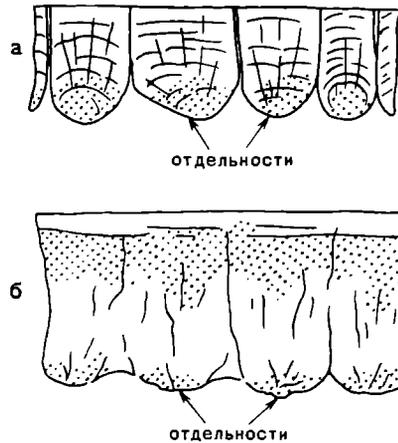


Рис. 2. Скорлупа яиц современной степной черепахи (а) и крокодила (б) в радиальном разрезе. Увеличено в 50 раз.

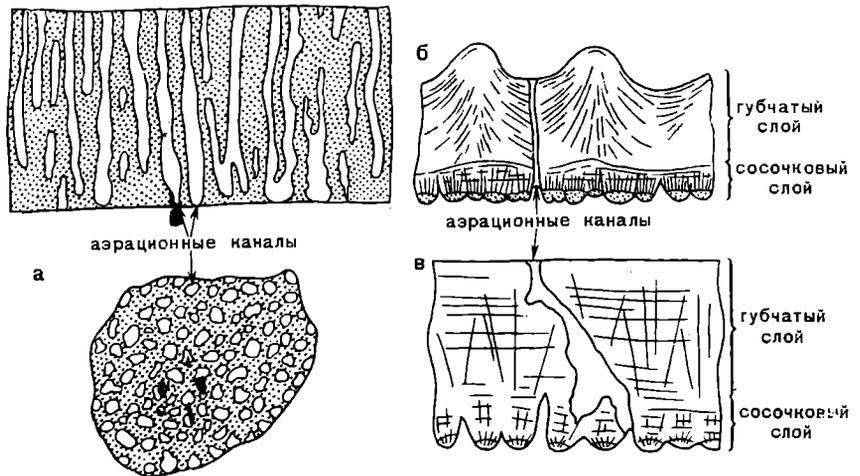


Рис. 3. Микроструктура скорлупы яиц динозавров из Северной Гоби (увеличено в 20 раз), а — скорлупа яйца из района Ологой Улан Цаб в радиальном и тангентальном разрезе; б — скорлупа яйца из района Бугун-Цаб; в — скорлупа яйца из Ширегин-Гашунской впадины.

и размеру напоминают яйца из Ологой Улан Цаба, относится к более позднему времени — кайнозойской эре. Следовательно, класс птиц в нашем случае исключается.

Найденные нами кладки яиц не могли принадлежать и птерозаврам (летающим ящерам), группе животных также достаточно редкой, остатки которой в верхнемеловых отложениях Гоби не обнаружены.

В пустыне Гоби в районах, близких от пунктов находки яиц или непосредственно в тех же местонахождениях, встречаются остатки костей взрослых динозавров, черепах и крокодилов поздне мелового возраста. Так что животных, которым принадлежали интересующие нас кладки, следует искать среди представителей

перечисленных трех надотрядов пресмыкающихся.

Скорлупа яиц различных групп пресмыкающихся и птиц имеет специфическую микроструктуру. Поэтому наиболее надежный путь определения принадлежности ископаемых яиц — сравнение микроструктуры их скорлупы и микроструктуры скорлупы яиц современных черепах и крокодилов.

Скорлупа яиц черепах состоит из одного слоя, образованного известковыми сферокристаллическими отдельностями, плотно прилегающими друг к другу, но не связанными жестко (рис. 2, а). Такое строение скорлупы допускает некоторое увеличение яйца в размере за счет поступления извне воды, необходимой для разви-

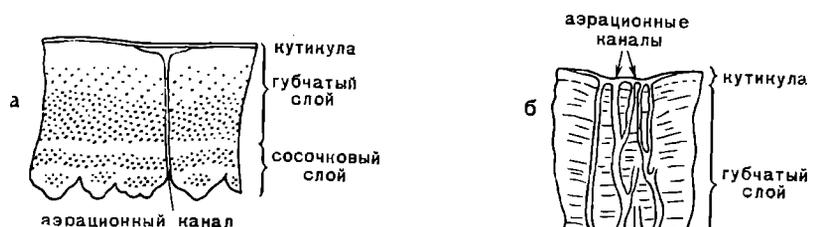


Рис. 4. Микроструктура скорлупы яиц современных птиц: курицы (а) и страуса (б). Увеличено соответственно в 100 и 35 раз.

тия зародыша после того, как яйцо было отложено.

Яйца крокодилов, благодаря более развитой, чем у черепах, белковой оболочке, весь необходимый запас воды содержат в себе уже в момент откладки. В скорлупе яиц крокодилов отдельности сливаются в своей верхней части в сплошную оболочку и границы между ними едва различимы (рис. 2, б). Скорлупа такого строения называется двуслойной и лучше предохраняет от испарения содержащуюся в яйце влагу.

Скорлупа яиц, обнаруженная в верхнемеловых отложениях Гоби, имеет и однослойную и двуслойную структуру. Однослойная скорлупа характерна для яиц из Ологой Улан Цаба. Эта скорлупа пронизана множеством аэрационных каналов, расположенных так близко друг от друга, что состоит лишь из относительно тонких перегородок между каналами (рис. 3, а). Этот тип скорлупы назван мультиканальным. Через аэрационные каналы внутрь яйца поступает кислород, необходимый для дыхания зародыша. Двуслойная скорлупа из нашей коллекции имеет внутренний, так называемый сосочковый слой, состоящий из отдельностей, аналогичных по своему строению скорлупе яиц черепах, и внешний слой — губчатый, через который проходят аэрационные каналы. Форма каналов может быть различной. У одних типов скорлупы каналы узкие и имеют постоянный поперечник на всем своем протяжении (ангустоканальная скор-

лупа, рис. 3, б), у других каналы расширяются в своей средней части (пролатоканальная скорлупа, рис. 3, в). В обоих случаях губчатый слой в несколько раз превышает по толщине сосочковый. Все перечисленные типы скорлупы яиц из верхнемеловых отложений пустыни Гоби по своей микроструктуре существенно отличаются от скорлупы яиц современных черепах и крокодилов; поэтому можно сделать вывод, что данные яйца принадлежали какой-то другой группе меловых пресмыкающихся. Такой группой могли быть только динозавры, остатки которых в большом количестве обнаружены поблизости. В пользу принадлежности яиц динозаврам свидетельствуют также их размеры. Среди пресмыкающихся того времени, кроме динозавров, не было животных, обладавших достаточными размерами тела, чтобы отложить яйца такой величины.

Исследуя скорлупу яиц динозавров, мы отметили существенное сходство двуслойной скорлупы из нашей коллекции со скорлупой птичьих яиц (рис. 4). Сходство строения скорлупы яиц этих позвоночных животных может служить еще одним подтверждением их происхождения от общих предков. Исключение представляет однослойная мультиканальная скорлупа яиц динозавров из Ологой Улан Цаба, микроструктура которой не похожа ни на один из типов скорлупы яиц современных животных.

Кладки яиц в районе Баин-Дзак и во вновь открытом местонахождении

Ологой Улан Цаб многочисленны и встречаются на разных уровнях последовательно отлагавшихся пластов песчаников, гравелитов и конгломератов. Это говорит о том, что эти районы в течение очень длительного времени были местом, куда самки динозавров приходили откладывать яйца. Скорлупа, сохранившаяся в более или менее целом виде, лишь счастливые для исследователей исключения из тысяч яиц, мелкие обломки которых переполняют слои местонахождений. А сколько обломков было полностью разрушено или унесено потоками воды!

Какие же участки древнего ландшафта выбирали динозавры для выведения потомства? Изучая особенности осадочных пород мелового возраста, содержащих кладки динозавровых яиц, мы можем сделать ряд заключений о характере таких участков. Одно из основных условий нормального развития зародыша в яйце — не прекращающийся доступ воздуха.

Хорошо аэрируемые пески и гравий для своих кладок динозавры могли найти в широких долинах рек, как это имело место в районе Баин-Дзак, или на конусах выноса временных потоков, отложения которых содержат кладки яиц в районе Ологой Улан Цаб.

Если осадочная порода — гравелит, песчаник или глина — образовалась в окислительных условиях при постоянном контакте с кислородом воздуха, содержащаяся в ней примесь окислов железа находится в окисной форме, обычно в виде рассеянных в породе мелких зернышек минерала гематита, окрашивающего породу в красный цвет. Поэтому не случайно два крупнейших монгольских местонахождения яиц динозавров отличаются ярко-красной окраской слагающих их пород. Цвет обрывов Баин-Дзак поразил в свое время сотрудников американской Центральноазиатской экспедиции, которые и дали этому району романтическое название «Пылающие скалы». В названии второго местонахождения яиц — Ологой Улан Цаб два последних слова означают по-монгольски «красные обрывы».

Изучение остатков яиц динозавров

расширяет круг наших знаний об этой чрезвычайно интересной вымершей группе пресмыкающихся. Микроструктура скорлупы яиц может многое рассказать о строении внутренних оболочек яйца, не сохранившихся в ископаемом состоянии до на-

ших дней, об особенностях дыхания зародыша в процессе его развития и о многом другом.

Миллионы лет разделяют нас и динозавров, когда-то безраздельно господствовавших на материках Земли. Однако каменные страницы летопи-

си природы сохранили для нас не только внешний облик Динозавров, но позволяют также судить об образе жизни этих животных, дают возможность восстановить картину их рождения и смерти.

УДК 568.19

Генетика и перспективы разведения устриц

А. К. Лонгвелл, С. С. Стайлс

Устрицы употреблялись человеком в пищу с незапамятных времен. Об этом свидетельствуют многочисленные находки раковин этих моллюсков на местах поселений доисторического человека. Но и в наше время во многих странах устрицы остаются деликатесом. Однако промысел устриц, который и всегда был относительно невелик, в последние годы стал заметно сокращаться. Еще не так давно

устрицы были одним из самых обычных моллюсков на побережьях Северной Америки и Европы. Но в результате загрязнения воды, строительства береговых сооружений и т. п. численность их резко снизилась. Это навело биологов на мысль использовать достижения генетики и селекции для увеличения продуктивности устричных «плантаций» — банок (подобно тому как это делается в от-

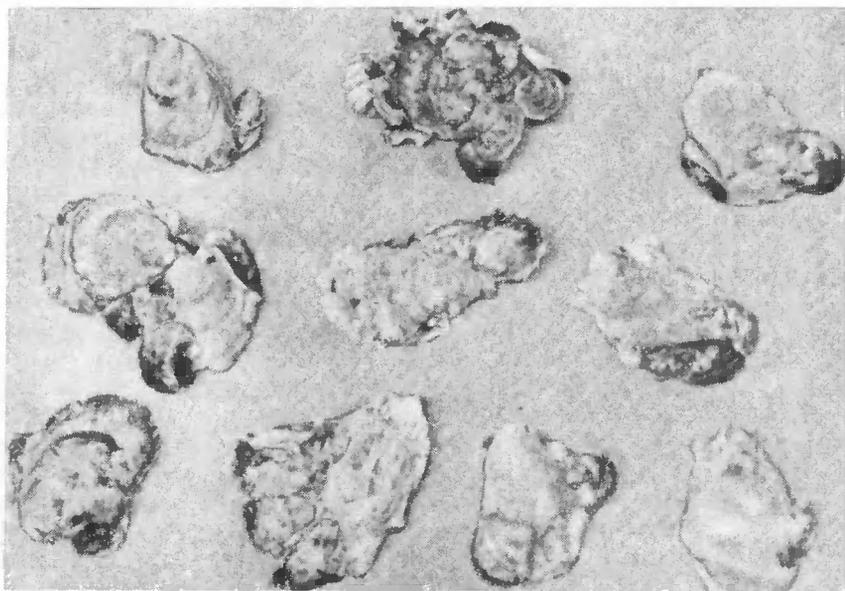
ношении сельскохозяйственных животных и растений).

Устрицы появились еще в каменноугольный период и с тех пор почти не изменились. В этом отношении они, подобно плеченогим (морские животные, очень похожие по внешнему виду на моллюсков, но принадлежащие к другому типу), представляют собой пример того, насколько медленно может протекать эволюция некоторых видов.

Устрицы принадлежат к семейству Ostreidae. Некоторые роды раздельнополы, другие (род *Ostrea*) — гермафродиты, т. е. у одной и той же особи могут формироваться и яйца и (через некоторое время) спермии. Плодовитость устриц очень велика. Так, одна особь американской устрицы дает от 35 до 65 млн яиц. Яйца и сперма выбрасываются в воду, где и происходит оплодотворение. Яйцо развивается в личинку, которая, проплавав в воде от 10 до 30 дней, опускается на дно и формирует раковину. Молодые устрицы быстро растут и уже через год сами могут давать потомство. Живут эти моллюски по 20—30 лет!

Кариотипы нескольких видов коммерчески ценных устриц очень сходны и представлены 10 парами хромосом одинаковой формы. Так что по внешнему виду нельзя решить, имеются ли у устриц специализированные половые хромосомы.

Оказалось возможным не только проводить искусственное разведение устриц в лабораторных условиях, но даже получать генетически различные линии. Для получения гомозиготных форм, отличающихся полезными признаками, и для выявления таких признаков проводили опыты с применением инбридинга. В таких скрещиваниях, очевидно, в результате наличия у родителей (родных братьев-сестер)



Дикие устрицы поколения 1966 г. с прикрепившимися к их раковинам устрицами 1967 года рождения.

летальных и полублетальных генов, наблюдалась большая гибель потомства и низкий процент оплодотворенных яиц (2,5% против 70% в контроле). При этом увеличилась доля яиц, развивающихся партеногенетически (до 10% против 1% в контроле). Это, в частности, позволило применять такие скрещивания для получения значительного числа партеногенетических особей, совершенно идентичных своим матерям.

Одно из вредных для устриц последствий разрушения их естественных местообитаний — это нарушение установившейся системы скрещиваний между отдельными популяциями. Раньше личинки в свободноплавающем состоянии переносились из одних популяций в другие и тем самым пополняли генофонд каждой популяции генами из других популяций. С уменьшением числа устричных банок естественно уменьшилась и численность свободноплавающих личи-

нок, а следовательно, и «генный обмен» между отдельными популяциями устриц. Это привело, в свою очередь, к снижению генетического разнообразия и генетической гибкости (приспособляемости отдельных популяций). Отсюда становится понятной массовая гибель устриц даже в сохранившихся устричных банках (от эпидемий, вызываемых некоторыми простейшими — паразитами устриц).

Чтобы исправить такое положение, были предложены методы скрещивания устриц из разных популяций с последующей селекцией. Некоторые гибриды между устрицами из разных популяций обладают мощным развитием и высокой приспособляемостью к разнообразным экологическим условиям. Такие гибриды могут с успехом использоваться для «реставрации» популяций, повышения их выживаемости и продуктивности. Интересны перспективы применения радиа-

ции и химических мутагенов в селекции устриц. Разрывы хромосом, индуцированные облучением или химическими мутагенами, могут позволить перенести часть генома, контролирующую желательные свойства одного вида, в геном другого.

Коммерческая эффективность проводимых исследований зависит от дальнейшего совершенствования полевых методов селекции устриц. Кроме того, необходимы меры по охране имеющихся устричных банок, так как населяющие их популяции служат источником генетического разнообразия, которое необходимо для успешного восстановления общей численности устриц и увеличения их промысла.

Сокращенный перевод с английского А. И. Борисова из журнала «Enderavour», v. XXIX, № 107, 1970.

УДК 639.41:
594.12

Не морфинист ли алкоголик?

Среди химических веществ, вызывающих у людей серьезные психические нарушения, алкоголь и производные морфина обладают наиболее сильным и продолжительным воздействием. Несмотря на сходство симптомов, вызванных приемом алкоголя или морфина, большие структурные различия между этанолом и производными морфина позволяют усомниться в верности гипотезы, объединяющей их по способу действия.

И все-таки результаты, полученные группой исследователей под руководством В. Дэвис (Хьюстон, США), говорят, что и алкоголь, и морфин могут вызывать нарушения функций головного мозга посредством одного и того же типа молекул яда. Только про-

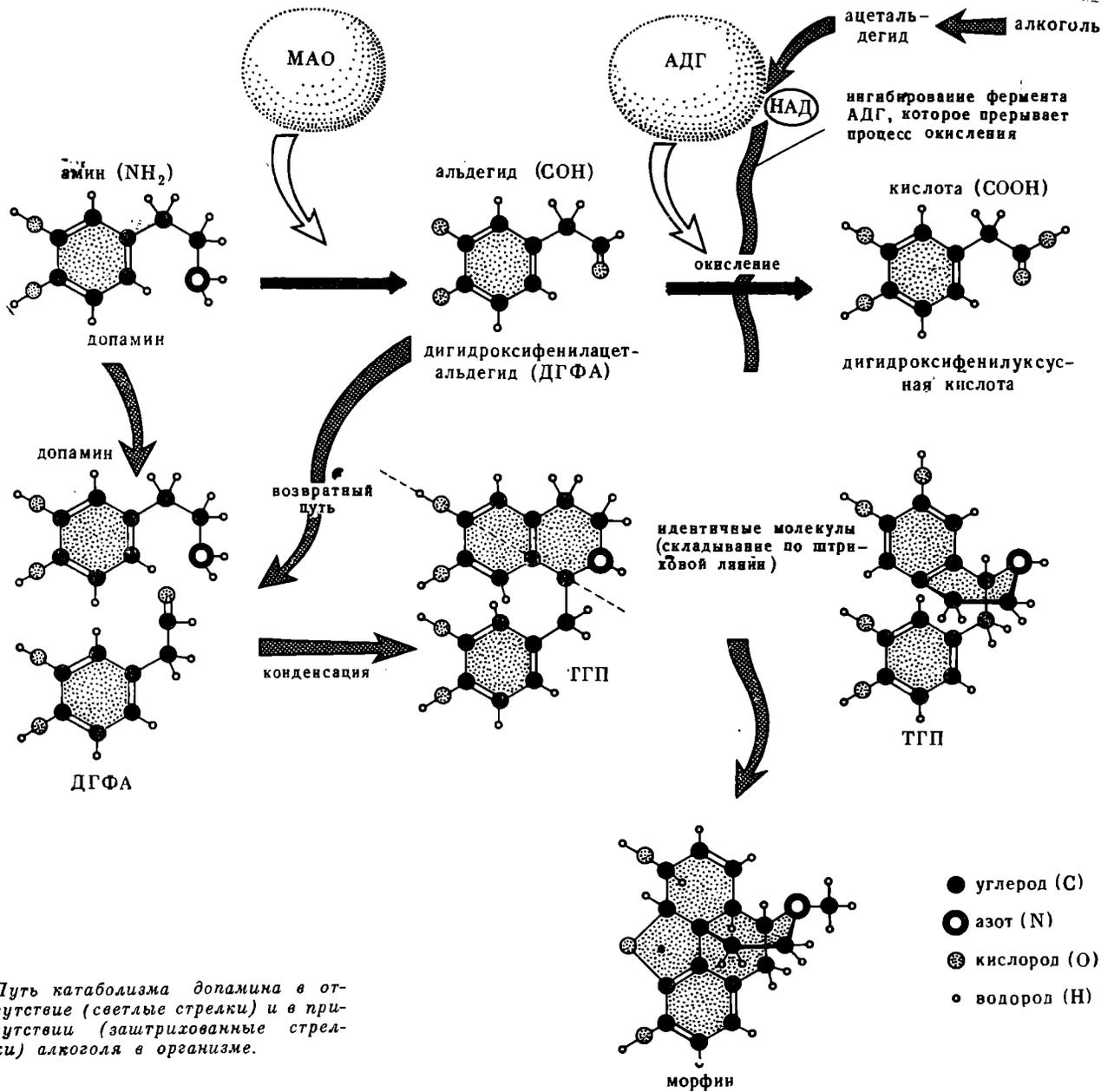
должительность воздействия и необходимые концентрации должны быть разными, чтобы вызвать устойчивую физическую привычку. Если эта гипотеза подтвердится, алкоголиков можно считать вторичными морфинистами. Действительно, длительное употребление алкоголя приводит к постоянному нарушению обмена веществ, к возникновению в организме соединений, родственных морфину; вследствие этого вырабатывается психическая и физическая привычка (наркомания).

До недавнего времени считали, что только растения могут синтезировать алкалоиды, но в сентябре 1968 г. М. Коллинз (Нью-Йорк, США) и Г. Коэн (Колумбийский университет, США) сообщили о возможности синтеза этих веществ в организме человека. Согласно их данным, ацетальдегид, образующийся в результате фер-

ментативного превращения этилового спирта в организме, может реагировать с катехоламинами (аминами, присутствующими в нервной системе), давая в результате соединения, родственные изохинолинам. Между тем многочисленные алкалоиды, такие как морфин, стрихнин или кофеин, имеют в структуре своей молекулы циклы, характерные именно для изохинолинов. Однако оказалось, что, по-видимому, с нейраминами соединяется не сам ацетальдегид, а другой альдегид, получающийся в результате нарушения обмена веществ, вызванного алкоголем.

Эта возможность косвенного воздействия ацетальдегида на некоторые ферменты, контролирующие реакции превращения катехоламинов, является ключевым моментом в работах В. Дэвис.

Активные амины нервной системы (адреналин, норадреналин, допамин и серотонин) окисляются до кислот с помощью двух важных ферментов: моноаминоксидазы (МАО), превращающей амины в альдегиды, и альдегиддегидрогеназы (АДГ), окисляющей полученные альдегиды (СНО) в кис-



Путь катаболизма допамина в отсутствие (светлые стрелки) и в присутствии (заштрихованные стрелки) алкоголя в организме.

лоты (СООН). В. Дэвис считает, что именно на этом этапе и действует ацетальдегид. Он угнетает АДГ, извращая нормальный обмен допамина (см. схему). Одним из косвенных последствий такого ингибирования АДГ может быть образование в организме алкалоидов, родственных морфину и порождающих наркоманию.

Последовательность реакций от допамина до морфина у человека, при-

водящая к нарушению обмена, кажется вполне вероятной с химической точки зрения: реакция конденсации осуществляется в мягких условиях (рН 7,4; 37°); превращение продуктов реакции в тетрагидропапаверолин (ТГП) происходит при простом складывании молекулы; дальнейшее превращение ТГП в норморфин и морфин не требует более чем двух этапов.

Для подтверждения своей гипотезы В. Дэвис с сотрудниками осуществила синтез ТГП из допамина, меченного углеродом ¹⁴С. Реакцию проводили в течение 30 мин. при 37° с добавлением экстрактов мозга или печени крысы, в присутствии или в отсутствие алкоголя, ацетальдегида и никотинамидадениндинуклеотида (НАД). Практически в отсутствие кофактора НАД, ТГП является основным продук-

том катаболизма¹ допамина. При добавлении НАД к смеси (что приводит к активации фермента АДГ) образование ТГП в ткани печени фактически останавливается.

В меньшей степени это происходит и в экстрактах мозга. Напротив, добавление алкоголя и особенно ацетальдегида значительно усиливает синтез ТГП, снижая в равной мере образование дигидроксифенилукс-

ной кислоты, обычного продукта катаболизма допамина.

Различная активность, наблюдавшаяся в экстрактах печени и мозга при сравнении окисления альдегидов в кислоты, говорит о том, что ткани мозга могут быть гораздо чувствительнее к угнетению ацетальдегидом, чем ткани печени. Это благоприятствует образованию алкалоидов, родственных морфину. Полученные результаты позволяют объяснить характер действия некоторых гипнотических веществ, таких как хлоральгидрат или паральдегид, которые вызывают угнетение АДГ и усиление синтеза ТГП.

¹ Термином катаболизм обозначают путь, который приводит к разрушению и удалению молекул из организма. Обратный процесс называют анаболизмом.

Таким образом, по гипотезе В. Дэвис, алкоголизм принадлежит к категории биохимических заболеваний, основанных на нарушении обмена веществ. Раскрытие биохимической связи между алкоголизмом и наркоманией должно быть продолжено для полного понимания химической природы алкоголизма и возможности синтеза медикаментов, способных контролировать или даже полностью снимать вредное воздействие алкоголя на организм.

УДК 613.816

Космическая химия

Г. Б. Шоломицкий

Кандидат физико-математических наук

Институт космических исследований АН СССР

Ученые Национальной радиоастрономической обсерватории (НРАО) США открыли в межзвездной среде окись углерода CO (угарный газ) и цианид водорода HCN (синильная кислота). Были обнаружены эмиссионные линии этих молекул, соответствующие основному вращательному переходу $1 \rightarrow 0$. Наблюдения были выполнены на 11-метровом телескопе НРАО, построенном специально для наблюдений в миллиметровом диапазоне волн. В этом участке спектра как раз и находятся основные вращательные переходы тяжелых молекул.

Факт присутствия трех- и четырехатомных молекул в межзвездной среде ставит перед астрофизиками ряд нелегких проблем, из которых наиболее важна проблема происхождения сложных молекул. Напомним, что даже образование двухатомных

молекул в условиях чрезвычайно низкой плотности в течение уже трех десятилетий оставалось загадкой. Следует также учесть, что молекулы подвержены воздействию ультрафиолетового излучения звезд, вызывающего их диссоциацию (распад) на отдельные атомы. В настоящее время дискутируются две возможности воспроизводства молекул: 1) образование их в сравнительно плотных атмосферах звезд и последующее выметание в межзвездную среду в виде солнечного ветра и 2) слияние атомов в молекулы на поверхности межзвездных пылинок, адсорбирующих газовые частицы на всей поверхности и играющих, таким образом, роль катализатора в химических реакциях.

Наконец, увенчались успехом поиски молекулы наиболее распространенного в космосе химического элемента — водорода. Молекулярный водо-

род не удавалось обнаружить по той простой причине, что молекула H_2 не обладает спектральными линиями в радио- и оптическом участках спектра, в которых атмосфера прозрачна и возможны наблюдения с поверхности Земли. Как и ожидалось, молекулярный водород обнаружен по поглощению ультрафиолетового излучения звезд. Его количество в направлении созвездия Персея сравнимо с количеством атомарного водорода.

Нетрудно предсказать космической химии блестящие перспективы и не только в изучении современного состояния межзвездной среды, но и в исследовании процессов ядерного и химического синтеза до и после образования галактик.

УДК 523.15

Еще один космический год

С. А. Никитин

Комиссия по исследованию и использованию космического пространства
АН СССР

С 20 по 29 мая 1970 г. в Ленинграде, в Таврическом дворце, проходила XIII сессия Международного комитета по космическим исследованиям (КОСПАР). Впервые сессия этой международной организации проводилась на родине космонавтики, стране, открывшей человечеству путь в космос.

Цели и задачи КОСПАРА

КОСПАР был создан по инициативе Международного совета научных союзов в октябре 1958 г. Успешное сотрудничество ученых различных стран в рамках Международного геофизического года (1957—1958 гг.) продемонстрировало эффективность новых организационных форм при исследовании Земли и околоземного космического пространства, потенциальные возможности изучения окружающего нас мира. Естественно, возникла идея продолжить международное сотрудничество в изучении космоса, объединить усилия ученых разных стран в рамках международной организации, которая бы координировала научные исследования с помощью ракет, спутников и космических аппаратов, организовала широкий обмен информацией по результатам этих исследований, рекомендовала наиболее целесообразные направления будущих исследований. В резолюции Международного совета научных союзов, связанной с созданием КОСПАРА, отмечалось, что основная задача этой организации — «предоставление ученым всего мира возможности широкого использования спутников и космических зондов для научных исследований космического пространства и организация обмена информацией по

результатам исследований на основе взаимности». Таким образом, цель КОСПАРА — содействие прогрессу в изучении космического пространства в международном масштабе. Эту задачу КОСПАР осуществляет через Международный совет научных союзов, примыкающие к нему национальные академии наук и через научные союзы, входящие в его состав. В частности, советские ученые принимают участие в работе КОСПАРА через Комиссию по исследованию и использованию космического пространства АН СССР (председатель — акад. А. А. Благонравов). Следует подчеркнуть, что КОСПАР занимается главным образом результатами фундаментальных научных исследований, полученных с помощью ракет, спутников и космических аппаратов. Вместе с тем КОСПАР зарегистрирован как консультант ООН по проблемам, связанным с исследованиями космического пространства, поэтому рекомендации, выработанные КОСПАРОм, рассматриваются как официальные для стран, входящих в Организацию Объединенных Наций. В настоящее время в состав КОСПАРА входят национальные комитеты 35 стран и представители 11 международных научных союзов.

С 1958 г., когда состоялась первая сессия КОСПАРА, он и его исполнительный комитет собираются ежегодно. На этих сессиях оформилась структура КОСПАРА, был разработан устав и процедура работы. Разумеется, за годы своего существования КОСПАР претерпел определенные изменения, связанные с общим прогрессом в изучении космоса. В по-

следние годы сфера космических исследований расширяется особенно стремительно, охватывая все более отдаленные от Земли области солнечной системы. Начав с околоземного космического пространства, космонавтика перешла к изучению Луны, межпланетного пространства, Венеры и Марса. На очереди другие планеты и отдаленные области солнечной системы. Этот процесс идет и «вглубь» — от получения самой первой, «зондирующей», информации к систематическим и углубленным исследованиям небесных тел или физических процессов в космосе. Это нашло естественное отражение в структуре рабочих групп, через которые осуществляется основная деятельность КОСПАРА — обсуждение результатов научных исследований и выработка соответствующих рекомендаций. Новая структура рабочих групп была принята на предыдущей XII сессии КОСПАРА, которая состоялась в мае 1969 г. в Праге (Чехословакия) и окончательно оформилась на ленинградской сессии. Если в начале деятельности КОСПАРА рабочих групп было только три, то теперь их стало семь: «Слежение, телеметрия и динамика» (рабочая группа 1), «Эксперименты в межпланетном пространстве и в магнитосфере» (рабочая группа 2), «Космическая техника в применении к астрофизическим проблемам» (рабочая группа 3), «Эксперименты в верхней атмосфере» (рабочая группа 4), «Космическая биология» (рабочая группа 5), «Применение космической техники для метеорологии и изучения Земли» (рабочая группа 6), «Космические программы по изучению Луны и планет» (ра-

бочая группа 7). Кроме того, ряд вопросов рассматривается консультативной группой по потенциально вредным следствиям космических экспериментов (с подгруппой по карантину планет).

Симпозиум по солнечно-земной физике

XIII сессия КОСПАРа предшествовал Международной симпозиум по солнечно-земной физике, который также проходил в Ленинграде с 12 по 20 мая 1970 г. Ленинградский симпозиум был третьей встречей ученых, посвященной обсуждению проблемы «Солнце — Земля». Первый симпозиум по солнечно-земной физике состоялся в сентябре 1966 г. в Белграде, второй — в сентябре 1968 г. в Вашингтоне (на этом симпозиуме рассматривался круг вопросов, связанных с магнитосферой Земли). Симпозиум в Ленинграде был наиболее представительным — в нем приняли участие около 1000 ученых из 26 стран. Программный комитет симпозиума из 400 поступивших докладов отобрал приблизительно 200 наиболее интересных, в том числе 70 докладов и научных сообщений советских ученых. Кроме того, программа симпозиума включала также 50 обзорных заказных докладов, подготовленных ведущими учеными-специалистами в области солнечно-земной физики. Одним из свидетельств признания важного вклада советских ученых в развитие исследований по солнечно-земной физике явилось приглашение представить обзорные доклады 13 советским ученым.

Для последнего десятилетия характерно бурное развитие исследований в области солнечно-земной физики. Использование ракетно-космической техники открыло совершенно новые возможности для изучения солнечно-земных связей, позволило исследовать излучения Солнца и потоки частиц солнечного вещества за пределами земной атмосферы в их неискаженном виде. В этой области за последние годы накоплено громадное количество фактов, которые нельзя было получить с помощью наземных наблюдений. Вместе с тем это стиму-

лировало наблюдения с помощью наземных средств, и комбинированный подход оказался чрезвычайно эффективным при решении фундаментальных научных проблем физики солнечно-земных связей. По существу наше светило взято сейчас под непрерывный научный контроль, что стало возможным благодаря международному сотрудничеству ученых.

Отличительной чертой ленинградского симпозиума по солнечно-земной физике явился комплексный подход к изучению процессов на Солнце и воздействия этих процессов на Землю, переход от накопления фактов к их обобщению. Работа симпозиума проходила в 4 секциях: «Солнце как источник энергии и возмущений», «Межпланетная среда», «Магнитосфера» и «Физика верхней атмосферы». В кратком обзоре не представляется возможным остановиться на всех вопросах, обсуждавшихся учеными. Упомяну лишь о некоторых докладах, вызвавших оживленную дискуссию на симпозиуме.

Естественно, что в центре внимания участников находились обзорные доклады и научные сообщения, посвященные результатам исследований нерегулярных процессов на Солнце. Следует подчеркнуть, что эти исследования имеют не только крупный научный, но и немалый практический интерес. Механизм солнечно-земных связей изучен, к сожалению, еще явно недостаточно. Ученые давно обратили внимание на связь между пятнами и вспышками на Солнце и такими неблагоприятными явлениями, как магнитные бури, нарушение коротковолновой радиосвязи и т. п. Всплески солнечной активности ведут к резкому возрастанию интенсивности ультрафиолетового и рентгеновского излучения Солнца, выбрасываемых им потоков энергетических частиц. Подобные процессы «взрывного» характера оказывают весьма существенное влияние на состояние межпланетной среды, околоземное космическое пространство, на ионосферу и верхнюю атмосферу Земли.

С выходом человека в космическое пространство возникла проблема радиационной защиты экипажей космических кораблей. Как известно, вспышки на Солнце часто сопровож-

даются извержением потоков протонов высоких энергий, обладающих большой проникающей способностью и представляющих серьезную опасность для космонавтов. Разработка методики прогнозирования таких вспышек, заблаговременное предупреждение о намечающемся ухудшении радиационной обстановки в районе полета космического корабля — важнейшая задача физиков, изучающих Солнце. А для уверенного прогнозирования вспышек надо понять их физическую сущность, разобраться в тех процессах, которые приводят к их появлению. Всем этим вопросам на симпозиуме было уделено должное внимание. В этой связи большой интерес вызвал доклад акад. А. Б. Северного.

В настоящее время большинство ученых сходятся на том, что нестационарные процессы на Солнце существенно связаны со структурой и динамикой магнитных солнечных полей. В этих исследованиях советским ученым принадлежит ведущая роль, поскольку в нашей стране больше обсерваторий, которые располагают специальным оборудованием для измерений магнитных полей на Солнце (в СССР их 6 и лишь 2 в США). За последние годы в изучении нестационарных явлений на Солнце достигнуты крупные успехи. Некоторые итоги этих исследований сообщил в своем докладе акад. А. Б. Северный. Так, исследования показали, что солнечные пятна, по-видимому, являются источниками сильных магнитных полей дипольного типа. Вариации интенсивности магнитных полей могут сопровождаться «выходом» энергии в нестационарные процессы, приводить в отдельных активных областях Солнца к вспышкам, извержениям солнечного вещества, взрывам и другим быстрым движениям солнечной плазмы. Эти процессы тесно связаны с изменениями конфигурации магнитных полей и появлением сильных электрических токов, сопровождаемых генерацией потоков частиц очень высоких энергий. Хромосферная эмиссия в относительно спокойные периоды солнечной активности существенно коррелирована с локальными, умеренно интенсивными магнитными полями. Эти поля, по-видимому, играют важную роль в

генерации рентгеновского излучения и коротковолнового радиоизлучения.

Большой интерес участников симпозиума вызвали доклады сотрудников Физического института им. П. Н. Лебедева АН СССР. В докладах сообщалось о результатах исследований рентгеновского излучения при солнечных вспышках, которые были выполнены с помощью рентгеновских гелиографов, установленных на спутниках «Космос-230» и «Интеркосмос-1». О характере этих экспериментов достаточно подробно рассказывалось в статьях С. Л. Мандельштама, И. П. Тиндо и И. А. Житника, опубликованных в журнале «Природа» в 1970 г., № 1, 4.

Большое число докладов и научных сообщений было посвящено всесторонним исследованиям межпланетной среды. В ряде докладов приводились новые сведения о химическом составе солнечного ветра и его динамических характеристиках. В частности, в докладе швейцарских ученых содержались интересные данные об инертных газах в составе солнечного ветра. Эти данные были получены в результате анализа рулона алюминиевой фольги, который был развернут на Луне экипажем корабля «Аполлон-11», а затем доставлен на Землю. В настоящее время ученые проявляют повышенный интерес к межпланетному магнитному полю — его структуре и происхождению. Вопрос заключается в том, является ли межпланетное магнитное поле продолжением галактического магнитного поля, модулированного полем Солнца, или же Солнце полностью «отвечает» за его образование?

В последнее время получен большой экспериментальный материал, свидетельствующий о спиралевидной структуре межпланетного магнитного поля, причем силовые линии закручены вокруг оси вращения Солнца. Предложены интересные модели распространения магнетизма в солнечной системе и попытки теоретического объяснения накопленных данных о взаимодействии межпланетного магнитного поля с магнитными полями планет. Ученые пытаются объяснить комплексные явления, возникающие в результате взаимодействия солнечного ветра с геомагнитным полем, и их

зависимость от уровня солнечной активности. Эта тема практически смыкается с проблемами, встающими при изучении магнитосферы Земли — образования со сложной и весьма динамичной структурой. Несмотря на более чем десятилетний период изучения, несмотря на то, что ученым с помощью спутников и космических аппаратов удалось накопить огромное количество фактического материала, новые эксперименты и исследования магнитосферы Земли в известной мере изменяют современные представления. Достаточно напомнить об открытии так называемого полярного ветра и необходимости в связи с этим пересмотреть наши представления о протяженности ионосферы в полярных областях. Обсуждению результатов этих исследований были посвящены многие доклады.

Наконец, физика верхней атмосферы. Здесь на обсуждение участников симпозиума был выдвинут целый ряд проблем, связанных, в частности, с изучением химического состава слоев ионосферы, процессами ионизации и рекомбинации в ионосфере, газо- и теплообмена между различными слоями верхней атмосферы. Большое число научных сообщений касалось сравнительно новой группы вопросов, например, изучения влияния уровня солнечной активности на структуру и динамику верхней атмосферы, результатов исследования ионосфер планет Венеры и Марса и т. п.

XIII сессия КОСПАРА

Проблемы, обсуждавшиеся на симпозиуме по солнечно-земной физике, естественно, нашли отражение в докладах на XIII сессии КОСПАРА. По традиции, рабочая часть сессии началась с пленарного заседания, на котором главы делегаций выступили с национальными докладами своих стран. В общей сложности национальные доклады составляют исчерпывающий и авторитетный отчет о космических исследованиях во всем мире.

Все большее число государств начинает убеждаться в экономической целесообразности практического использования достижений космической науки и техники, особенно в таких областях, как метеорология, космиче-

ская связь и телевидение. Значительные успехи в этих и других направлениях достигнуты в Советском Союзе. Они были кратко охарактеризованы в докладе, с которым выступил глава советской делегации акад. А. А. Благонравов. С результатами космических исследований, проводившихся в 1969 г. в США, участников сессии ознакомил руководитель делегации этой страны проф. Р. Портер. Далеко продвинулись вперед космические исследования во Франции, о которых доложил проф. Ж. Ковалевски. Он особенно подчеркнул большое значение и плодотворность советско-французского сотрудничества в ряде областей космонавтики. Свои национальные доклады сессии КОСПАРА представили руководители делегаций: болгарских ученых — Л. Крыстанов, чехословацких ученых — З. Швешта, польских — В. Зонн, ученых ГДР — Э. Лаутер, румынских ученых — К. Попович, шведских — Е. Брунберг, бельгийских — М. Николе и др.

В центре внимания XIII сессии КОСПАРА были заседания рабочей группы 7, на которых обсуждались результаты исследований Луны и планет. Прошедший год был очень богат «космическими» событиями. Крупным вкладом в планетологию явились результаты экспериментов, выполненных советскими автоматическими станциями «Венера-5» и «Венера-6» и американскими космическими аппаратами «Маринер-6» и «Маринер-7». Успешные полеты кораблей «Аполлон» на Луну принесли нам новые данные о нашем естественном спутнике. Важными шагами на пути к созданию долговременных орбитальных станций явились полеты кораблей «Союз», в ходе которых космонавты выполнили обширные программы по изучению Земли из космоса. Результатам всех этих экспериментов на ленинградской сессии КОСПАРА было уделено должное внимание.

С большим интересом был встречен доклад советских ученых В. Авдеевского, М. Марова и М. Рождественского «Параметры атмосферы Венеры по измерениям «Венеры-5» и «Венеры-6»». Как известно, автоматическая станция «Венера-4» в октябре 1967 г. впервые произвела непосредственные измерения химического со-

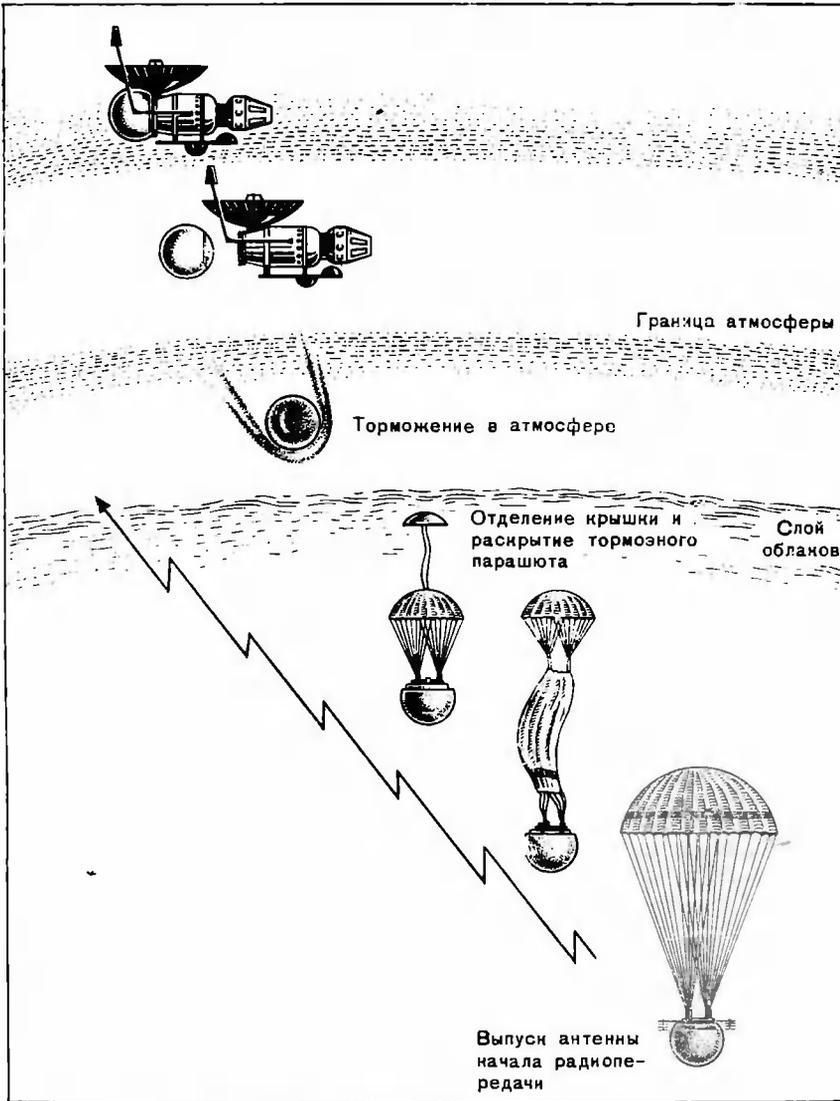


Схема снижения спускаемого аппарата автоматической станции «Венера» при парашютировании.

става и параметров атмосферы Венеры. Фундаментальным результатом был проведенный на борту спускаемого аппарата станции анализ проб газового состава, позволивший надежно установить, что подоблачная атмосфера Венеры почти целиком состоит из углекислоты, азота в ней всего лишь несколько процентов, а вода и кислород — лишь в виде малых примесей. Были получены высотные профили температуры и давления атмосферы вплоть до уровня, где они равнялись приблизительно 270°C и 18 атм.

Логическим продолжением непосредственных измерений в атмосфере этой загадочной планеты, существенно дополняющим и уточняющим результаты «Венеры-4», были эксперименты, выполненные автоматическими станциями «Венера-5» и «Венера-6» в середине мая 1969 г. Результатам этих экспериментов, а также основанным на них теоретическим построениям и был посвящен доклад трех советских ученых, с которым выступил М. Я. Маров.

Место входа станций в атмосферу Венеры находилось на ночной сторо-

не планеты, примерно в 2700 км от терминатора; расстояние между точками входа двух станций составило около 300 км. Для выполнения комплекса научных исследований атмосферы на спускаемых аппаратах были установлены следующие приборы для измерения давления, температуры, плотности, газового состава и высоты: 1) шесть датчиков давления — манометров мембранного типа, рассчитанных на три диапазона измерений (100—5000, 500—20 000, 750—30 000 мм рт. ст.); среднеквадратичные ошибки измерений 1,5—2%; для надежности на каждый диапазон устанавливались по два датчика; 2) термометры сопротивления с диапазонами измерений: 0—160, 140—370 и 200—440° С, среднеквадратичные ошибки измерений 1,5%; 3) плотномер камертонного типа, с диапазоном измерений 0,5—40 кг/м³ при среднеквадратичной ошибке 3%; 4) радиовысотомер, производивший измерения высоты методом частотной модуляции; среднеквадратичная ошибка измерений не превышала 5% от номинального значения измеряемой высоты; 5) газоанализаторы. В газоанализаторах использовался главным образом манометрический метод, которым определялось содержание CO₂, H₂O (вместе с инертными газами). Вместе с тем для определения воды применялся электролитический метод, а для определения малых количеств кислорода — термохимический.

Всего за время спуска каждого аппарата было сделано более 70 измерений давления и более 50 измерений температуры, температура изменялась примерно от 20 до 320° С, а достигнутое предельное давление составило 27 атм, при этом ход изменения температуры близок к адиабатическому. Измерения газового состава атмосферы проводились в диапазоне давлений от 0,6 до 10 атм и температур от 25 до 220° С.

Более прецизионные измерения на спускаемых аппаратах станций «Венера-5» и «Венера-6» позволили уточнить состав атмосферы Венеры, который может быть принят следующим: CO₂ — $97 \pm 4\%$, O₂ — не более 0,1%, N₂ — не более 2%. Концентрация водяного пара под облаками — около 1,0%.

Расчеты пройденного аппаратами пути на участках парашютирования в зависимости от времени спуска показали, что «Венера-5» производила измерения на участке 36,7 км, а «Венера-6» — на участке 34,2 км. По предварительным данным, основанным на измерениях радиовысотометрами, положения локальных уровней поверхности в районах снижения спускаемых аппаратов «Венеры-5» и «Венеры-6» с учетом предельно возможных ошибок измерений различаются в среднем на 13 км; этот результат должен быть подвергнут дополнительному изучению.

Одним из предположений, объясняющих указанное различие, могло бы быть существование заметных неровностей рельефа поверхности Венеры в областях спуска аппаратов, которые по оценкам отстоят друг от друга на несколько сотен километров. В этом случае перепаду высот будет соответствовать средний уклон около 1,5°.

Сопоставление данных измерений температуры и давления при помощи станций «Венера-4», «Венера-5», «Венера-7» и космического аппарата «Маринер-5» показывает их хорошее согласие. Из сопоставления следует, что «Маринер-5» осуществил измерения до высоты 38 км (предельный для использованного метода радиопросвечивания), «Венера-4» измерила давление до 35 км и температуру до 26 км, аппараты станций «Венера-5» и «Венера-6» завершили измерения на высоте около 20 км над средним уровнем поверхности планеты, который определяется как среднее арифметическое по данным измерений высоты обеими станциями. Так как данные «Маринера-5» отнесены к гравитационному центру планеты, то их сравнение с данными «Венеры-5» и «Венеры-6» дает для радиуса Венеры значение 6050 км, что хорошо согласуется с радиолокационными измерениями.

Полученные результаты дали возможность построить уточненную модель атмосферы Венеры от поверхности до высоты 300 км. При экстраполяции было использовано допущение, что градиент температуры постоянен по высоте, а адиабатическая модель справедлива вплоть до поверхности. Расчеты в этом случае по-

казывают, что на среднем уровне поверхности температура должна быть равна 770° К, а давление — 100 атм. Возможные отклонения от средних значений за счет предельных изменений высоты на ± 7 км составляет $\pm 60^\circ$ К по температуре и ± 40 атм по давлению. Полученные значения могут несколько измениться в зависимости от условий в приповерхностном слое атмосферы Венеры. В частности, наличие водяных паров и, возможно, аэрозоля, поглощающих солнечную энергию, должно приводить к уменьшению градиента температуры у поверхности, следствием чего будет уменьшение температуры и увеличение давления.

Исследованиям атмосферы Венеры был посвящен ряд других докладов советских и зарубежных ученых.

Венера и ее атмосфера таят еще много загадок. Ученым предстоит дать ответы на вопросы, почему Венера так резко отличается от Земли и других планет земной группы, чем обусловлено развитие на Венере столь своеобразных условий — углекислая атмосфера, высокие давления и температура у поверхности, малое содержание воды и кислорода... Не ясен вопрос об облаках на Венере, не исключена, в принципе, возможность существования своеобразных живых форм...

Ряд докладов и научных сообщений на сессии были посвящены последним результатам в изучении Луны. Здесь не будут затрагиваться вопросы, связанные с анализом образцов лунных пород, которые были доставлены на Землю экипажем корабля «Аполлон-11». Журнал «Природа» поместил на своих страницах несколько материалов на эту тему¹. Кроме того, читателя можно отослать к специальному номеру журнала «Science» (v. 167, № 3918), целиком посвященному итогам январской конференции в Хьюстоне, на которой обсуждались научные результаты полета «Аполлона-11».

Американский ученый Л. Джаффи привел в своем докладе результаты изучения физических и механических свойств лунной поверхности по дан-

ными беспилотных космических аппаратов и пилотируемых кораблей. Он, в частности, сравнил новые сведения с теми характеристиками, которые были известны ученым по результатам наземных наблюдений и измерений с искусственных спутников Луны. Наиболее подробно Л. Джаффи остановился на результатах исследования некоторых деталей конструкции космического аппарата «Сервейер-3», которые были доставлены на Землю экипажем корабля «Аполлон-12».

Как известно, «Сервейер-3» совершил мягкую посадку на поверхность Луны в апреле 1967 г., примерно за 31 месяц до полета «Аполлона-12», и его детали за это время подвергались длительному воздействию различных факторов космической среды. Обработка данных этого эксперимента еще не завершена, но ценность таких исследований безусловна: их результаты позволят более точно оценивать воздействие космических факторов на аппарат при его длительном пребывании в межпланетном пространстве или на поверхности Луны.

С большим интересом отнеслись участники сессии к выступлению американского космонавта Нейла Армстронга, входившего в состав делегации США. Н. Армстронг поделился своими впечатлениями о пребывании на Луне. В частности, он затронул вопросы гравитационной и оптической адаптации в условиях Луны, привел описание пейзажа в месте посадки лунного отсека, данные о восприятии цветовых изменений при различных углах возвышения Солнца над лунным горизонтом и о тех оптических эффектах, которые космонавты наблюдали в лунных условиях. Космонавт рассказал о тех трудностях, с которыми он и Э. Олдрин столкнулись при сборе образцов лунного грунта, размещении комплекта научных приборов и выполнении ряда других операций. На этом заседании 7-й рабочей группы присутствовали советские космонавты Г. Т. Береговой и К. П. Феоктистов.

Интересные факты сообщил в своем докладе Ч. Сонетт (США). Как известно, советские автоматические станции серии «Луна», а также американские космические аппараты не

¹ См. «Природа», 1969, № 12, стр. 50—59.

обнаружили у Луны собственного магнитного поля сколько-нибудь существенной напряженности. В ноябре 1969 г. экипаж лунного отсека корабля «Аполлон-12» установил на поверхности Луны магнитометр. С 24 ноября, когда Луна вышла из шлейфа магнитосферы Земли, прибор начал регистрировать магнитное поле Луны. Согласно предварительным данным, средняя напряженность этого поля по измерениям магнитометра оказалась равной 30 гамма, что значительно больше ожидаемой напряженности, если основываться на данных от аппаратов, ранее исследовавших лунный магнетизм. По мнению Ч. Сонетта, столь высокая напряженность обусловлена наличием на некотором расстоянии от прибора локального магнитного источника. Маловероятно, считает Сонетт, что этот источник находится ближе 500 м от прибора. Кроме того, источник, по-видимому, расположен не в центральной части лунного массива, а в поверхностном слое, вероятнее всего, в лунной коре. Попытка выяснить местоположение магнитного источника путем сопоставления показаний магнитометра на поверхности Луны с показаниями магнитометра, установленного на космическом аппарате «Эксплорер-35», оказалась неудачной, поскольку встретились трудности при соответствующей калибровке прибора на «Эксплорере». Некоторые ученые связывают возможные магнитные источники на Луне с «масконами». Одним словом, природа этого явления не понятна, и в будущих исследованиях эту загадку предстоит разрешить.

Доклады американских ученых А. Клиоре, И. Ресула, А. Стюарта, Б. Смита и других были посвящены результатам исследований Марса, выполненным с помощью космических аппаратов «Маринер-6» и «Маринер-7». Оба аппарата были оснащены аналогичными комплектами научных приборов, в каждый из которых входили: две телевизионные камеры (широкоугольная и с телеобъективом), инфракрасный радиометр (двухканальный, диапазоны измерений 8—12 и 18—25 мкм), инфракрасный спектрометр (двухканальный с общим диапазоном измерений 1,9—14,7 мкм), ультрафиолетовый спек-

рометр (двухканальный с общим диапазоном измерений 1100—4300 Å) и радиоаппаратура для исследования атмосферы методом радиопросвечивания. Траектории полета были выбраны таким образом, чтобы при облете Марса «Маринер-6» зашел за диск планеты вблизи северной полярной области и сфотографировал поверхность в большом диапазоне широт, в том числе и экваториальную область, а «Маринер-7» зашел за диск над Южным полюсом. В задачи эксперимента входило фотографирование планеты с различных расстояний, определение химического состава и параметров атмосферы Марса, исследование характеристик ионосферы и определение температуры поверхности.

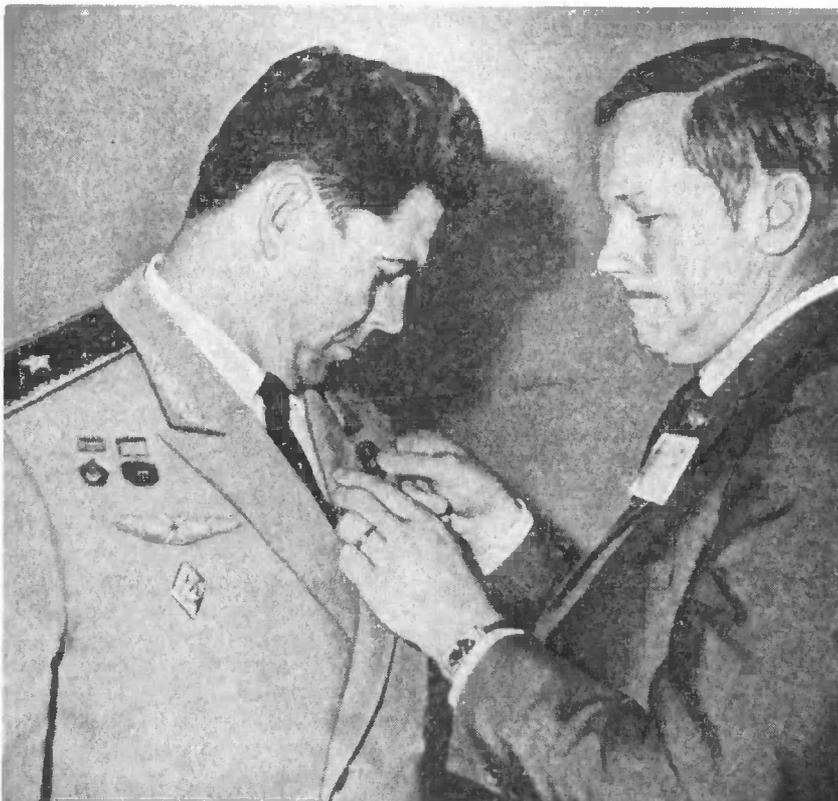
То, что ученые увидели на снимках Марса, во многом напоминает лунный пейзаж: та же неровная поверхность, усеянная кратерами, тот же неприветливый и пустынный вид. Обнаруженные на снимках кратеры имеют самые различные диаметры от 500 м до 800 км. В отличие от лунных у многих марсианских кратеров более сглаженный рельеф и более плоское дно; по-видимому, эти кратеры претерпели значительно более длительную эволюцию под воздействием процессов эрозии. Наряду с этим обнаружены малые кратеры, очевидно, более позднего происхождения.

На снимках, сделанных на участке дальнего сближения, удалось обнаружить знаменитые образования, открытые почти сто лет тому назад итальянским астрономом Д. Скиапарелли и названные им «каналами». Один из каналов — астрономы называют его Агатадемон — оказался обширным продолговатым районом примерно 160 км в ширину и 1100 км в длину без отчетливо видимых краев. В результате анализа снимков оказалось, что это широкий, слегка изогнутый край, испещренный кратерами и ущельями, напоминающий край гигантского кратера. Скорее всего, большинство «каналов» Марса является совокупностью темных пятен и отдельных кратеров, воспринимаемых как сплошные образования повышенной контрастности.

Интересны результаты ультрафио-

летовой и инфракрасной спектрометрии. Ультрафиолетовые спектрометры обнаружили в экзосфере и верхней атмосфере Марса атомарный водород, атомарный кислород, окись углерода, углекислый газ, ионы углекислоты. На спектрограммах не удалось обнаружить молекулярного азота — важнейшего элемента, необходимого для существования жизни. В области южной полярной шапки зарегистрировано сильное отражение от поверхности планеты солнечной радиации длин волн короче 1900 Å. Это свидетельствует о высокой прозрачности атмосферы Марса для ультрафиолетового излучения, которое должно оказывать сильное разрушающее действие на органические молекулы.

Измерения инфракрасными спектрометрами в диапазоне отраженного (1,9—6 мкм) и собственного (4—14,7 мкм) излучения планеты позволили получить некоторые сведения о составе нижней атмосферы Марса. В частности, зарегистрированы полосы поглощения твердой углекислоты и льда. Учитывая данные температурных измерений, можно предположить, что в экваториальных областях кристаллы льда в виде тумана находятся в атмосфере, а углекислота — на поверхности в полярных областях. В этой связи представляют большой интерес снимки южной полярной шапки. На снимках видны края кратеров и другие возвышенности, пробивающиеся сквозь белый покров и напоминающие снеговые оползни и ледники на Земле. Поскольку видимый слой белого покрова, как полагают, достигает толщины до 80 см, ученые считают, что это почти наверняка твердая углекислота, так как в атмосфере Марса по данным «Маринера-6» и «Маринера-7» и недавним результатам спектроскопических измерений нет достаточного количества H_2O для столь обширных залежей снега или льда. В пользу такого предположения говорят и температурные измерения. Так, инфракрасный радиометр «Маринера-7» зарегистрировал у южной полярной шапки минимальную температуру $-160^{\circ}C$, а среднюю $-118^{\circ}C$, что примерно соответствует температуре замерзания углекислоты при том атмосферном



*Г. Т. Береговой и Нейл Армстронг
на XIII сессии КОСПАРа*

давлении, которое существует у поверхности Марса.

Методом радиопросвечивания удалось установить давление атмосферы у поверхности в различных областях. Так, при заходе «Маринера-6» за диск планеты радиопросвечивание показало, что атмосферное давление у поверхности составляет 6,5 мбар. Учитывая, что было зарегистрировано минимальное давление у поверхности 3,5 мбар и максимальное 9 мбар и принимая во внимание характер рельефа поверхности, можно с достаточным основанием полагать, что среднему уровню поверхности соответствует давление 6 мбар. Эта величина подтверждает результаты аналогичного эксперимента, выполненного «Маринером-4» в 1965 г.

Температура поверхности Марса, согласно показаниям радиометра «Маринера-6», изменяется от $+16^{\circ}\text{C}$ в полдень до -102°C на ночной стороне, причем темные области имеют примерно на 20° более высокую температуру по сравнению со светлыми. Зарегистрированная скорость остывания сравнительно мала,

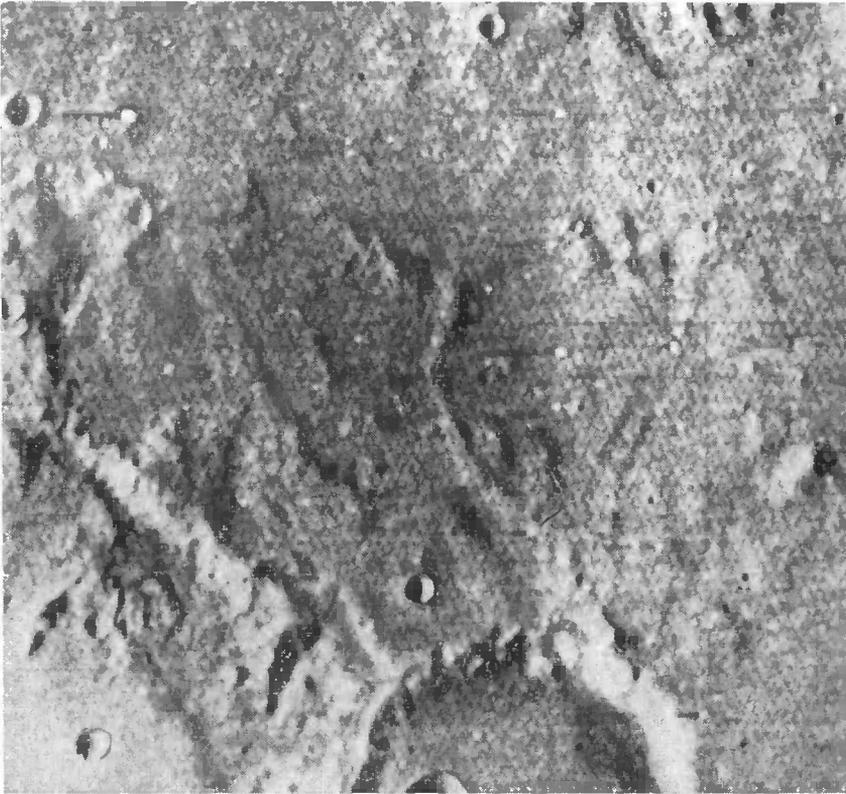
и это дает основания полагать, что материал поверхностного слоя Марса обладает более высокими теплоизоляционными свойствами, чем материал поверхности Земли.

Что касается исследований ионосферы Марса, то по данным обоих аппаратов максимум электронной концентрации (на дневной стороне) достигает $1,5 \cdot 10^5$ электронов/см³ на высоте 130 км. Эта величина примерно на 50% выше концентрации, зарегистрированной «Маринером-4» в 1965 г. Электронная температура составляет $400\text{--}450^{\circ}\text{K}$, что также выше ранее измеренной. По-видимому, это обусловлено более высоким уровнем солнечной активности в 1969 г. На ночной стороне признаков ионосферы не обнаружено.

В рамках XIII сессии КОСПАРа был проведен Симпозиум по дистанционному зондированию атмосферы, организованный 6-й рабочей группой. На симпозиуме были представлены доклады и научные сообщения, посвященные определению со спутников температуры и влажности воздуха, энергетического баланса Земли, ха-

рактеристик земной поверхности. Результаты этих исследований имеют большой практический интерес, в частности, для метеорологии. В настоящее время разрабатываются косвенные методы определения параметров атмосферы, основанные на измерениях со спутников излучений атмосферы на различных длинах волн. Такой способ получил название термического зондирования атмосферы. Так, на симпозиуме были представлены данные об эксперименте, выполненном на спутнике «Космос-243». В ходе этого эксперимента проводились измерения микроволнового излучения атмосферы в космос. Они позволили определить содержание влаги в толще атмосферы, обнаружить зоны осадков, отличить участки поверхности, покрытые льдом.

В работе симпозиума приняли участие летчики-космонавты Е. В. Хрунов и В. Н. Волков. В своем выступлении Е. В. Хрунов рассказал о спектрофотометрировании сумеречного ореола Земли, которое он выполнил на корабле «Союз-5» с помощью ручного спектрографа. В дальнейшем при осуществлении группового полета трех кораблей «Союз» программа комплексного оптического эксперимента была расширена. О цикле оригинальных экспериментов геолого-географического характера, проведенных с борта корабля «Союз-7», сообщил В. Н. Волков. Космонавт выполнил спектрофотометрирование различно-



Снимок поверхности Марса, переданный американским космическим аппаратом «Маринер-6».

*

Симпозиум по солнечно-земной физике и XIII сессия КОСПАР прошли в деловой обстановке. Ученые разных стран выразили удовлетворение ходом дискуссий по затронутым проблемам и твердо уверены в том, что плодотворный обмен мнениями на международной встрече в Ленинграде будет способствовать дальнейшему прогрессу в космических исследованиях.

Очередную XIV сессию КОСПАРа решено провести в конце июня — начале июля 1971 года в г. Сиэтле (США).

Настоящий обзор ни в коей мере не претендует на подробный рассказ о работе Симпозиума по солнечно-земной физике и XIII сессии КОСПАРа. Цель этих беглых заметок более скромная — познакомить читателей с некоторыми результатами космических исследований, выполненных в последнее время и ставших предметом обсуждения учеными многих стран, которые собрались в мае 1970 г. в Ленинграде. Как отметил в одном из интервью акад. А. А. Благонравов: «Надо обладать поистине безбрежной широтой научных интересов, чтобы суметь по достоинству оценить все богатство фактов и исследований, которые привезли в Ленинград участники сессии».

го рода природных образований — гор, лесов, океанов и т. д. Полученные материалы дают возможность исследовать различные земные образования не только по фотоснимкам, но и по спектрограммам, что весьма перспективно, поскольку регистрация излучений в разных участках спектра позволяет получить гораздо больше сведений об особенностях природных образований, нежели обычное фотографирование. Теоретические основы экспериментов, проводившихся на кораблях «Союз», и анализ их результатов были изложены в докладах чл.-корр. АН СССР К. Я. Кондратьева и других советских ученых.

Большой интерес участников симпозиума вызвало сообщение о комплексном эксперименте по исследованию изменений характеристик атмосферы на различных высотах. Суть эксперимента, в котором приняли участие корабль «Союз-7», самолеты и наземные экспедиции, заключалась в следующем. С борта космического корабля фотографировались различные земные образования и одновременно снимались их спектрограммы.

Как известно, в таких случаях и на спектры, и на фотоснимки сильное влияние оказывает атмосфера. Ученых же интересует «чистая» земная поверхность, не замутированная атмосферой, через которую она наблюдается. Поэтому одновременно измерения проводились с самолета ИЛ-18, который летел на высоте 8—9 км, и с самолета ЛИ-2 (высота 2—3 км). В районе съемок работали также наземные экспедиции. В результате был выполнен оптический «разрез» атмосферы, позволивший получить совокупность оптических характеристик различных земных образований и проанализировать влияние толщи атмосферы на оптические характеристики земной поверхности при наблюдении их из космоса.

Подобные комплексные эксперименты существенно расширяют сферы научного и практического применения космической техники и в сочетании с другими методами позволяют найти новый подход при исследовании природных образований Земли, а также при анализе метеорологической информации.

ЖИЗНЬ В КОСМОСЕ

Член-корреспондент АН СССР О. Г. Газенко

В числе вопросов, обсужденных на последней, XIII, сессии КОСПАРа, отчетливо выделяются задачи космической медицины. С выходом человека в космос возникли проблемы оценки влияния космического полета на функционирование систем организма человека, а также определения его возможностей к выполнению вне Земли широкого круга работ. В связи с этим редакция «Природы» обратилась к члену-корреспонденту АН СССР, директору Института медико-биологических проблем МЗ СССР, Олегу Георгиевичу Газенко с рядом вопросов.

Вопрос. Как изменяется микрофлора человека в условиях космических полетов?

Ответ. Как известно, организм человека обильно населен разнообразными микроорганизмами, с которыми он находится в состоянии симбиоза. Воздействие факторов космического полета, могущих изменить функциональное состояние организма, может в свою очередь нарушить сложившееся равновесие, создать условия для активации микрофлоры.

Микробиологические исследования, проведенные советскими исследователями у космонавтов после космических полетов кораблей «Союз», позволили обнаружить определенные изменения в составе аутомикрофлоры. Было обнаружено некоторое повышение содержания микробов, обитающих на коже, и уменьшение количества видов микроорганизмов, вегетирующих на слизистых оболочках верхних дыхательных путей.

Следует также отметить, что в условиях замкнутого объема кабины космического корабля происходит естественный и довольно интенсивный обмен микроорганизмами между людьми.

Полученные данные в общем хорошо согласуются с результатами ис-

следований аутомикрофлоры, проведенными у американских космонавтов. Однако складывается впечатление, что у американских космонавтов изменения в составе микрофлоры были более выраженными, что, видимо, связано с некоторыми различиями в условиях обитания в кабинах космических кораблей (атмосфера, питание, объем и т. п.).

Известно также, что после полета космического корабля «Аполлон-7» у космонавтов наблюдался синдром респираторного заболевания верхних дыхательных путей, напоминавшего грипп, который был отнесен к типу «Гонконг». Аналогичные заболевания были отмечены и у космонавтов после полета космического корабля «Аполлон-8».

Таким образом, на примере ряда полетов американских космонавтов на борту корабля «Аполлон» показано, что эндогенные инфекции, источником которых являются микробы аутофлоры, представляют известную угрозу для здоровья экипажа космического корабля в условиях длительного полета.

Вопрос. С чем связано ослабление защитных реакций по отношению к микроорганизмам у человека, находящегося в условиях космического полета?

Ответ. В условиях космического полета снижение защитных реакций организма может быть связано с различными причинами. С одной стороны, вследствие изменения общей реактивности организма благодаря воздействию на него условий и факторов космического полета. С другой стороны, как теперь установлено, в условиях космического полета наступают качественные и количественные изменения в наборе микроорганизмов, постоянно сопутствующих человеку (так называемый дисбактериоз). Таким образом, с дальнейшим увеличением продолжительности космических полетов, которые в будущем будут длиться месяцы или даже годы, возрастает опасность ослабления сопротивляемости организма космонавтов к инфекциям.

Усилия ученых в настоящее время направлены на тщательное изучение этой проблемы и разработку средств и методов сохранения устойчивости организма к микроорганизмам с учетом особенностей жизни и работы космонавтов в кабине космического корабля.

Вопрос. Что Вы скажете об американских результатах, полученных по программе «Аполлон-12» о выживании микроорганизмов, бывших на «Сервейер-3»?

Ответ. Программа научных исследований во время полета «Аполлон-12» с посадкой лунного отсека недалеко от «Сервейера-3» представляла уникальную возможность получить и вернуть назад определенные части космического корабля с тем, чтобы определить возможность выживания земных микроорганизмов, находящихся в аппаратуре, при длительном ее пребывании на поверхности Луны. Исследования показали, что споры некоторых видов микроорганизмов, которые находились внутри аппаратуры «Сервейер-3», остались жизнеспособными. На наружных частях аппаратуры спор микроорганизмов обнаружено не было.

Вопрос. Каковы возможные реакции организма человека на внеземные формы микроорганизмов?

Ответ. Защитные иммунологические механизмы складывались у человека на протяжении его эволюции на основе взаимодействия с земными микроорганизмами.

В случае встречи человека на других планетах с внеземными формами жизни (микроорганизмами) может случиться, что филогенетически сложившаяся система иммунной защиты окажется неэффективной и человек будет беззащитен по отношению к этим инопланетным микроорганизмам. Уже сейчас специалисты исследуют возможные пути искусственного создания сопротивляемости человека против гипотетических внеземных форм жизни. Предполагается, что на первых этапах решения проблемы необходим поиск инопланетных форм жизни, их специальный, в том числе, иммунологический анализ и создание особых вакцин, которые могли бы быть использованы для искусственного иммунитета против этих микроорганизмов.

Однако невозможно исключить и того, что внеземные микроорганизмы окажутся настолько далекими по своей природе от земных форм жизни, что контакт с человеком окажется безвредным. Словом, этот вопрос ныне относится к области гипотез и практически может быть подвергнут экспериментальному анализу лишь

после проведения прямых и тщательно поставленных экспериментов по обнаружению инопланетных форм жизни (микроорганизмов в том числе), изучения их особенностей и возможного воздействия на живые системы земных организмов.

Вопрос. Что можно сказать в настоящее время о возможных формах жизни на Марсе и Венере?

Ответ. Согласно наиболее распространенным теориям происхождения жизни, живые организмы представляют собой системы органических молекул разной сложности, обладающие определенными свойствами, важнейшие из которых — способность к конвариантной редупликации. Они возникают в результате длительного и непрерывного процесса химической эволюции. Многие исследователи считают, что во Вселенной имеется большое число планетных систем, в которых этот эволюционный процесс происходит и в настоящее время. Поэтому наличие жизни (живых систем) в других частях Вселенной считается вероятным.

Большой научный интерес представляет обнаружение жизни на соседних Земле планетах — Марсе и Венере. Лабораторные исследования с имитацией марсианских условий показали, что разнообразные земные микроорганизмы могут не только выживать в таких экстремальных условиях, но и способны размножаться. Таким образом, низкие температуры, ничтожные концентрации водяных паров и кислорода, а также интенсивное ультрафиолетовое излучение сами по себе не исключают возможность существования жизни на Марсе. Ничего, конечно, нельзя сказать о возможности прогрессивной эволюции органических молекул в таких условиях, резко отличных от земных. Что касается Венеры, то несмотря на высокую температуру поверхности, наличие в ее атмосфере паров воды приводит ряд исследователей к мысли, что в пределах атмосферы этой планеты могут находиться области, условия в которых совместимы с существованием живых систем. Однако пока это лишь смелые гипотезы. Важно подчеркнуть, что экзобиоло-

гические исследования, направленные на поиск и обнаружение внеземных форм жизни, позволят полнее и глубже понять сущность такого замечательного явления, которое мы определяем словом — жизнь.

Вопрос. Могут ли длительные космические полеты вызывать определенные психические эффекты и отмечались ли психические сдвиги у космонавтов?

Ответ. Психология человека в космическом полете относится к числу актуальных проблем современной науки. Практическое освоение космического пространства возможно только в том случае, если человек на борту космического корабля при выходе из него или при работе на планетах сохранит высокую работоспособность, если он сумеет в необычных, иногда опасных ситуациях, в условиях, значительно отличных от привычных земных принимать правильные решения и осуществлять адекватные действия.

В космическом полете человек прежде всего встречается с явлением невесомости. Как показали исследования отечественных и зарубежных ученых, невесомость у разных людей вызывает разную реакцию. Есть люди, которые фактически не переносят невесомость. Она вызывает у них явно неблагоприятные реакции, иллюзорные ощущения, сопровождается различными вегетативными сдвигами. На противоположном полюсе находятся люди, хорошо адаптирующиеся к невесомости, испытывающие в этом состоянии даже чувство удовольствия. Их работоспособность при этом совершенно не нарушается. Наконец, представители как бы промежуточной группы в начале действия невесомости несколько снижают свою работоспособность, но затем сравнительно быстро и успешно адаптируются к новым условиям. Отбор космонавтов с точки зрения устойчивости к негативному действию невесомости — одна из важных задач не только космической физиологии, но и психологии.

Неизбежные спутники космических полетов — новизна и известный риск — определяют вполне естест-

венное для каждого человека нервно-эмоциональное напряжение. Это состояние легко прослеживается по реакции сердечно-сосудистой системы. Во всех полетах как советских, так и американских космонавтов ясно обнаруживается по крайней мере два периода заметного возрастания частоты пульса: в предстартовое время (перед началом взлета космического корабля) и перед началом ответственных операций, связанных с возвращением корабля на Землю. Подобная реакция сопровождается и выполнением ряда других важных операций. Психогенная природа этих реакций несомненна, они естественны для условий сложной работы, выполняемой космонавтами в полете.

Изоляция и замкнутость на борту космических кораблей, по мнению ряда специалистов, таит в себе источник особых переживаний, которые объединяются понятием клаустрофобии (боязнь замкнутых помещений). Только сравнительно небольшая часть людей обнаруживает склонность к подобному рода переживаниям. Вместе с тем проверка на устойчивость к клаустрофобии, по-видимому, целесообразна и практически проводится в сурдокамерах, обеспечивающих достаточно полную имитацию условий изоляции и замкнутости в ограниченном пространстве. Некоторые зарубежные ученые выделяют еще два вида своеобразных переживаний, которые, по их мнению, могут иметь место у космонавтов. Это — «реакция отрыва» и «боязнь мирового пространства». В первом случае человек испытывает чувство тревоги и напряжения в связи со значительным удалением от привычных условий существования. Во втором — психическая реакция человека определяется «сознанием своего бессилия» при выходе в свободное пространство космоса. Выход в пространство из корабля А. А. Леонова, а затем и других советских и американских космонавтов не подтвердил этих пессимистических прогнозов. Опыт показал, что при хорошо поставленном отборе космонавтов, их высокой нервно-эмоциональной устойчивости не возникает переживаний типа «реакции отрыва» или «боязни мирового пространства». Теперь уже многочисленные по-

леты вокруг Земли и к Луне, рекордно длительный полет на корабле «Союз-9» — все это свидетельствует о возможности сохранения в полете высокой психической работоспособности космонавтов, их психического здоровья.

Что касается профессиональной деятельности космонавтов, то она в общем аналогична ряду «земных» профессий, в частности, объединяемых рамками операторских деятельности. Поэтому достаточная обученность и тренировка космонавтов обеспечивают эффективное выполнение операций по управлению кораблем и выполнение научных исследований. Успешное выполнение работы в критических ситуациях («Аполлон-13») — важное свидетельство огромных возможностей хорошо подготовленного экипажа справляться с трудностями сложного космического полета. Несмотря на довольно большое число осуществленных космических полетов, каких-либо неблагоприятных психических реакций у космонавтов обнаружено не было.

Вопрос. Что можно сказать о системе жизнеобеспечения, используемой на корабле «Союз-9»?

Ответ. На корабле «Союз-9» использовались системы жизнеобеспечения, основанные на запасах, взятых с Земли. Для получения кислорода и поглощения углекислого газа применялись высокоактивные химические соединения, а также специальные устройства для терморегулирования и осушки воздуха. Безупречная работа этих систем обеспечила на протяжении всего полета оптимальные условия жизни членам экипажа. Можно сказать, что надежность, простота в управлении и контроле — характерные особенности системы жизнеобеспечения корабля «Союз-9». Экипаж также полностью был обеспечен запасом продуктов питания и воды.

Создание орбитальных станций, прообразом которых явилась сборка на орбите двух обитаемых кораблей «Союз-4» и «Союз-5», возможно с применением систем жизнеобеспечения, основанных на запасах, взятых с Земли при сроке существования

станции несколько месяцев. При большой продолжительности существования станций (из-за значительного веса запасов) потребуются разработка принципиально новых систем обеспечения жизнедеятельности членов экипажа. В этом случае перспективно применение систем, основанных на физико-химических процессах регенерации атмосферы и воды из продуктов жизнедеятельности человека. Сюда относятся системы регенерации атмосферы, основанные на электролизе воды, электродиализе, утилизации углекислого газа и очистки атмосферы регенерируемыми сорбентами. Кроме того, предполагается, что на борту станции будет осуществляться регенерация питьевой воды из жидких выделений человека и конденсата атмосферной влаги. Естественно, что эти системы также должны отличаться высокой надежностью в работе, простотой управления и контроля.

Беседа записала В. И. Быховая.

УДК 613.693

Частная жизнь кролика

Профессор Б. Гржимек
Франкфурт (ФРГ)

Все мы много слышали о том, что кролики (*Oryctolagus cuniculus*) долгое время были бичом сельского хозяйства в Австралии. Что «кроличий народ» там насчитывал примерно 750 млн, что люди тратили огромные суммы на борьбу с этим вредителем — возводили заборы протяженностью в несколько тысяч километров, перегораживающие почти весь континент, и истребляли кроликов сотнями миллионов. Все было напрасно: кролики процветали.

Если мы захотим рассмотреть поближе это маленькое, славное на вид, длинноухое животное, которое в течение девяноста лет играло не последнюю роль в решении судьбы Австралии (да и в будущем не собирается от этого отказываться), нам надо прежде всего обратить свой взор на Европу. Потому что кролик — коренной европеец. Однако странное дело, здесь, у себя дома, он никогда не становился бичом сельского хозяйства и на нашем континенте распространялся крайне умеренно. Но, если между периодами оледенения дикие кролики жили у нас повсюду, в более поздние времена они сумели удержаться лишь в западной части Средиземноморья: в Испании (получившей, кстати, свое название от финикийского слова, обозначающего «кролик»), на острове Мальорке, Менорке и еще нескольких маленьких островах, а также в странах, расположенных на крайней северо-западной оконечности Африки. Во все же остальные места на земном шаре, где они сейчас обитают, их завезли уже люди.

В начале средневековья в Германии и Англии не было ни диких, ни до-

машних кроликов. Первых четырех в 1149 г. получил аббат знаменитого бенедиктинского монастыря «Корвей на Везере» в подарок от аббата французского монастыря «Святого Петра» в Солиньяке. Еще в начале XIV в. за одного такого «домашнего зайца» платили столько же, сколько за поросенка. В Англию и на расположенные вокруг нее небольшие острова, кролики попали примерно в то же время, что и в Германию. В 1235 г. впервые появляется сообщение о том, что английский король выделил для дальнейшего разведения в стране десять кроликов из своего парка «Гилдфорд», но уже в 1257 г. стали поступать жалобы от депутатов из Данстера и Сомерсета на вред, наносимый новыми животными.

Дикие кролики в наших европейских странах большей частью происходят от одичавших домашних кроликов, а не от завезенных диких. Лучше всего они размножаются на островах с умеренно теплым климатом, т. е. с не слишком холодной зимой и не чересчур жарким летом — на островах возле Калифорнии, на Новой Зеландии, в Англии, Австралии. Если их там не тревожить, они быстро могут размножиться до плотности 25—37 взрослых особей на каждый гектар. Правда, бывают случаи, когда кроличье население в каком-то месте внезапно сократится до нескольких голов.

Есть районы, где с искусственным разведением кроликов ровным счетом ничего не получается. Так, в Соединенных Штатах в 1951 г. в Нью-Джерси выпустили 20 тыс. кроликов; стоили они примерно 27 тыс. долларов. Когда началась охота, кроликов

осталось уже не больше 1600 штук, так что каждый убитый кролик стоил около 17 долларов! Аналогичным образом происходило дело в штатах Огайо, Пенсильвании и Нью-Йорке. В Швейцарии кролики водятся только в трех местах: на острове Петра, что посреди озера Билер, в Нижнем Валлисе близ Зиттена, и затем под Базелем, где число их постоянно пополняется за счет притока из богатого кроликами Эльзаса. Но выше 400 м над ур. м. эти грызуны в Средней Европе жить не хотят.

В настоящее бедствие кролики, между прочим, превратились только в Англии, Австралии, Новой Зеландии и Тасмании. В Англии это началось только с середины прошлого столетия, с момента изобретения страшных капканов-гильотин. Попавшие ночью в эти орудия пытки кролики часто висят в них до самого утра, громко крича, со сломанными конечностями, пока хозяин поля, наконец, удосужится сделать утренний обход своих владений и добить несчастных. Однако в 10 или даже 15% случаев в эти капканы попадают совсем не кролики, а лисы, барсуки, куницы, кошки, собаки и хищные птицы. Таким образом, вместе с кроликами истребляются их естественные враги. С тех пор как в Англии получили распространение эти капканы, число крыс и диких кроликов неизменно разрослось. Притом многие торговцы настолько хорошо зарабатывали на продаже кроличьих тушек, что у них не было ни малейшего желания снижать численность этих грызунов. Получалось так, что одни жаловались на диких кроликов, других же они вполне устраивали.

Но там, где кролики начали соперничать с коровами и овцами за последние стебельки зеленых растений, как это случилось в отдельных районах Англии и Австралии, там ученые, наконец, решили вмешаться в частную жизнь этих маленьких тварей. До тех пор о них было известно до смешного мало, несмотря на то, что они вот уже две тысячи лет хозяйничают вокруг нас на лугах и полях.

Но тот, кто задался целью какому-нибудь виду животных помочь, а другой истребить, сначала должен их досконально изучить, а потом уж приниматься за дело. Но вот как подступиться к кроликам? Ведь они с самого утра и до позднего вечера дружно спят в самых глубоких камерах своих нор, а на поверхности земли появляются только по ночам.

Поэтому исследователям, изучающим кроликов в Англии и Австралии, пришлось построить специальные загоны, хорошо просматривающиеся с угловых башен при свете прожекторов (на которые кролики, как выяснилось, мало обращают внимания) или при свете инфракрасных лучей. А с помощью специально устроенных нор с одной стеклянной стенкой ученым удалось проследить за тем, чем их подопечные занимаются под землей. Обо всем, что английским и австралийским исследователям удалось таким способом выпытать у кроликов, рассказывается в двух весьма интересных книгах (A. V. Thompson. *The Rabbit*, London, 1956; R. M. Lockley. *The Private Life of the Rabbit*. London, 1964).

В огороженной «кроличьей стране» поначалу все протекает точно так же, как в естественных их поселениях, где достаточно места и корма. Из числа животных, запущенных в загон, очень скоро, после нескольких жарких схваток между самцами, выделяется сильнейший, который и становится «королем». Вместе с одной из крольчих он занимает ту часть загона, на которой растет наиболее обильный корм. На эту территорию другим кроликам, в первую очередь самцам, вход категорически воспрещен. Неосторожных нарушителей злобно хватают за шиворот и выдворяют вон. «Король» же, как наивысший по рангу, имеет право зайти на

любой участок, занимаемый семейством кого-либо из его подданных.

Если выловить «короля», то между остальными самцами сейчас же начнутся бешеные драки, пока кто-нибудь из них не выбьется в новые «короли». Если после этого снова посадить к ним старого «короля», то ему далеко не всегда удастся занять свое прежнее положение или даже второе по значимости. Частенько он даже скатывается до «низов общества». Некоторые слабые и трусливые самцы так и не могут в течение всей жизни занять себе собственного владения и заполучить жену и поэтому вынуждены жаться по углам загона. Спят эти неудачники, как правило, прямо на земле.

«Дом» строит крольчиха. Причем совершенно самостоятельно. Ее супруг разве что ковырнет лапой там или сям. Но зато потом, когда все готово, оба они дружно забираются в самую глубокую камеру норы и мирно спят рядом весь день до самого вечера. Когда появляются дети, те тоже спят вместе с родителями.

Если кролик хочет произвести впечатление на крольчиху, он начинает расхаживать перед ней на негнущихся ногах, то и дело поворачиваясь к ней задом и демонстрируя загнутую кверху белую изнанку своего хвоста. Хвост этот, видимо, кроличья гордость, потому что, поворачиваясь в разные стороны, он старается прежде всего с выгодной позиции показать именно хвост. В довершение «ухажер» опрыскивает свою «даму» мочой, часто даже с метрового расстояния, или перепрыгивая через нее. Заодно опрыскиваются мочой и соперники. Но в то время, как волки, собаки и многие другие животные метят «принадлежащую» им территорию мочой или калом, как бы оставляя пахучую визитную карточку, у кроликов для этой цели есть другие «духи», содержащиеся в особой железе, наподобие той, что имеется у куниц, барсуков, скунсов и мангуст. Железа эта у кроликов расположена под подбородком. Шерсть на этом месте бывает обычно всклокочена и имеет желтоватый оттенок, а у старых самцов она от частой маркировки стерта почти до основания. Кролик-самец уже с трехмесячного

возраста начинает оставлять подобным способом свои визитные карточки. У крольчих же шерсть под подбородком всегда остается гладкой. Для них было бы совершенно ни к чему выдавать каким-нибудь резким запахом местонахождение своих запряженных крольчат.

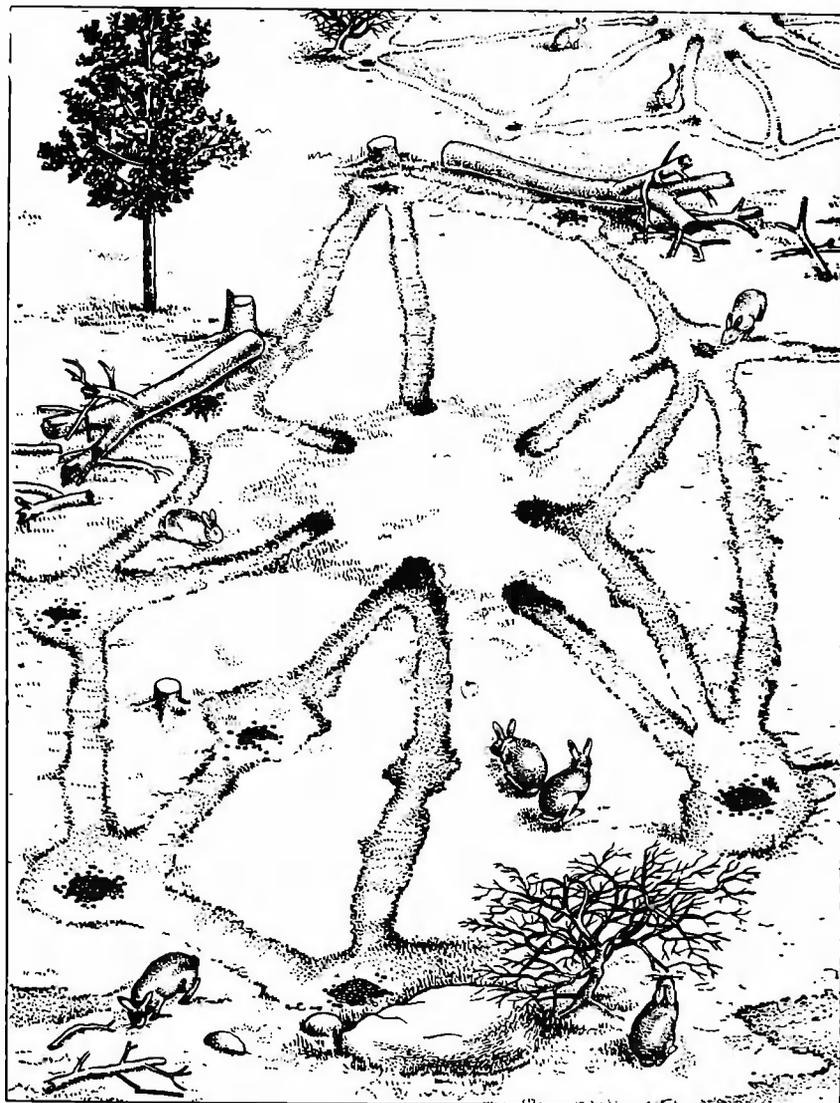
Если по соседству есть избыток «незанятых» крольчих, крольчиха-супруга разрешает своему супругу за ними поухаживать, даже погоняться за ними и спариться. Но ни под каким видом такая побочная жена не имеет права въехать к ним в дом — этого «законная» никогда не допустит, и той приходится на ролях «матери-одиночки» самой рыть себе по соседству жилище. Самец же никогда не позволит, чтобы какой-нибудь соперник начал посягать на его «супругу» или даже на побочных жен, живущих на принадлежащей ему территории. Тут уж он любыми средствами постарается этому помешать, в бешенстве наскакывая на дерзкого пришельца. В таких случаях шерсть летит клочьями и соперники бывают изрядно покусаны.

Однако в Австралии во время засушливого сезона, а в Европе примерно в конце лета кролики становятся очень мирными. Они линяют и теряют всякий интерес к размножению. В это время кроличий народец пребывает в мире и благодущии. Самцы пасутся рядом на лужайке; низшие члены кроличьего сообщества смешиваются с «королевским» семейством и преспокойно спят с ним в одной норе. Таким образом, составляются новые знакомства за пределами своего владения, которые потом, когда вновь наступает период размножения, легко переходят в «брачные» или «любовные» отношения. При этом снижается опасность близкородственного скрещивания в «королевском» семействе.

У прирученных же, хорошо откормленных, животных период размножения не прекращается на протяжении всего года.

Дикие кролики могут еще и другим, самым ошеломляющим, образом достигать массового развития своей популяции. Частично это вызывается жестокой борьбой за существование, обусловленной, например

Так выглядит кроличья колония, огороженная специальной сеткой для того, чтобы проводить научные наблюдения.



климатическими условиями. (Так, из 10 тыс. диких кроликов, обитавших на английском острове Скокхолме, менее 150 пережили, после засушливого лета 1959 г., следующую зиму.) Но за последнее время нам удалось выяснить потрясающую новость: часть кроличьего потомства никогда не покидает материнской утробы!

Обычно крольчата появляются на свет через 18 или 30 дней. Но при особых обстоятельствах зародыши на 12-й или даже 20-й день могут снова раствориться в матке, и организм самки всасывает в себя назад все отпущенные на них питательные вещества. На эту процедуру уходит от 2

до 3 дней; затем в молочные железы поступает молоко, а самка снова спаривается, словом, все происходит так, будто она уже родила.

Макильвейну, работавшему в 1962 г. в Новой Зеландии, удалось установить, что там около 50% беременностей у крольчих кончаются именно таким образом. Материнский организм при подобном растворении зародышей теряет значительно меньше питательных веществ, чем при выкидышах, которые у кроликов случаются крайне редко. Чем больше кроликам приходится тесниться в загоне или в природных условиях, чем хуже у них становится с питанием, тем

больше увеличивается число кроличьих детей, которым никогда не суждено увидеть белого света.

У молодых самок зародыши рассасываются чаще, чем у старых. Р. Микитовичу удалось выявить, что старшие по рангу крольчихи приносят потомство по 6—7 раз в год, вторые по рангу — 6, а третьи — 5 раз. Вышние по рангу при этом выращивают 56% своих новорожденных, а низшие — только 31%. Число крольчат в помете бывает от четырех до шести.

При подходящих климатических условиях крольчиха может принести в год свыше тридцати крольчат. А поскольку дочери из первого помета в



Для удобства наблюдения за «подземной» жизнью кроликов в разных местах подземных ходов и камер были проделаны отверстия, которые затыкались специальными проволочными сетками с землей и открывались только на время наблюдения.

том же году уже могут сами дать от одного до двух пометов, то дети и внуки одной крольчихи к концу периода размножения могут составить более чем сорок голов! В Новой Зеландии, судя по некоторым сообщениям, их бывает даже больше шести-десяти.

Если самка принесла свое потомство глубоко в норе, то каждый раз, выходя наружу, старательно зарывает вход землей и утрамбовывает самым тщательным образом. Новорожденный крольчонок весит от 40 до 45 г, но уже спустя неделю удваивает свой вес. Примерно с восьмого дня он начинает слышать и к этому же времени бывает уже покрыт шерстью. Глаза открываются перед десятым днем. Самка уже на второй день после родов снова спаривается и через четыре недели покидает своих детей, чтобы родить новых. Для этого она обычно роет следующую камеру в той же норе.

Считается, что дикие кролики доживают до восьми-девятилетнего возраста. Однако однажды такой прирученный кролик прожил в доме двенадцать лет. Этот кролик никогда не гадил в комнате, а быстро научился пользоваться ящиком с песком, отлично дружил с шотландским терьером, с которым вместе вырос, и прекрасно отличал своих от чужих. Как только в доме появлялись гости, он мгновенно исчезал меж пружинами матраца, где устроил себе «нору». За три дня до смерти он был еще впол-

не бодрым и только шерсть его несколько потускнела. Затем он вдруг перестал есть и скакать по комнате — ноги ему отказали. Но за пять минут до смерти он последним усилием положил голову в руку своей хозяйки. Правда, лизнуть эту руку, как он это обычно делал, он уже не смог...

Патолог проф. Айкхов поймал в сеть пятерых кроликов. Они в безумном страхе вылетели из норы, спасаясь от запущенного туда черного хорька. Кролики были охвачены таким ужасом от встречи со своим смертельным врагом, что лежали в сетке словно парализованные с неподвижно вытаращенными глазами. И несмотря на то, что после, в неволе, они постепенно успокоились и начали даже принимать пищу и скакать по вольере, тем не менее они так никогда и не оправались от испуга, а, наоборот, тощали с каждым днем и вскоре скончались от базедовой болезни. До этого случая ни одному исследователю этой распространенной среди людей болезни не удавалось искусственным путем вызвать ее у какого-либо животного.

В Австралии наши европейские дикие кролики выработали совсем другие обычаи, чем дома. Когда зоолог Г. Нитхаммер в 1936 г. в Саксонии отловил 63 кроликов, пометил и снова отпустил, то 16 из тех, которых он отстрелил на будущий год, обитали не дальше, чем на 100 м от места их предыдущей поимки. Когда отловленных кроликов относили за 600 м от места их обитания, они непременно возвращались назад, к своему «дому». В Австралии же, когда английских кроликов в 1859 г. высадили в районе Джиллонга, в штате Виктория, они уже через три года превратились

в настоящее бедствие, распространяясь ежегодно примерно на 100 км к северу и западу. Вплоть до 1950 г. они все дальше завоевывали новый континент, плодовитость их нисколько не спадала, и размножение шло полным ходом.

Может быть их победное шествие закончилось бы уже несколько раньше, если бы на первой партии «вселенцев» (по-видимому, за время долгого морского путешествия на парусной шхуне) не вымерли... все блохи. Но до этого додумались только значительно позже.

Среди кроликов Южной Америки распространена болезнь, которая в местных условиях протекает в довольно безвредной форме и почти никогда не приводит к смертельному исходу. Возбудитель этой болезни относится к группе вирусов, в которую входят и возбудители человеческой оспы, коревой оспы и оспяного дифтерита у кур. Болезнь эта впервые была обнаружена и описана в 1897 г., когда она перекинулась на европейских домашних кроликов, содержащихся при больнице в Монтевидео, где страшно свирепствовала. Названию этой болезни через столетия еще суждено было прославиться: это был кроличий миксоматоз. Только после пятнадцатилетних поисков исследователю Араго было удалено в 1942 г. выявить ее возбудителя и установить, что от одного кролика к другому он передается с помощью москитов и других летающих кровососущих насекомых.

Зная это, английский ученый Чарлз Мартин из Кембриджа пробовал истребить 10 тыс. кроликов, населявших остров Скокхолл, заразив их этой болезнью. Сначала он искусственно заразил 83 кролика, а на следующий

год 55. Но болезнь не желала распространяться даже в том случае, когда он заразил ею 7 кроликов из числа живущих в очень тесном загоне. Причину такой неудачи сэр Чарлз узнал лишь много лет спустя, накануне своей смерти.

Да и австралийским истребителям кроликов поначалу везло не больше. Они пробовали заносить миксоматоз в засушливые районы, но там болезнь никак не хотела распространяться. Только в 1950 г. опыты случайно стали проводить во влажной местности близ реки, где водились определенного вида комары, служащие переносчиком инфекции, и вот там «кроличья смерть» пошла косить налево и направо. У бедных кроликов страшно набухали головы, они слепли и глохли и в таком жутком виде метались по улицам и полям, ища спасения. Зрелище было настолько ужасным, что кролики нашли себе много сочувствующих. Но, справедливости ради, надо сказать, что их страдания, возможно, были не такими уж невыносимыми, поскольку они продолжали есть даже за несколько часов до смерти.

В последующие три года миксоматоз искусственно ввозили в самые

различные районы Австралии. Но особый успех эта «бактериологическая война» имела в тех местах, где жили одновременно и кролики, и комары, значит прежде всего в юго-восточных штатах. В засушливых же районах ничего не получалось. Тем не менее считают, что введение миксоматоза сохранило сельскому хозяйству Австралии немало прибыли.

Победное шествие ввезенной в Австралию «импортной» смерти не давало покоя энтомологу и исследователю туберкулеза, доктору Арману Делилю, живущему во Франции, в замке Майбуа в предместье Дрё, недалеко от Парижа. Его средневековый, с угловыми башнями замок расположен в обширном парке, занимающем 250 га, обнесенном со всех сторон высокой каменной стеной. Тысячи диких кроликов, обитающих в этом парке, бесчинствовали на огородах и подгрызали молодые посадки деревьев. Поэтому доктор А. Делиль раздобыл у своего коллеги из швейцарского бактериологического института в Лузанне возбудителей миксоматоза, велел обтянуть провололочной сеткой все выходы из своего владения и заразил двух кроликов, пойманных в ловушку, болезнью

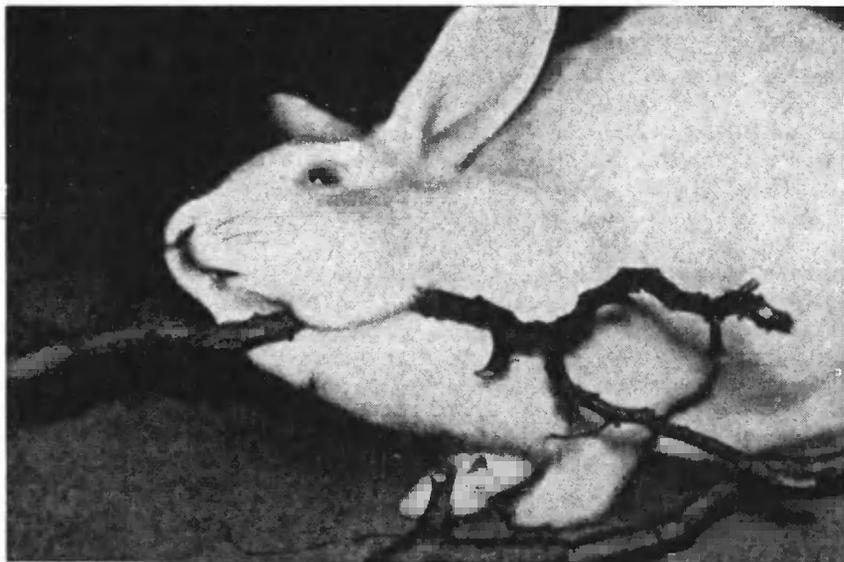
«раздутоголовости». Спустя шесть недель 98% диких кроликов уже погибло. Однако не пострадал ни один из домашних кроликов, живущих в крольчатнике. Отсюда доктор Делиль сделал заключение, что болезнь эта разносится вовсе не комарами.

Но уже в октябре 1952 г. кролики, погибшие от миксоматоза, были обнаружены в Рамбулье, резиденции французского президента. По утверждению доктора Делиля, жители окрестных деревень, прослышавшие о его блестящей войне с кроликами и не получившие у него необходимого для этой цели возбудителя, попросту выкрали ночью из его парка несколько больных животных. Поначалу он хотел сохранить успех своего опыта в секрете, но болезнь распространилась по всей Франции и погубила, по подсчетам Пастеровского института, примерно 45% диких кроликов. Работники сельского хозяйства были счастливы, и поэтому Делиль решил выступить в 1953 г. с официальным докладом на эту тему в Академии сельского хозяйства. Но тут надо вспомнить о том, что дикие кролики — основная охотничья дичь в опустошенной от охотничьих животных Франции. Главное охотничье

На этом снимке наглядно показано, как изменяется биогеоценоз первично под влиянием одного лишь фактора. Стальная сетка разделила биогеоценоз надвое. Слева в хозяйничали кролики. Справа все осталось в первозданном виде.



Под подбородком у самца имеется специальная железа, выделяющая пахучий секрет. Этой жидкостью самец метит свой охотничий участок.



управление доселе ежегодно продавало на многие миллионы франков охотничьи лицензии. Число владельцев охотничьих билетов во Франции в 1956 г. сразу же скатилось с 1 млн 860 тыс. до менее 300 тыс. (между прочим, в 1961 г. оно вновь поднялось). Франция привыкла экспортировать ежегодно от 6 до 8 тыс. т кроличьих тушек; 15 млн кроликов использовалось внутри страны, и несколько десятков тысяч людей были заняты в этом производстве. Поэтому Охотничье управление совместно с Обществами кролиководов возбудили дело против доктора Делиля, требуя взыскать с него неустойку.

Сначала доктору Делилю действительно присудили уплатить требуемое. Но затем в более высокой судебной инстанции его оправдали. Наказать его в те времена было вообще невозможно, поскольку тогда еще не существовало закона, карающего намеренный занос эпизоотий. Что же касается Академии сельского хозяйства, она даже наградила доктора Делиля золотой медалью.

Из Эльзаса «кроличья смерть» распространилась по всем европейским странам. Через Ламанш в Англию болезнь перескочила осенью 1953 г.

И вот тогда исследователь кроликов К. М. Луклей, в поместье которого, на острове Скокхолм, в свое время проводил свои неудавшиеся опыты с миксоматозом Чарлз Мартин, поехал в Суррей и Kent, чтобы вни-

мательнейшим образом осмотреть погибших кроликов с распухшими головами. Он заметил, что по ним ползало множество «кроличьих блох» (*Spilopsyllus cuniculi*). Когда кто-нибудь брал такого кролика в руки, они переползали на руки и на одежду. Даже на кроликах, погибших неделю назад, блохи были еще живы; даже в снег и холод они оставались живыми еще в течение нескольких дней. Кролики, погибшие последними, были буквально засыпаны этими насекомыми, потому что блохи, по всей вероятности, старались спастись, перебираясь с мертвых на живых, и в результате буквально заполнили последних. Даже в мешках и сумках, в которые собирали дохлых кроликов, еще долго после этого находили живых блох.

К. М. Луклей опытным путем удалось доказать, что именно эти блохи и являлись переносчиками инфекции миксоматоза. Над загоном с дикими кроликами, среди которых свирепствовал миксоматоз, он подвешивал на дереве клетку с домашними кроликами. И несмотря на то, что кругом летали москиты, кролики оставались здоровыми — блохи, по-видимому, не сумели найти к ним дорогу на дерево. Теперь выяснилось также, что у кроликов с острова Скокхолм блох вообще не было. Вот почему, оказывается, в свое время не удалась опыты сэра Чарлза!

Поскольку многие чувствительные

люди не могли вынести вида несчастных, беспомощно блуждающих повсюду, ослепших кроликов, Общество охраны животных стало рассылать по стране специальные отряды, которым было поручено пристреливать этих обреченных. С другой стороны, Луклею удалось, прикинувшись фермером, очень быстро выяснить из разговоров с различными попутчиками, что многие фермеры предпринимают довольно длительные поездки, чтобы раздобыть себе больных или дохлых кроликов из Суссекса или Кента и заразить ими кроликов на собственной ферме.

С помощью миксоматоза поголовье диких кроликов в Англии вернулось к состоянию, в котором оно находилось примерно в начале XIX столетия. К тому же никто теперь не хотел покупать кроличьего мяса и есть его. Поэтому для крестьян-кролиководов не было больше смысла содействовать размножению этих животных. Кроме того, с 1958 г. в Англии запрещено пользоваться капканами, так что и естественным врагам кроликов удалось снова размножиться.

Разумеется же, и австралийцы тоже не замедлили раздобыть себе кроличьих блох и, завезя их из Англии, начали искусственно разводить с тем, чтобы распространить миксоматоз и в засушливых областях, где не хватало подходящих переносчиков болезни. Правда, кенгуриная

блоха (*Echidrophaga mutgescobii*) при случае и переходит на кроликов, среди которых может потом разнести инфекцию, но делает она это крайне редко и предпочитает все же кенгуру.

Вначале европейские блохи никак не хотели размножаться в австралийских исследовательских институтах пока А. Р. Мид-Бригс в 1960 г. не сделал одного удивительнейшего открытия. Оказывается, яйца кроличьих блох созревают и откладываются самками только после того, как блоха напьется крови беременной крольчихи. В период засухи, когда самцы кроликов забывают о любви, а крольчихи перестают плодиться, число блох тоже резко снижается.

Недавно Мириам Ротшильд вплотную занялась изучением этих блох. И что же? Ей удалось выяснить, что блохи в естественных условиях спариваются только на кроличьих детенышах. Спустя несколько часов после рождения крольчат, блохи покидают свое обычное место пребывания, а именно уши крольчихи, из которых обычно сосут кровь, и перебираются на морду животного. В то время как крольчиха облизывает своих новорожденных, блохи перепрыгивают на них и там спариваются между собой. Сигналом для подобных действий, по всей вероятности, служит изменение гормональной насыщенности крови. В то время как инъекция небольшого количества кортизола, сделанная кролику, приводит к тому, что блохи еще крепче впиваются в кожу хозяина, введение большего количества того же стероида заставляет этих насекомых покинуть свои места и начать свободно бегать в шерстном покрове. По-видимому, в крови кролика через несколько часов после родов наступают определенные гормональные изменения, меняющиеся, в свою очередь, поведение блох.

Спустя несколько часов после того как блохи попадают на новорожденных крольчат, они приступают к спариванию. Испражнения блох состоят из одной только жидкой крови, которая медленно высыхает и в конце концов сыпается в кроличье гнездо. Впоследствии этим будут питаться блошинные личинки, которые развива-

ются в подстилке гнезда. Следовательно, можно считать установленным, что именно изменение гормональной насыщенности крови позволяет блохам в нужный момент, после родов, покинуть взрослую крольчиху, чтобы вовремя отложить свои яйца в подстилку гнезда, в котором только что появился новый помет.

Если крольчата появляются на свет слабыми или мертворожденными (что зимой случается довольно часто), блохи после родов не покидают крольчихи-матери. Возможно, что в таких случаях изменение состава гормонов в крови недостаточно сильно выражено, чтобы побудить блох сойти с насиженного места в ушах крольчихи и приступить к размножению.

Кто знает, какие еще чудеса открываются при дальнейшем изучении таких, казалось бы, обычных и ничем не примечательных животных, как кролики!

Когда в 1950 г. в Австралии наконец разразился «кроличий мор», он уничтожил 99,8% всех зараженных кроликов. Можно считать, что ни одно из заболевших животных не поправилось. Но уже в 1953 г. некоторые кролики стали выздоравливать после перенесенного миксоматоза. Специалисты с самого начала предсказывали, что эта болезнь вовсе не навсегда сможет победить ненавистных длинноухих вредителей. И действительно, от года к году все больше кроликов не заболело миксоматозом, и все больше их выздоравливало после перенесенной болезни. Возбудители болезни со временем становились все слабей, но именно эти ослабленные штаммы распространялись гораздо скорей, чем новые, более сильные, которые все снова и снова искусственно выращивались в лабораториях. А кролики, перенесшие слабую форму заболевания, уже вырабатывали иммунитет против более сильной.

«Миксоматоз — был единичным случайным попаданием в цель», — говорят биологи. Поэтому сейчас усиленно ищут другие средства борьбы с кроликами.

Нельзя забывать, что десять кроликов съедают столько же травы, сколько одна овца, но овца из этого же количества травы производит в

три раза больше мяса, чем все эти кролики вместе взятые. Некоторые австралийские штаты наложили полнейший запрет на продажу кроличьего мяса. Другие же, наоборот, и не думают придерживаться такого закона. Так что по сей день еще есть «крольчихи фермеры», крестьяне, которые совершенно не заинтересованы в истреблении кроликов, а, наоборот, зарабатывают деньги на продаже этих животных.

Как мало на самом деле истребил миксоматоз кроликов после памятного 1950 г., показывают следующие данные: за 12 месяцев 1955—1956 гг. из Австралии было вывезено 23,4 млн кроличьих шкурок и около 7,1 млн переработано в самой стране; 12 млн диких кроликов было отстреляно для экспорта в другие страны и 33,2 млн съедено внутри страны. Вместе это ежегодно составляет 45,2 млн кроликов. Это вначале может показаться довольно значительной статьей дохода, но на самом деле представляет собой лишь незначительную заплату на зияющей брешу, которую кролики ежегодно вносят в бюджет австралийского сельского хозяйства.

УДК 639.112.1

Перевод с немецкого
Е. А. Геевской

Экскурсия в кратер вулкана

Е. М. Емельянов

Кандидат геолого-минералогических наук

В. М. Литвин

Кандидат географических наук

Г. С. Харин

Кандидат геолого-минералогических наук



Емельян Михайлович Емельянов, старший научный сотрудник Атлантического отделения Института океанологии АН СССР им. П. П. Ширшова (г. Калининград), заведует лабораторией геологии Атлантики. Разрабатывает вопросы, связанные с процессами осадконакопления в Средиземном, Балтийском морях, Атлантическом океане.



Владимир Михайлович Литвин, старший научный сотрудник того же Института. В настоящее время занимается изучением геоморфологии и тектоники дна Атлантического океана.



Геннадий Сергеевич Харин, научный сотрудник того же института. Изучает геологию дна Атлантического океана.

Действующие вулканы — одно из самых грозных явлений природы. Мон-Пеле, Кракатау, Везувий — эти названия известны еще со школьной скамьи. Катастрофические извержения их вызвали огромные разрушения и множество человеческих жертв. Недаром известный вулканолог Гарун Тазиев одну из своих книг о вулканах назвал «Встречи с дьяволом». Действительно, вулканы коварны, особенно те, что извергаются по «пелейскому» типу, т. е. имеют взрывной характер. В 1902 г., казалось, тихо дремавший вулкан Мон-Пеле, расположенный на о. Мартиника, вдруг взорвался и выбросил огромную тучу раскаленного пепла и газов, которые уничтожили город Сен-Пьер и его 26 тыс. жителей.

Недалеко от Мартиники, в цепи Антильской островной дуги, находится небольшой островок Монтсеррат с вулканом Суфриер, что значит «дымящийся». В литературе о нем подробных сведений нет. Каков характер его деятельности — нельзя сказать, не исследовав пород, из которых состоит остров. С другой стороны, изучение вулканической активности находится в тесной связи с выявлением особенностей осадков, отлагающихся на дне океанов и морей. В этом отношении большой интерес представляют подводные вулканы¹ и вулканы, расположенные на небольших островах. Изучая строение и состав слагающих

¹ Достаточно, например, вспомнить о выводах, сделанных советскими учеными при изучении подводных вулканов в Индонезии. См. статью К. К. Зеленова «С аквалангом в кратере вулкана» («Природа», 1968, № 6, стр. 92—96).



О. Монтсеррат в цепи Антилской островной дуги.

их вулканических пород, можно получить новую информацию о процессах разрушения и переотложения вулканических продуктов в условиях океанических побережий и в зоне шельфа. Все это дает нам ключ к пониманию условий формирования древних вулканогенно-осадочных толщ и связанных с ними полезных ископаемых. Вот почему возможность побывать на вулкане-Суфриер была для нас, геологов, большой удачей.

В составе участников 1-го рейса нового крупного исследовательского судна Академии наук СССР «Дмитрий Менделеев» мы посетили остров Монтсеррат, где провели несколько геологических экскурсий, в том числе и в кратер вулкана Суфриер.

Как нам говорили местные жители, «Дмитрий Менделеев» был первым советским судном, посетившим остров. Обычно на Монтсеррат заходят суда лишь с туристами, которые приезжают отдохнуть, покататься в теплых водах Карибского моря, полюбоваться экзотикой. Поэтому, когда мы, нагруженные рюкзаками, отправились пешком в геологические экскурсии, местные жители, привыкшие к тому, что приезжие белые разъезжают на машинах, провожали нас удивленными взглядами.

Прежде чем рассказать о нашей экскурсии — несколько слов об острове Монтсеррат. Он очень мал — всего 52 км², имеет почти овальную форму. Наиболее высокие вершины — горы Суфриер (915 м) и Саут-

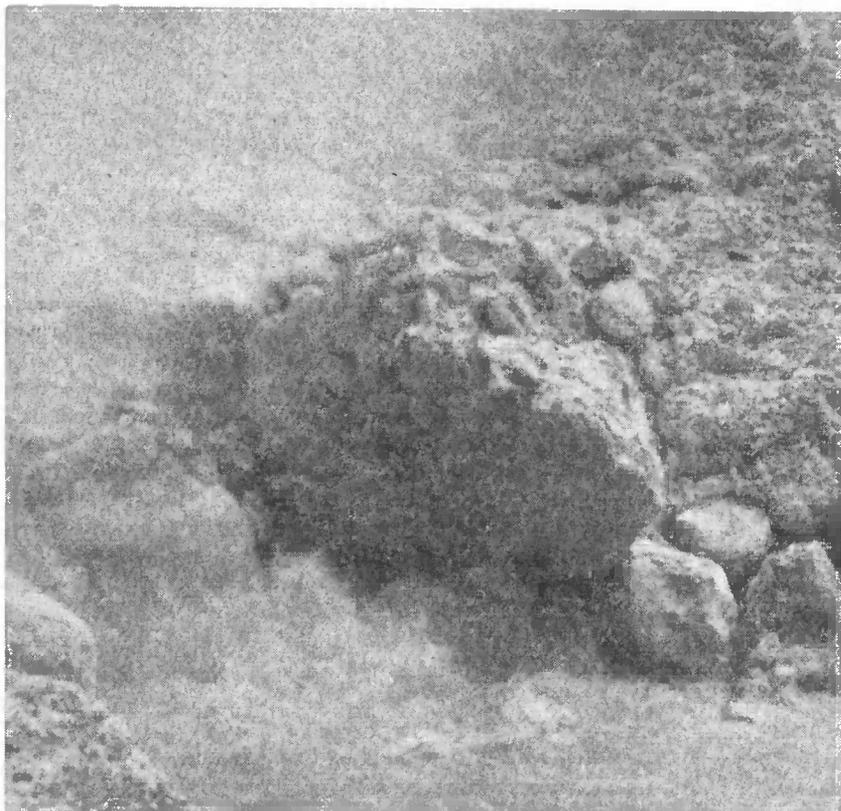
Суфриер (763 м) — располагаются в его южной части. Склоны гор крутые, местами отвесные. Берега острова большей частью обрывисты, лишь в некоторых небольших заливах имеются узкие полоски песчаных пляжей.

Склоны гор поросли густым тропическим лесом, но ближе к берегу встречаются возделанные поля: плантации сахарного тростника, хлопчатника, лимонов. Около домов видны тропические плодовые деревья: бананы, апельсины, манго. Климат острова субтропический. Здесь почти всегда тепло, а разница между зимой и летом практически незначительна. Поэтому остров представляет собой отличное место для отдыха. В летнее время довольно много туристов, главным образом из США, Канады и Великобритании. Но наплыв туристов не так велик, как на других известных курортах Карибского моря. Дело в том, что Монтсеррат еще не оборудован как следует для богатых за океанских гостей: нет больших оте-

лей, кемпингов, игорных домов и т. п. Однако в будущем планируется расширение базы для туристов.

Монтсеррат до сих пор остается колонией Великобритании и входит в Восточную группу ряда островов Карибского моря, управляемых английским губернатором. Постоянно проживающих на острове европейцев почти нет. Основную массу местного населения составляют мулаты и негры, вывезенные в свое время из Африки. Когда-то населявшие острова индейцы давно уже истреблены европейскими колонизаторами.

Живет местное население бедно. Конечно, в Плимуте встречаются более или менее богатые особняки, а на дорогах — различные, большей частью американские, легковые автомобили, но весь этот «внешний фасад» не может скрыть общей нищеты. На окраинах Плимута и даже в центре его, а также в разных частях острова сплошь и рядом можно видеть такие хижины, которые и жили-



Микрократер с кипящей водой.

щем-то трудно назвать. Это какие-то сооружения вроде сараев из фанеры, листов жести, досок от ящиков. Во дворе дома обычно копошится несколько ребятишек, которые до 5—6-летнего возраста бегают нагишом, а те, что постарше, прикрыты нехитрыми тряпками. Только школьники, когда идут в школу или из школы, одеты в форму и поэтому резко выделяются среди массы детей. Чем же все-таки занимается население острова и как добывает средства к существованию? Промышленных предприятий на Монтсеррате практически нет, не считая мелких мастерских. Жители заняты в основном работой на небольших плантациях, а для своих личных нужд разводят скот (овец и коз), ловят рыбу, собирают плоды тропических растений.

За 3 дня пребывания на острове участники экспедиции буквально искали его вдоль и поперек. Геологов, конечно, прежде всего интересовало, какие породы слагают остров, поэтому мы много ходили вдоль береговых обрывов — превосходных обнажений. Собранные образцы показали, что в основном это вулканические породы, залегающие в виде полого наклоненных к берегу слоев.

Наиболее древние (нижние) толщи слоев представлены туфами и туфоконгломератами — крупноглыбовыми слабосцементированными образованиями, состоящими из обломков гиперстеновых андезитов и андезитовых туфов. Цементом для них служит мелкозернистая масса из вулканического материала или смеси известковистого и вулканического материалов. Выше залегает толща мелкообломочных туфов, туфобрекчий и туфоконгломератов, по составу сходных с породами нижней толщи. Обе они перекрываются пепельно-серыми агломератовыми грубообломочными туфами, состоящими из угловатых и округленных обломков, глыб и вулканических бомб андезита и туфолавы андезита. Еще выше залегают породы, аналогичные предыдущей толще, но слабосцементированные. Характерно, что нам нигде не удалось встретить лавовых потоков — ни на самом вулкане Суффриер, ни вдали от него.

Почвенный покров на острове жел-



Схематический план кратера Гелвейс-Суффриер: А — кипящий микрократер с источником № 1; Б — щелеобразный источник с выделением мощного столба пара; В — сухой микрократер с выделением пара; 1 — ручей № 1 (вода имеет черный цвет); 2 — ручей № 2 (вода бесцветная, прозрачная); 3 — участок отбора проб гипса. Пунктиром показан маршрут осмотра кратера.

товато-коричневый, маломощный (не более полуметра) и содержит большое количество щебня и глыб вулканических пород. пляжевые пески темно-серые, местами даже черные, почти наполовину состоят из темноцветных минералов, в первую очередь гиперстена. В песках много черных рудных минералов (магнетита), полевого шпата (андезина), есть роговая обманка, остатки раковин фораминифер.

Таким образом, совершенно ясно, что на острове постоянно происходили вулканические извержения. Последнее было в 1965 г., когда погибло 16 местных жителей, но оно было не очень сильным. Ранее извержения носили, очевидно, более грозный характер. Состав изверженных пород указывает на то, что здесь происходили извержения по «пелейскому» типу.

Нам, естественно, было интересно

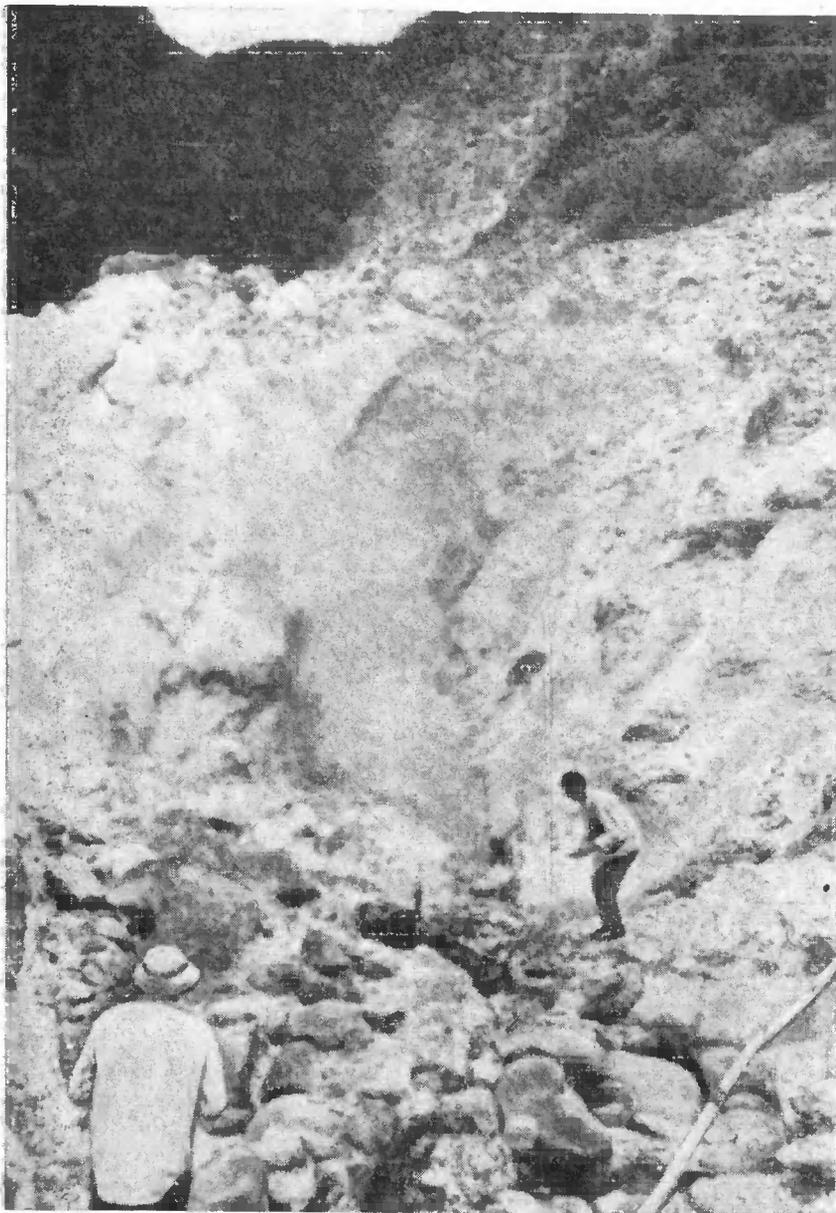
осмотреть кратер вулкана, который носит название Гелвейс-Суффриер.

Вначале наш путь проходил по асфальтированной дороге вдоль берега моря, затем она свернула в глубь острова, и вскоре нам пришлось подниматься по довольно крутой грунтовой дороге, усыпанной щебенкой. С обеих сторон — выжженные пустыри с колючками и кактусами; кое-где виднелись возделанные плантации сахарного тростника, лимонных деревьев. Идти было очень трудно: жара, хоть и март месяц. Наконец мы вошли в тропический лес, но даже не успели почувствовать облегчения: лес скоро расступился, и перед нами открылось незабываемое зрелище. Среди дикого нагромождения скал «залегла» овальная котловина, с трех сторон окруженная крутыми, почти отвесными стенами высотой 300—400 м. С южной стороны котловина прорвана, вероятно во время одного из вулканических взрывов, и размыта потоками термальных вод, так что здесь образовалось узкое ущелье.

Спустившись на дно ущелья, мы обнаружили, что вода протекающего по нему ручья горячая. В центре котловины увидели относительно ровную площадку, круто обрывающуюся к югу. На ней — два микрократера диаметром около 3 м, один из которых представляет собой крупный источник кипящей термальной воды. Из второго выделялись только сухие пары и газы. По краям площадки и на ее склонах — обилие небольших трещин (размером от нескольких сантиметров до одного метра), из которых тоже вытекают ручейки горячей воды и пробиваются струи пара. Наиболее мощный столб пара достигает высоты нескольких метров. Все щели, через которые выходит пар и газы, покрыты друзами (скоплениями) светлых зеленовато-желтых кристаллов серы или серной корки.

Химический анализ проб воды из горячих ручьев, выполненный на корабле, показал, что они заметно обогащены фосфатами и марганцем. В одном из ручьев вода во время взятия пробы была черной, вероятно за счет соединений серы, но через час она обесцветилась и стала прозрачной.

Сравнивая химический состав тер-



Столб пара, вырывающийся из щелеобразного источника.

мальных вод вулкана Суфриер с водами других вулканов, например хорошо изученного вулкана Санторин в Эгейском море, мы обнаружили, что первые несколько более кислые и заметно обогащены марганцем и медью. В целом же содержание этих элементов в термальных водах значительно выше, чем в водах океанов и морей. Это подтверждает мнение, что запасы их в Мировом океане пополняются именно за счет вулканической деятельности.

На дне главного ручья виден серый или бесцветный осадок, обволакивающий пленкой толщиной в несколько миллиметров щебень и погруженные в воду части глыб. Кое-где осадок имеет бурый цвет, обусловленный выпадением из раствора гидроокислов железа. По краям ручья некоторые обломки туфов покрыты друзами и отдельными кристаллами гипса, размеры которых достигают нескольких миллиметров. Гипс иногда заполняет щели и пустоты в туфах.

Породы в районе термального поля сильно изменены под действием высокой температуры, пара и горячей воды. Они менее компакты, очень рыхлые (отдельные глыбы даже рассыпаются, когда на них наступаешь ногой), теряют структурные признаки туфов и приобретают светло-серый или даже белый цвет. По внешнему облику напоминают мел.

Просмотр порошка такой породы под микроскопом показал, что он состоит в основном из аллофана (прозрачного изотропного минерала), а рентгеноструктурный анализ указывает на присутствие каолинита и алуниита (глинистых минералов). Кроме того, в этих породах содержатся разрушенные зерна полевых шпатов и пироксенов, причем количество их в центре кратера заметно меньше, чем по периферии. Это свидетельствует о том, что гидротермально измененные (отбеленные) породы образуются здесь и в наши дни. Однако площадь распространения отбеленных пород значительно превышает площадь современного термального поля. Следовательно, раньше термальная и fumarоляная деятельность вулкана была более мощной. Но из этого еще нельзя делать вывода, что деятельность вулкана затухает.

Горячее дыхание Суфриера напоминает, что вулкан не уснул совсем, а только дремлет. И он не такой уж тихий и мирный, как может показаться на первый взгляд. Не исключена возможность, что затаившиеся на глубине силы прорвутся наружу, а это может вызвать катастрофу, подобную той, которая произошла на о. Мартиника...

Родниковые холмы и грязевые вулканчики

Примерно в 6 км восточнее с. Сузака, в пустынной части Сузакского района Чимкентской области, располагается урочище Успе — размытый холмисто-волнистый останец, выделяющийся на фоне Закаратауской

предгорной равнины. В периферических частях этого останца сплошным кольцом тянутся холмы высотой 5—6 (и до 10) м, на вершинах которых под напором выходят на поверхность подземные (артезианские) воды. Поэтому эти холмы называют родниковыми. Их плоские вершины покрыты влаголюбивой растительностью. Воды пресные на вкус, но со слабым запахом сероводорода и, очевидно, небольшим сульфатным засолением.

Сероводород, вероятно, образуется в торфяной толще из сульфатов напорных вод в результате жизнедеятельности сульфатредуцирующих бактерий. Сероводородная среда родниковых вод способствует консервации остатков гидрофильной растительности и верхних торфяных горизонтов. Об этом свидетельствует относительно хорошая сохранность растительных остатков (они образуют торф) даже на значительной глубине.

Другой характерной формой рельефа Закаратауской предгорной равнины являются грязевые вулканчики — небольшие округлые в плане холмики, имеющие вид усеченного конуса или конуса с округлой вершиной. Поверхность действующих вулканчиков лишена растительности, и обычно к началу июня на ней появляются глубокие и довольно широкие трещины усыхания. В этих трещинах часто можно видеть тонкий слой мутной воды или жидкую грязь. Если счистить поверхностный сухой трещиноватый чехол действующих вулканчиков, сразу же начинает изливаться жидкая сизоватая грязь (иногда под напором). Химический анализ показал, что она содержит около 0,5% CaCO_3 и 0,3% легкорастворимых солей, представленных в основном сульфатами и бикарбонатами натрия; рН водной суспензии — 8,4, а емкость обмена — 38,4 мг-экв на 100 г сухого вещества (в том числе 38,6% натрия, 1,2% калия и 60,2% кальция). Перестающие изливаться грязь вулканчики зарастают сначала редким тростником, к которому затем может присоединяться ситник. Однако и на таких начинающих зарастать холмиках под тонкой коркой обнаруживается



Грязевой вулканчик с плоским слабо просевшим верхом.

Родниковый холм с торфяным «стволом» в его центральной части и с лугово-болотной растительностью на его поверхности.



грязь. На продолжающих зарастать вершинах усеченных грязевулканических конусов можно видеть густой тростник (до 1,5 м высоты), чингиль, местами тamarиск, а на «потухших» конусах — преимущественно галофиты.

Грязевулканические холмики разбросаны на всей поверхности берегового уступа соловых депрессий почти до средней части останца. Еще выше на склонах они сменяются переставшими функционировать родниковыми холмами.

Наиболее высокая часть останца, где местами скопился эоловый песок, довольно выровненная. В растительном покрове здесь также преобладают влаголюбивые виды, так как даже самые высокие поверхности останца испытывают, по-видимому, дополнительное увлажнение за счет напорных вод и питаемых ими верховодок.

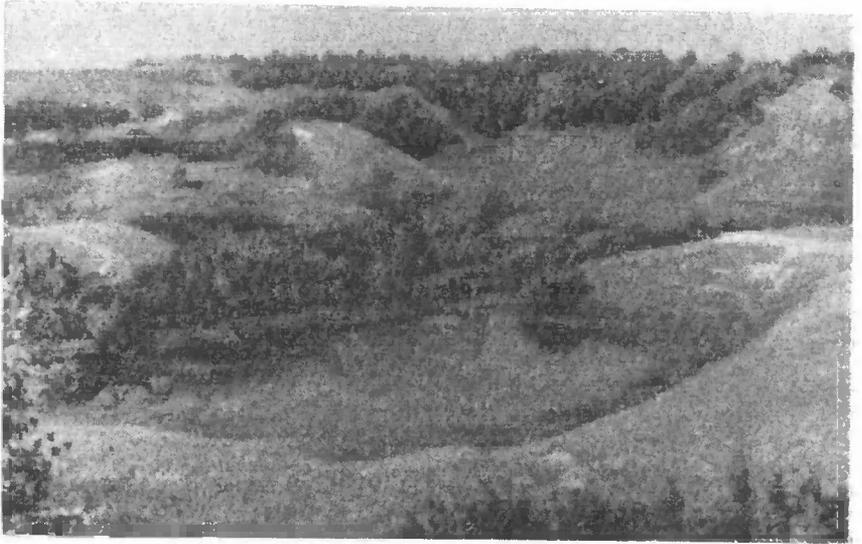
Можно полагать, что грязевые вулканчики образуются там, где третичные глины, перекрывающие напорные водоносные горизонты, имеют небольшую мощность и, размокая, выдавливаются в трещинах и других наиболее податливых местах.

Очевидно, родниковые холмы представляют собой следующую стадию развития грязевых вулканчиков.

А. А. Соколов
Кандидат сельскохозяйственных наук

Г. А. Жихарева
Институт почвоведения АН КазССР (Алма-Ата)

Фото А. А. Соколова



Провальная воронка возле селения Базарово.



Провальная котловина с озером.

Громадные провалы в равнинном платформенном карсте

Широкой известностью пользуются громадные провалы в районах развития горного карста. Например, на северном склоне Скалистого хребта (Центральный Кавказ) провал Кель-Кетчхен имеет размеры примерно 400 × 200 м и глубину 177 м. Подобные формы рельефа распространены

на нагорье Карст (Югославия), в Приангарье, Татарии и других местах. До сих пор считалось, что на равнинах таких крупных провалов нет. Тем неожиданнее было встретить целую цепь громадных карстовых провалов в приокском районе Среднего Поволжья¹.

¹ Кстати, в кн. А. Н. Ильина «Оро- гидрография и поверхностные прояв-

В приокских карстовых районах северной части Приволжской возвышенности развитие карста связано с выщелачиванием известняков и доло-

ления карста района Алатырско-Горьковских поднятий» (Тр. Лабор. гидрогеол. пробл. им. Ф. П. Саваренского, т. X, вып. VII, М., 1962) на этой территории карст не показан вообще.



Озеро на дне карстового провала.

митов казанского яруса и в особенности гипсов нижней перми (артинский ярус). Эти карстующиеся породы залегают под пестроцветной толщей глин, мергелей и алевролитов татарского яруса, слагающих высокий и крутой откос правого берега Оки. Цепь громадных провалов находится на площади распространения пород татарского яруса, и образование ее связано с выщелачиванием залегающих на глубине гипсов. Она расположена на правобережье Оки, между Муромом и Павловым, где в Оку впадает небольшая речка Б. Кутра. В юго-западной суженной части междуречья Б. Кутры — Оки и находятся провалы. Цепь их начинается у западной окраины селения Болотниково и тянется на ЗСЗ к восточной окраине селения Базарово, расположенного на правом берегу Оки, недалеко от бровки высокого жоренного берега. Длина цепи 1,5 км. Всего здесь 8 больших провальных воронок и котловин.

Первый провал находится в северо-западном краю обширной и сложной карстовой котловины, общая длина которой 1,3 км, ширина до 400 м и глубина 20—30 м. Далее один за другим следуют остальные провалы то простой, то довольно сложной в плане формы. Глубина прова-

лов 25—30 м (до уровня воды озер, имеющих на дне многих провалов); размеры в плане (в м): 120×80 — второй провал, 100×80 — третий, 250×100 — четвертый, ориентированный поперек цепи, 150×150 — пятый, 200×80 — шестой, 100×100 — седьмой и 120×100 — восьмой. Форма сложных провальных котловин определена слиянием двух-трех воронок и открывающимися к ним короткими эрозионными промоинами, оврагами. Отдельные образующие их провальные воронки часто имеют диаметр не менее 100 м.

Борта котловин крутые, часто задернованные, а в отдельных местах заросшие мелким лесом. После образования провалов они успели подвергнуться эрозионному расчленению. Таким образом, это геологически молодые, но не современные провалы. Расположение их цепью свидетельствует о том, что полости, над которыми происходило обрушение, возникли по линии какого-то подземного тока воды, приуроченного, вероятно, к тектоническому разлому. Возможно, это был направленный в сторону Оки подземный сток воды, поглощавшейся обширной котловиной к юго-западу от сел. Болотниково.

Профессор Н. А. Гвоздецкий

Московский государственный университет
им. М. В. Ломоносова
Фото автора

Земноводные живут в соленых водоемах

Раньше считалось, что амфибии не могут обитать в соленых водоемах, но за последние годы в литературе начали появляться сообщения о том, что они могут к этому приспособляться. Так, в окрестностях поселка Солотвино, Раховского района, Закарпатской области, на месте заваленных солерудных шахт нами было обнаружено 8 солоноватых водоемов, в которых обитали: желтобрюхая жерлянка (*Bombina variegata*), озерная лягушка (*Rana ridibunda*) и зеленая жаба (*Bufo viridis*). Кроме взрос-

лых особей, в водоемах найдена икра и головастики этих видов земноводных. Были взяты на анализ пробы воды. Оказалось, что желтобрюхая жерлянка и зеленая жаба могут жить, размножаться и развиваться в водоемах с разной степенью солености воды от 0,19 до 0,83‰.

При самом детальном обследовании популяций земноводных соседних пресных водоемов, нам не удалось обнаружить каких-либо заметных морфологических различий. Однако, используя электрофоретический метод, мы установили наличие устойчивых, четких отличий в белковом спектре сыворотки крови. Установлено, что у озерных лягушек из соленых водоемов значительно увеличено относительное количество альбуминов. У озерных лягушек из пресных водоемов оно равно 15,144%, а из соленых водоемов — 33,667%.

Увеличенными в белках сыворотки крови оказались α_1 - и γ_1 -глобулины. У группы озерных лягушек из пресных водоемов α_1 -глобулины составляют 6,612%, а у лягушек из соленых водоемов — 46,711%. γ -Глобулины сыворотки крови у пресноводных лягушек составляют 8,509%, а у лягушек из соленых водоемов — 11,488%. Поскольку γ -глобулины играют важнейшую роль при выработке специфических антител, увеличение количества их в сыворотке крови озерных лягушек из соленых водоемов закономерно.

В. А. Кушнирук

Львовский государственный природоохранительский музей АН УССР

«Интеркосмос-2» — пример международного сотрудничества в космосе
«Грозы» на Луне?

Остывающая Луна?

Ночная ионизация

Ионосферная дифракционная решетка

Гамма-рентгеновские лучи и инфракрасная фоновая радиация

Необычно быстрое обнаружение метеорита

«Прикосновение» к квазичастицам

Гигантский лазерный импульс

Атомная энергия — для навигации

Новый метод разделения изотопов урана

ЭВМ проводит эксперимент

Чудесное превращение бензола

Наглядная биогеоценология

Кристаллическая тРНК синтаза

Модель вируса бешенства

Белок против белка

Слюна и диагностика болезней

Витамин В₁₂ из отходов

10 тысяч лет паразитизма

Усмирение крокодилов

Насекомое мелового периода

С какой скоростью летали птеранодоны

Новый взгляд на магматизм рифтовых зон

Графит из верхней мантии

Землетрясение в Западной Турции

Статистика землетрясений

Антропологические находки в Эфиопии

Наводнение в Румынии

Институт физико-технических проблем Севера

«Человек и его среда»

«Интеркосмос-2» —

пример

международного

сотрудничества

в космосе

В настоящее время вопросам изучения земной ионосферы уделяется исключительное внимание. С этой целью, в соответствии с планом научных работ и программой сотрудничества социалистических стран в области исследования и мирного использования космического пространства, 25 декабря 1959 г. в Советском Союзе был произведен запуск искусственного спутника Земли «Интеркосмос-2»¹.

В задачу запуска спутника входило измерение основных параметров ионосферы при помощи приборов, установленных на спутнике и сопоставление значений этих параметров с данными наземных станций вертикального зондирования ионосферы. Для этого спутник «Интеркосмос-2» был выведен на орбиту со следующими параметрами: минимальная высота над поверхностью Земли — 206 км; максимальная высота над поверхностью Земли — 1200 км; период обращения — 98,5 мин.; наклонение — 48,4°.

«Интеркосмос-2» существенно отличался от «Интеркосмоса-1» составом

научной и служебной аппаратуры. Установленные на спутнике научные приборы были изготовлены в ГДР и СССР по техническим заданиям, разработанным специалистами НРБ, ГДР, СССР и ЧССР. На спутнике, в частности, находились цилиндрические зонды Ленгмюра (для измерения концентрации и температуры электронов); сферические ионные ловушки (для измерения концентрации положительных ионов); датчики температуры электронов; радиопередатчик «Маяк», излучающий два когерентных немодулированных сигнала на частотах 20 и 30 мгц (для измерения интегрального содержания электронов во всей толще ионосферы). Для привязки научных измерений на спутнике имелась система ориентации объекта по магнитному полю Земли, а также система определения углового положения спутника относительно Солнца.

Комплекс служебной аппаратуры «Интеркосмоса-2» включал систему командной радиолинии; систему радиоконтроля орбиты; телеметрические системы с запоминанием; систему электропитания и ряд других бортовых систем, необходимых для обеспечения выполнения программы научных измерений.

Вся научная и служебная информация передавалась путем сброса ее с запоминающего устройства или в режиме непосредственной передачи на наземные станции командно-измерительного комплекса.

При прохождении объекта в зонах видимости специализированных ионосферных станций, расположенных на территории СССР и социалистических стран, на этих станциях проводилось

¹ О результатах, полученных «Интеркосмосом-1», см.: «Природа», 1970, № 4, стр. 78.

радиозондирование нижней ионосферы.

Кроме того, отдельные наземные приемные пункты вели регулярный прием радиосигналов бортового передатчика «Маяк», при этом ряд пунктов в СССР, ГДР и ЧССР осуществляли не только амплитудную, но и фазовую регистрацию этих сигналов, что позволит (после детальной обработки) существенно расширить наши знания о степени неоднородности ионосферы.

Спутник «Интеркосмос-2» проработал более чем в 1,5 раза дольше планируемого срока. Получен большой объем ценной информации о состоянии ионосферы на высотах от 200 до 1200 км и процессах, протекающих в ней. Все эти данные позволят ученым еще глубже проникнуть в тайны земной атмосферы и использовать их в интересах дальнейшего научно-технического прогресса.

Плодотворное сотрудничество организаций и ученых Советского Союза и социалистических стран, принимавших участие в создании, запуске и управлении ИСЗ «Интеркосмос-2», позволило успешно выполнить всю сложную программу запланированных научных экспериментов и получить ценные научные результаты.

В. С. А г а л а к о в
Кандидат географических наук
Е. В. Курносенко
Москва

«Грозы» на Луне?

Кратковременные красные вспышки на отдельных участках поверхности Луны известны еще со времен В. Гершеля (1787 г.), но только в наше время Н. А. Козыреву¹ удалось получить спектры испускаемого при этом свечения и обнаружить в них эмиссионные полосы молекул H_2 , C_2 и N_2 . Эти результаты рассматривались как свидетельство вулканической деятельности на Луне и наличия у нее горячих недр. В дальнейшем предлага-

лось¹ объяснять указанные явления люминесценцией лунных минералов под действием протонов, приходящих от Солнца.

Однако обе гипотезы — вулканическая и люминесцентная — встретились с трудностями при объяснении отождествленных с полной достоверностью² полос газообразного углерода C_2 . Дело в том, что эта молекула существует только в газовой среде и ее полоса не может испускаться при люминесценции лунного грунта. С другой стороны, образование молекулы (или радикала) C_2 из углеродородных газов и ее возбуждение требуют значительной затраты энергии, которая не может быть доставлена потоками быстрых частиц от Солнца, поскольку вероятность их столкновения с молекулами газа слишком мала. Предположение же Н. А. Козырева, что в вулканических газах C_2 образуется и возбуждается под действием жесткого ультрафиолетового излучения Солнца, трудно согласовать с рядом наблюдений совершенно таких же вспышек в области пепельного света, т. е. на неосвещенной Солнцем части поверхности Луны³.

Новое интересное объяснение лунных вспышек предложил А. Миллс⁴ (Англия). Он рассматривает не вулканические извержения из горячих недр, а непрерывную дегазацию всего вещества Луны, т. е. освобождение газов, захваченный Луной в процессе ее образования из космического вещества. Главной составной частью этих газов должен быть водород, спектральная линия которого обуславливает красный цвет вспышек; к нему могут быть примешаны метан и аммиак, расщепление которых дает молекулы C_2 и N_2 . Выделяющиеся газы скапливаются в трещинах и пустотах под поверхностью Луны и время от времени выбрасываются действием приливных сил. Газовые струи должны уносить с собой тонкую пыль, покрывающую поверхность Луны

(вспомним отпечатки подошв космонавтов). Вздвигаемая пыль вследствие трения приобретает электрические заряды. Пылевые частицы разного состава или размера приобретают заряды противоположного знака и в результате гидродинамической или гравитационной сепарации возникает разность потенциалов между пылевыми облаками. Поскольку описываемая «пылевая буря» происходит в газовой струе низкой плотности, разность потенциалов должна привести к тлеющему разряду, который и вызывает возбуждение молекул, приводящее к свечению, а также расщепление углерода и аммиака до C_2 и N_2 . В обоснование своей гипотезы Миллс ссылается как на многочисленные лабораторные данные, начиная с опытов Хоксби (1704 г.), так и на наблюдения молниеподобных явлений в облаках вулканического пепла, описанных еще Плинием Младшим во втором письме к Тациту и получивших впоследствии специальное французское название «*puées ardentes*» (пылающие тучи).

Таким образом, излагаемая гипотеза рассматривает вспышки красного свечения как своего рода пылевые грозы на Луне. Аналогия с грозой основана на механизме образования разности потенциалов, но сами возникающие при этом электрические разряды неправильно было бы называть молниями, так как это не искровые, а тлеющие разряды (из-за различия в плотности газа).

Профессор Д. А. Франк-Каменецкий
Москва

Остывающая Луна?

Американский геофизик Дж. Дж. Джилвари из лаборатории космических исследований компании Дженерал Дайнемикс-Астронавтикс в Сан-Диего (Калифорния) путем расчетов, сопоставлений и некоторых допущений высказал предположение, что в последние 2—3 млрд лет Луна не разогревалась в результате радиоактивного распада U, Th и K, а остывала. Наиболее «юные» вулканические породы Луны должны иметь возраст, в соответствии с этой моделью, около 3,5 млрд лет. Эта цифра соответству-

¹ См. «Природа», 1964, № 8, стр. 115—117; 1965, № 4, стр. 118.

² См. «Природа», 1970, № 5, стр. 38.

³ См., например, «Природа», 1964, № 8, стр. 117.

⁴ «Nature», v. 225, 1970, № 5236, p. 929.

¹ См. «Природа», 1959, № 3, стр. 84—87.

ет результатам прямого определения возраста лунных пород, доставленных на Землю космическим кораблем «Аполлон-11» ($3,0 \pm 0,7$ млрд лет). Такие представления неизбежно приводят к выводу о горячем происхождении Луны, что находится в явном противоречии с господствующей в настоящее время теорией холодного происхождения планет солнечной системы.

«Nature», v. 225, 1970, № 5233, pp. 623—625 (Англия).

Ночная ионизация

Ультрафиолетовое излучение Солнца служит в течение дня источником ионизации земной атмосферы. Недавно было установлено, что также и на ночной стороне Земли образуются носители зарядов — ночные ионы. По новым представлениям за это ответственны три механизма: 1) потоки электронов, поступающие в атмосферу Земли вдоль силовых линий ее магнитного поля; 2) рассеяние ультрафиолетовых лучей из зон, освещенных Солнцем, на теневую сторону Земли; 3) вторжение межпланетного газа.

«Umschau in Wissenschaft und Technik», 1970, № 1, S. 22 (ФРГ).

Ионосферная дифракционная решетка?

Сотрудник Института геологии и геофизики СО АН СССР И. М. Виленский обратил внимание, что под действием мощной радиоволны, распространяющейся в ионосфере, может заметно изменяться электронная температура и, как следствие, эффективное число соударений $\nu_{эф}$ электронов с молекулами и ионами ионосферы. Тогда в относительно тонком слое нижней ионосферы (несколько км) при распространении мощной радиоволны с частотой, близкой к частоте $\nu_{эф}$, возникнут заметные градиенты показателя преломления.

Расчеты показывают, что при мощности импульсного передатчика в 10^6 квт, работающего на частоте 1,7 МГц, в ионосферном слое на высоте от 70

до 80 км $\nu_{эф}$ может измениться в 10 раз. В этом случае коэффициент отражения от неоднородностей, обусловленных нагреванием ионосферы, увеличится более чем на порядок.

Известно, что ниже области отражения радиоволн в ионосфере создаются стоячие электромагнитные волны. Если изложенные выше представления правильны, то в случае мощной электромагнитной волны в ионосфере будут образовываться «узлы» и «пучности» электронной температуры и, следовательно, «узлы» и «пучности» коэффициента преломления. Возникнет своеобразная дифракционная решетка, дифракцию от которой можно было бы наблюдать как при приеме «возмущающих» волн, так и при приеме других радиоволн, распространяющихся в «возмущенной» области ионосферы.

«Доклады Академии наук СССР», т. 91, 1970, № 5, стр. 1041—1043.

Гамма-рентгеновские лучи и инфракрасная фоновая радиация

В 1968 г. астрофизики Дж. Кларк, Дж. Гармир и У. Краусаар (из университета штата Висконсин) пришли к выводу, что поток γ -лучей из района центра Галактики слишком интенсивен, чтобы его можно было отнести за счет известных к тому времени механизмов генерации (если только не предположить, что по неясным еще причинам интенсивность космических лучей, поступающих именно из этого района, выше, чем из иных). Вслед за тем был обнаружен интенсивный поток инфракрасной фоновой радиации в окрестностях Земли и высказано предположение, что она охватывает всю Галактику.

Теперь сотрудники Института ядерных исследований им. Тата в Бомбее (Индия) Р. Косуик и Я. Пал пришли к мнению, что если инфракрасная радиация действительно заполняет собой всю Галактику, столкновения между составляющими ее фотонами и космическими лучами может быть источником наблюдаемого «избытка» γ -лучей.

«Physical Review Letters», v. 23, 1969, № 25, pp. 1467—1468 (США).

Необычно быстрое обнаружение метеорита

3 января 1970 г. сеть, состоящая из 16 автоматически действующих станций для фотонаблюдений метеоров (организована пять лет назад Смитсоновской астрофизической обсерваторией, Кембридж, штат Массачусетс), обнаружила ярко светящееся небесное тело, быстро двигавшееся над Средним Западом США. На трех станциях были получены отчетливые фотографии этого тела; их срочный анализ позволил определить предполагаемый район падения с точностью примерно до одной квадратной мили. Высланная немедленно на место поисковая группа, возглавляемая полевым руководителем сети станций Г. Шварцем, несмотря на трудности, вызванные снеговым покровом, в ночь на 9 января обнаружила метеорное тело около г. Лост-Сити (штат Оклахома).

Срочно доставленный в Смитсоновский институт (Вашингтон) объект был тут же подвергнут исследованию. Он оказался бронзитовым хондрином — каменным метеоритом довольно распространенного вида (около 35% находимых метеорных тел относятся к этому типу). Вес его составляет около 9,8 кг. Быстрое обнаружение метеорита дало возможность провести радиоактивный анализ короткоживущих изотопов с малым периодом полураспада, что позволяет пролить свет на историю небесного тела, обычно остающуюся скрытой для исследователей, получающих в свое распоряжение давно находящиеся в условиях Земли объекты.

За всю историю наблюдений метеоритов было отмечено не менее семисот случаев, когда наблюдавшийся визуально метеорит впоследствии был бы найден и подобран. Случай же, когда сфотографированное в полете небесное тело было затем обнаружено на Земле, ранее был известен лишь один: 7 апреля 1959 г. в Пржибраме (Чехословакия).

«Science News», v. 97, 1970, № 3, p. 60 (США).

«Прикосновение» к квазичастицам

К настоящему времени физики научились исследовать свойства твердого тела, используя гиперзвуковые колебания в частотном диапазоне от 1 до 10 Ггц. Продвижение в область еще более высоких частот, где длина гиперзвуковой волны становится порядка сотен ангстрем, чрезвычайно заманчиво. Энергия таких гиперзвуковых «квантов» приближается уже к энергии тепловых фононов в твердом теле при низких температурах. Таким образом, появляется возможность непосредственно изучать взаимодействие различных квазичастиц с фононами и фононный спектр твердого тела.

Несколько лет назад ученые Харьковского института радиофизики и электроники АН УССР разработали эффективный метод возбуждения гиперзвука в пьезоэлектрическом кристалле с помощью поверхностной замедленной электромагнитной волны. Этот метод успешно применяется для возбуждения гиперзвуковых волн в миллиметровом и субмиллиметровом диапазонах. Совершенствование его позволило возбудить в кварце продольные и поперечные гиперзвуковые волны с частотой 75 Ггц.

В опытах использовался монокристалл кварца в форме параллелепипеда размерами $15 \times 20 \times 10$ мм с ребрами, ориентированными вдоль кристаллографических осей. Грани кристалла, перпендикулярные одной из них, были выполнены оптически плоскими (неровности составляли менее $0,05 \mu$, а отклонение от параллельности не превышало $2''$). Эксперимент проводился с кварцем, охлажденным до температуры жидкого гелия ($4,2^\circ \text{K}$). Длины возбужденных продольной, быстрой поперечной и медленной поперечной гиперзвуковых волн составили соответственно 760, 680 и 400 Å, что всего на два порядка отличается от размеров элементарной ячейки кристаллической решетки кварца.

«Доклады Академии наук СССР», т. 191, 1970, № 5, стр. 1015—1017.

Гигантский лазерный импульс

Появление лазеров вызвало к жизни новую область науки—нелинейную оптику, изучающую оптические эффекты, характер протекания которых в твердых телах, жидкостях и газах зависит от интенсивности излучения¹.

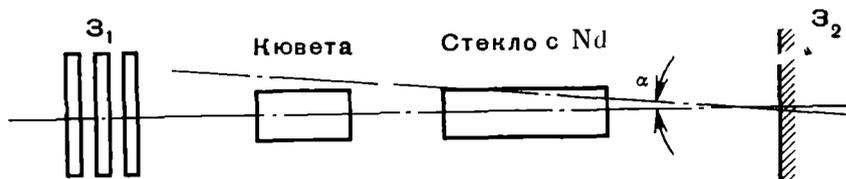


Схема экспериментальной установки для получения гигантского лазерного импульса.

И в свою очередь нелинейные эффекты дают возможность воздействовать на лазерное излучение. Недавно сотрудники Научно-исследовательского радиофизического института (Горький) С. В. Гапонов, А. Г. Гончаров, Г. А. Крафтмахер и Я. И. Ханин осуществили генерацию гигантского импульса в твердотельном лазере при помощи органического растворителя с нелинейными оптическими свойствами.

Схема экспериментальной установки показана на рис. Активным элементом, в котором за счет накачки от внешнего источника создается инверсная заселенность энергетических уровней, служит стержень из неодимового стекла. Один из отражателей резонатора — полупрозрачное зеркало (Z_1) состоит из трех плоскопараллельных пластин, другой — глухое зеркало (Z_2). Расстояние между зеркалами лазера составляет 500 мм, а длина неодимового стержня — 130 мм. В оставшееся свободным место внутри резонатора вносится кювета с органическим растворителем, в котором и осуществляется нелинейный эффект.

Пока зеркала строго параллельны внесение кюветы только несколько укорачивает величину пиков излучения лазера с одновременным ростом

интенсивности каждого пика и интервала между ними. Но если слегка нарушить параллельность, чуть поворачивая глухое зеркало, амплитуда пиков возрастает и длительность уменьшается. При угле поворота около одной десятой градуса получался всего один «пик» — гигантский импульс за всю лазерную вспышку. За 10—15 нсек излучалась энергия порядка 1—2 дж (мощность составит

около 200 тыс. квт, т. е. эквивалентна за этот короткий промежуток времени мощности крупной электростанции). Энергия накачки должна быть при этом примерно в 4 раза выше пороговой для лазера с ненарушенной параллельностью зеркал.

Генерация гигантского импульса была получена с бромбензолом, толуолом, бензолом, хлороформом, ацетоном и н-гексаном и не получалась с этиловым спиртом и дистиллированной водой. Авторы предполагают, что полученный результат связан с эффектом самофокусировки — одним из важных проявлений нелинейной оптики.

«Письма в ЖЭТФ», т. 11, 1970, вып. 8, стр. 370—373.

Атомная энергия — для навигации

Советскими учеными разработана малогабаритная радиоизотопная термоэлектрическая установка «Эфир», которая предназначена для питания автоматических радиомаяков, расположенных в труднодоступных районах. В качестве «топлива» в генераторе установки используется радиоактивное вещество на основе ^{90}Sr в виде устойчивого химического соедине-

¹ См. «Природа», 1970, № 3, стр. 32—41.

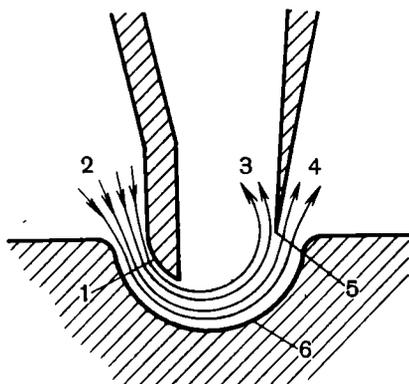
ния. Преобразование выделяющейся при радиоактивном распаде тепловой энергии в электрическую происходит в полупроводниковых термоэлементах. Электрическая мощность генератора составляет 30 вт, напряжение на выходе 12 и 32 в; вес генератора около 300 кг.

Сочетание генератора с блоком накопления позволяет создавать мощность в импульсном режиме до 2,5 квт, что обеспечивает работу маяка на расстоянии до 200 км. Радиоизотопная термоэлектрическая установка «Эфир» обеспечивает стабильную работу радионавигационного маяка в течение 10 лет. Она может найти широкое применение и в качестве источника электрической энергии для различных автоматических систем, расположенных в любых климатических условиях.

«Атомная энергия», т. 28, 1970, вып. 4, стр. 367—368.

Новый метод разделения изотопов урана

В Карлсруэ (ФРГ) разработан новый метод обогащения урана легким изотопом ^{235}U . Основан он на частичном пространственном разделении компонентов различного веса в



Принципиальная схема разделения с помощью сопла. 1 — сопло; 2 — поток смеси газов из He и UF_6 , поступающий на разделение (He 95%); 3 — легкая фракция, обогащенная He и ^{235}U ; 4 — тяжелая фракция, обедненная He и обогащенная ^{238}U ; 5 — кромка расслаивающего ножа; 6 — искривленная поверхность.

газе, известном под названием разделение с помощью сопла. Суть метода сводится к следующему. Смесь, состоящая из 5 мол.% UF_6 и 95 мол.% He , подается на вход в левой стороне устройства (см. рис.). В результате перепада давлений смесь протекает через искривленное сопло, образованное пластинкой и искривленной стенкой. Под действием центробежных сил частицы с различными массами движутся по различным траекториям, и поток газа, протекающий вблизи внутренней поверхности отражающего желоба, обогащается тяжелым компонентом. Нож отбора делит поток на две части с легкой и тяжелой фракциями. Для практических целей элементарные разделительные ступени должны быть собраны в каскад, как это делается в других процессах разделения изотопов.

Опыт эксплуатации экспериментальной десятиступенчатой установки в Карлсруэ показал, что предложенный способ разделения изотопов урана весьма перспективен.

«Атомная техника за рубежом», 1970, № 4, стр. 28—33.

ЭВМ проводит эксперимент

В последние годы ЭВМ находят все большее приложение в научных исследованиях, причем они не только обрабатывают опытные данные, но и проводят численное изучение различных процессов. Речь идет о так называемом численном (машинном) эксперименте.

Недавно сотрудник Института физической химии АН СССР А. Г. Гривцов использовал цифровую вычислительную машину для изучения поведения молекул жидкости и газов у поверхности твердого тела. С этой целью на БЭСМ-6 были решены уравнения динамики для нескольких сотен молекул, потенциал взаимодействия между которыми мог принимать различные значения.

В результате этого эксперимента было показано наличие структурообразующего действия поверхности твердого тела на контактирующую с

ним жидкость или газ. Так, например, молекулы аргона вблизи твердой поверхности образуют правильную слоистую структуру, которая проявляется довольно четко. Толщина одного слоя равна примерно диаметру молекул газа, а направление слоев параллельно твердой стенке. По мере удаления от поверхности слоистая структура размывается и исчезает. Локальная плотность молекул в слое зависит от величины потенциала взаимодействия между молекулами газа и твердой поверхностью.

Проведенные исследования свидетельствуют о перспективности применения численного эксперимента при изучении явлений, происходящих на границе раздела твердое тело — газ, твердое тело — жидкость.

«Доклады Академии наук СССР», т. 190, 1970, № 4, стр. 868.

Чудесное превращение бензола

Бензол (C_6H_6) — одно из наиболее стабильных химических соединений. Однако под действием взрыва, точнее под действием фронта ударной волны в сочетании с деформациями сдвига, удалось не только разорвать прочную $\text{C}-\text{C}$ связь в молекуле бензола, но и превратить его в полимер с большим молекулярным весом и интересными свойствами.

Н. П. Чистотина, А. А. Жаров, Ю. В. Киссин и чл.-корр. АН СССР Н. С. Ениколопан из Института химической физики АН СССР при проведении эксперимента использовали наковальню из сверхпрочного карбида вольфрама. При взрыве заряда развилось давление в 85 тыс. атм и было получено твердое вещество (в то время как бензол — жидкость) коричневого цвета. Оно не растворялось ни в хлорированных углеводородах, ни в ацетоне, ни в диметилформамиде, тетрагидрофуране, нитробензоле, бензоле, т. е. ни в одном из тех растворителей, которым поддается большинство органических соединений. На него не действовала и концентрированная серная кислота. Этот продукт не удалось также и расплавить. Исследования с помощью инфракрасной спектроскопии и элект-

роинного парамагнитного резонанса позволили сделать вывод, что в реакции произошло раскрытие бензольного кольца и образовался продукт, структура которого в основном соответствует структуре полиена, т. е. полимера, содержащего большое число двойных связей. Исследования нового вещества продолжаются.

«Доклады Академии наук СССР», т. 191, 1970, № 3, стр. 632—633.

Наглядная биогеоценология

«Экономикой природы» называют в последнее время биогеоценологию — новое, перспективное направление науки. Комплексное изучение биогеоценозов разных природных зон объединенными усилиями нескольких наук способствует углубленному их познанию. Успехи частной биогеоценологии нашли свое отражение в новой экспозиции павильона «Биология» на ВДНХ СССР. Как известно, тундровая зона занимает свыше 3 млн км² — седьмую часть всей территории нашей страны. Несмотря на ограниченность вегетационного периода — 2—4 месяца, — природа тундры далеко не так скудна, как это принято было считать. Подсчитан, например, общий запас органического вещества, накопленного автотрофными растениями. Он достигает (в ц/га):

- в арктических тундрах — 53—107.
- в типичных тундрах — 722—1044,
- в южных тундрах — 1100.

Особый интерес представляет биогеоценологическое изучение болот как объектов мелиорации, ибо оно позволяет предвидеть последствия как умеренно глубокого, так и недостаточного осушения. Всплывания болот при создании водохранилищ для ГЭС, перемены в фауне и флоре в зонах орошаемых земель, — все это возможно предусмотреть только при глубоком комплексном анализе взаимосвязей и взаимодействий между компонентами и факторами биогеоценозов. Биогеоценологический прогноз помогает, таким образом, принять меры для предотвращения нежела-

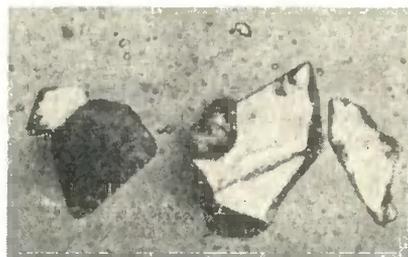
тельных последствий в природе. Развернутая схема биосферы и входящих в нее биогеоценозов леса, тундры, болот, водной среды, представленная на ВДНХ, дает наглядное представление о том, какими животрепещущими проблемами занимается биогеоценология. Экспозиция подготовлена совместными силами Института лесоведения, Ботанического института, Карельского филиала АН СССР и других учреждений.

В. Д. Крупин
Москва

Кристаллическая тРНК синтетаза

Ферменты, активирующие аминокислоты, или аминоксил-тРНК синтетазы, принимают участие в биосинтезе белка. Количество их соответствует числу аминокислот, структурных «кирпичиков» синтезируемого белка. Эти ферменты активируют и передают аминокислоты на соответствующие транспортные РНК (тРНК), которые в свою очередь доставляют их к месту синтеза белка — к рибосомам. Одним из важных моментов в предрибосомальном этапе синтеза белка является процесс «узнавания» ферментом соответствующей ему специфической к определенной аминокислоте молекулы тРНК. Изучение процесса «узнавания» требует знания структуры фермента, вот почему работа шведских ученых Л. Римо и У. Лагерквиста, впервые получивших кристаллическую лизил-тРНК синтетазу, представляет большой интерес.

Препарат фермента высокой степени очистки, выделенного из дрожжей, сгущали с помощью ультра-



Кристаллы лизил-тРНК синтетазы.

фильтрации до концентрации 50—100 мг/мл белка до появления кристаллов на стенках диализационных трубок. Полученная кристаллическая фракция представляла собой смесь больших кристаллов (300—1000 μ) с микрокристаллическим материалом. Кристаллы имели вид грубо очерченных призм и обладали высоким двойным лучепреломлением. Общий выход кристаллического материала варьировал в зависимости от концентрации белка, используемого для кристаллизации, но составлял в среднем 30—50%. Кристаллический фермент обнаруживал обычную способность к образованию стабильных комплексов с аденозинмонофосфатом и лизином, причем специфическая активность кристаллов была выше, чем у препарата очищенного фермента и маточного раствора. Рентгеноструктурный анализ, проведенный Д. Блоу и А. Уонакоттом (Англия), подтверждает кристаллическую природу полученной фракции. Это исследование является важной вехой на пути детального изучения различных этапов синтеза белка.

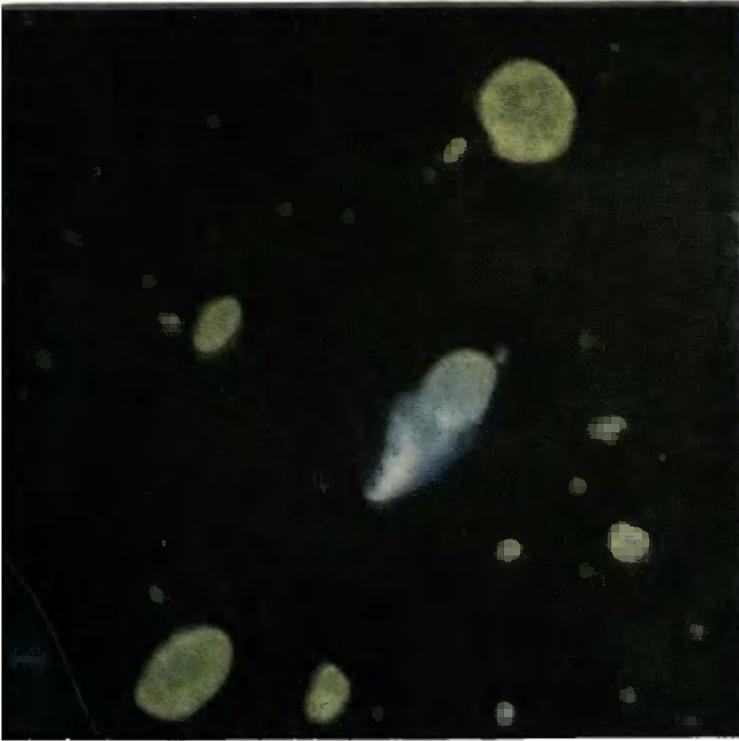
«Nature», v. 226, 1970, № 5240, p. 77 (Англия).

Модель вируса бешенства

После окончания второй мировой войны идет постоянный и тревожный рост заболеваний бешенством среди диких животных.

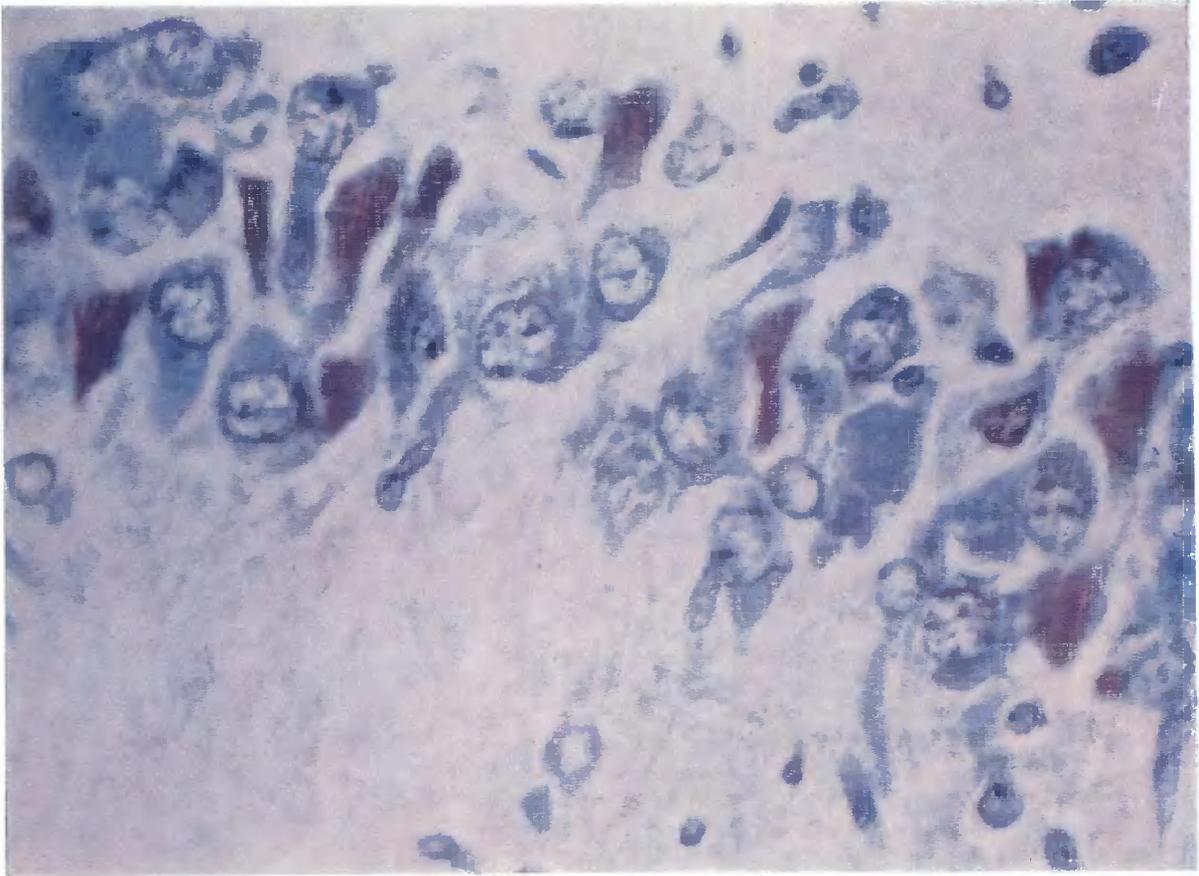
В Англии бешенство было ликвидировано еще в 1922 г., однако недавно отмечены два случая, когда собаки заболели после шестимесячного карантина. Возможно, вирус бешенства изменился и теперь имеет более длительный латентный период.

В последнее время наблюдались случаи нового развития болезни. Так, в Южной Индии несколько лет назад наблюдалось заболевание бешенством от укуса внешне здоровой собаки. Исследования, проведенные спустя несколько лет, показали, что в слюне животного содержался вирус бешенства, хотя сама собака не проявляла никаких внешних симптомов заболевания. Второй подобный слу-

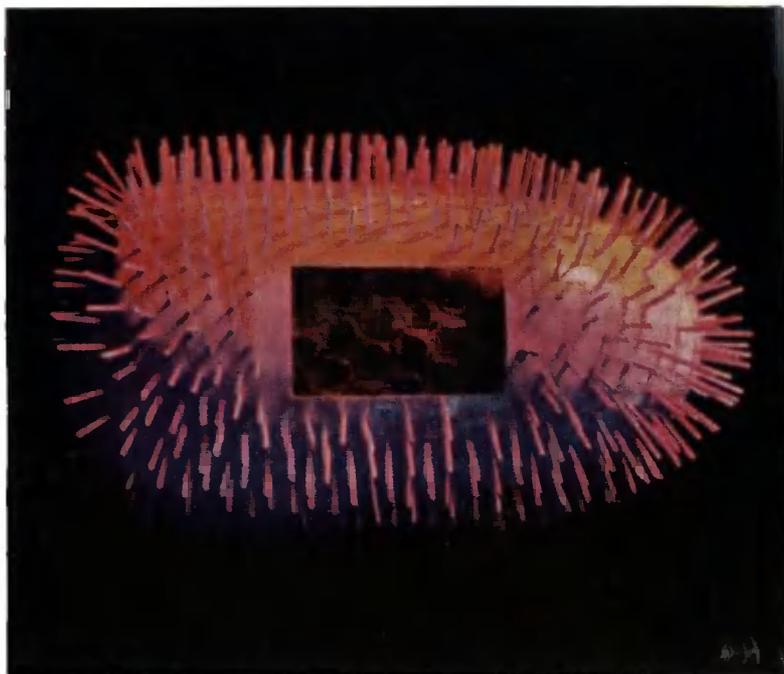


В з е р х у.
Клетки, флуоресцирующие в ультра-фиолетовом свете и позволяющие определить вирусный антиген. Увеличение в 2500 раз.

В и з у.
Срез гипокампа мыши, обработанный специальной краской (Манна); присутствие тел Негри (темно-фиолетового цвета) позволяет ставить диагноз бешенства. Увеличение в 1300 раз.



Справа.
Модель вируса бешенства, увеличенная приблизительно в 1 млн раз. Вирус имеет форму пули и покрыт шипами из белкового материала. В середине поверхность разрезана, чтобы показать структуру «медовых сот», в которых скрыта РНК, отвечающая за генетическую информацию вируса.



Вверху.
Летучая мышь-вампир (*Desmodus rotundus*) в лаборатории слизывает кровь с пробирки.

Справа.
Летучие мыши-вампир — единственный кровососущий вид, питающийся кровью животных и даже человека, — могут быть переносчиками вируса бешенства, в то время как сами обладают относительной устойчивостью к вирусу.



чай произошел в Англии в октябре 1969 г. Из этого следует, что бешенство может передаваться в непрямом контакте.

Со времен Пастера исследователи занимаются изучением вируса бешенства. Сейчас накопилось достаточно много данных о морфологии и биохимии этого возбудителя. На основании этих данных построена модель вируса (см. вклейку). Вирус имеет форму пули и покрыт шипами из белкового материала, которые, вероятно, играют важную роль в процессе инфекции. Известно, что за генетическую информацию вируса отвечает РНК.

В 1965 г. Р. Джонсон (Канберра, Австралия) в экспериментах на мышках показал, что вирус бешенства достигает центральной нервной системы, двигаясь по периферическим нервам. Своевременная (до 6 час.) перерезка нерва в месте введения вируса спасает жизнь экспериментального животного. Скорость передвижения вируса составляет 1,5 мм/час. Используя флуоресцентный метод, Джонсон показал, что после подкожного введения вируса антигены бешенства были найдены только в нервной ткани. Однако Д. Шнейдер (ФРГ) считает, что после размножения вируса в центральной нервной системе распространяется к периферии. Органы и ткани, находящиеся ближе к центральной нервной системе, инфицируются быстрее.

В настоящее время стала возможна гистологическая диагностика бешенства с применением флуоресцирующих антител. Этим методом диагноз устанавливается в 70% случаях в отсутствие симптомов. У животных с отрицательной реакцией вирус в слюне не обнаружен, даже если имелись внешние признаки заболевания.

Сейчас не существует еще средств лечения бешенства. Применение вакцины — только мера профилактики. По мнению К. Каплана, действие вакцины сводится к блокировке специфических рецепторов, нервных клеток между местом внедрения вируса и центральной нервной системой.

Белок против белка

Инвертаза является белком-ферментом, расщепляющим молекулу сахарозы на два простых сахара — глюкозу и фруктозу. Английские физиологи М. Брэдшоу, Дж. Чапмен и Дж. Эдельман показали, что стареющие срезы клубней артишока и корней моркови выделяют вещество, которое способно угнетать действие инвертазы в свежесрезанных дисках. Установлена белковая природа этого вещества-ингибитора. Свежесрезанные диски, погруженные в среду, содержащую ингибитор, утрачивали способность к расщеплению сахарозы (инвертазную активность) на 25—45%. По мнению исследователей, ингибитор влиял не на активность инвертазы, а на скорость ее продуцирования. Предполагается, что угнетающее действие связано с белок-тканевым взаимодействием. Замена ингибитора другими белками (казеин, фицин, протеазы) не вызывала уменьшения инвертазной активности. Как считают авторы, ингибитор взаимодействует с гиббереллином — веществом, стимулирующим удлинение клеток и образующимся сразу же после ранения тканей растения. Это взаимодействие играет важную роль для начала синтеза инвертазы.

«Planta», v. 90, 1970, № 4, pp. 323—332

Слюна и диагностика болезней

Американские ученые разработали метод диагностики некоторых болезней по результатам анализа слюны. Он основан на том, что гормоны оказывают воздействие на слюнные железы, изменяя химический состав веществ, присутствующих в слюне, и скорость выделения слюны. Например, обнаружение в слюне гормона альдостерона (кортикостероидный гормон коры надпочечников) позволяет делать выводы о появлении опухоли надпочечников. Анализ слюны можно также использовать в послеоперационном периоде, так как этот метод диагностики значительно

проще, чем другие известные в настоящее время методы.

«Science News», v. 97, 1970, № 2, p. 40 (США).

Витамин В₁₂ из отходов

Советские ученые чл.-корр. АН СССР В. Н. Букин, Е. С. Панцхава и другие показали, что из отходов ацетон-бутилового и спиртового производства (содержащих метанол) можно извлекать столь ценный продукт, как витамин В₁₂.

Удалось выделить чистую культуру (эту культуру назвали *Methanobacillus Kuznecovii*), сбраживающую метиловый спирт до метана и уксусной кислоты. Это позволило изучить механизм образования витамина В₁₂ и, в частности, выяснить возможное участие в этом процессе δ-аминолевулиновой кислоты (δ-АЛК), глицина и т. д. Выяснилось, что добавка δ-АЛК почти вдвое увеличивает выход витамина В₁₂. Кроме того, была обнаружена совершенно необычная особенность — образование витамина резко ускорялось при добавлении иона кадмия.

«Доклады Академии наук СССР», т. 191, 1970, № 1, стр. 221—223.

10 тысяч лет паразитизма

Окаменевшие яйца острицы (*Enterobius vermicularis*), паразита, живущего в кишечнике человека, были обнаружены в экскрементах людей из пещер Хогап и Дэндже, находящихся на западе штата Юта (США). Эти пещеры были населены людьми с 10 тыс. лет до н. э. по 1400 г. н. э. Древнейшие образцы экскрементов, содержащие яйца острицы, относят к 7837 г. ± ± 630 лет до н. э., что было установлено радиоуглеродным методом. Этот факт — самое раннее свидетельство о связи человека с этим исключительно человеческим паразитом.

«Science», v. 166, 1969, № 3913, p. 1620 (США).

Усмирение крокодилов

Посмотрев на помещенную нами фотографию, невольно усомнишься в ее достоверности. И действительно, трудно поверить чтобы крокодилов, этих гигантских хищных рептилий, можно было привести в столь миролюбивое состояние. Правда, специалистам, работающим с аллигаторами в зоопарках, известно, что эти столь «неконтактные» животные очень скоро начинают уже издали узнавать ухаживающего за ними служителя и даже спешат ему навстречу, когда он несет им еду. Если во время кормления часто повторять кличку крокодила, он может ее запомнить и будет отзываться на зов. Однако приручению поддаются далеко не все виды крокодилов, да и дело это непростое и уже конечно небезопасное. Чтобы достигнуть результата, который демонстрирует на публикуемом

снимке дрессировщица из Южной Америки, одного только приручения недостаточно. Здесь используется особый прием, основанный на хорошем знании особенностей животного. Крокодилы, как и все прочие рептилии,—пойкилотермные животные, т. е. температура их тела меняется в зависимости от окружающей среды. Чем ниже температура, тем спокойней и флегматичней становятся крокодилы. Это их свойство и используется в данном случае: опыты демонстрируются в специально охлажденном помещении. Тем не менее такая необычная демонстрация имела большой успех в Европе. Правда, здесь следует еще добавить, что использовались для этой цели только миссисипские аллигаторы, отличающиеся наиболее «уживчивым» характером.

Е. А. Геевская
Москва

Насекомое мелового периода

Головная капсула личинки чешуекрылых была обнаружена в смоле мелового периода в Канаде. Это первое доказательство существования отряда Lepidoptera до третичного периода. В окаменевшей смоле часто находят насекомых и личинок, очень похожих на современные виды, но такое раннее существование представителя этого отряда насекомых чрезвычайно интересно. Ископаемое насекомое представлено 10 обломками капсулы размерами от 11 до 3 мм. Внутри обнаружена также паутинка и фрагмент окаменевшего растения. Личинка, судя по ее головной капсуле, вела образ жизни, типичный для многих Microlepidoptera наших дней.

«Science», v. 167, 1970, № 3917, p. 380 (США).

С какой скоростью летали птеранодоны

К одному из родов ископаемых летающих ящеров, живших в верхнемеловую эпоху,—роду Pteranodon, принадлежали крупнейшие из когда-либо существовавших летающих животных — птеранодоны. Они имели размах крыльев 7,5 м (наибольший размах сейчас у альбатросов — 3,6). При столь больших размерах их вес был, вероятно, низким — около 18 кг. Судя по строению скелета, животное имело весьма хрупкое строение. Долгое время предполагалось, что их полет был планирующим, в пользу чего свидетельствовали узкие и длинные крылья и небольшая грудная мускулатура, и что скорость, необходимую для взлета, птеранодон мог получить лишь при прыжках с высоких обрывов; при этом посадка должна была быть мягкой, так как тело не могло бы выдержать сильного толчка.

Все трудности в понимании механизма полета птеранодонов были сняты, когда Брамсуэлл и Уитфилд рассчитали скорость полета, используя стандартную формулу. Приняв подъемный коэффициент за 1 и вес в 18 кг, они получили максимальную



«Охлажденные» крокодилы.

скорость полета в 24 км/час, а при верхнем пределе веса (23 кг) — 27 км.

Эта скорость достаточно низка, чтобы полет и посадка, особенно при ветре, были весьма легки. Даже при скорости ветра в 24 км/ч птеранодону стоило лишь расправить крылья, чтобы при незначительных усилиях взлететь. Но так как он был, видимо, океаническим существом, то, вероятно, взлетал с обрыва.

«Nature», v. 225, 1970, № 5233, p. 660 (Англия).

Новый взгляд на магматизм рифтовых зон

Геолого-геофизические исследования в Индийском океане, проведенные Институтом океанологии АН СССР в 1964—1965 гг. (36-й рейс «Витязя»), позволили детально изучить коренные породы океанического дна. С глубины 3080 м в пределах Центрально-Индийского подводного хребта были подняты на поверхность обломки базальтов с толстыми корочками стекла, что свидетельствует об их принадлежности к подушечным и шаровым лавам. Главный минерал в них — плагиоклаз. По химизму базальты дна океана относятся к толеитовым базальтам с незначительным содержанием калия. Это подтверждает предположение, высказанное акад. Д. С. Коржинским, об отсутствии взаимодействия изливающейся магмы с морской водой.

Во втором рейсе научно-исследовательского судна «Академик Курчатов» в 1967 г. в рифтовых зонах срединных хребтов Индийского океана были обнаружены измененные основные эффузивы — диабазы, спилиты, диабазовые порфириты. В этих породах интенсивно развиты процессы вторичного изменения, которые прежде всего охватывают цветные минералы и вулканическое стекло. Они резко отличаются от шаровых лав, в которых следы метаморфизма отсутствуют. Все эти данные свидетельствуют о том, что магматизм рифтовых зон следует рассматривать по-новому.

Отсутствие следов метаморфизма в описанных шаровых базальтовых лавах, свежий характер оливина и плагиоклаза этих пород не позволяют объединять их в единую формацию с метаморфизованными основными породами. Различие в метаморфизме этих групп пород говорит о новом этапе образования толеитовых базальтов, отделенном от более раннего магматического этапа значительным перерывом.

«Известия Академии наук СССР», серия геологическая, 1970, № 2, стр. 20—26.

Графит из верхней мантии

Советские ученые Е. В. Францессон и Б. Г. Лутц из Всесоюзного научно-исследовательского института ядерной геофизики и геохимии обнаружили довольно редко встречающееся в природе включение графитосодержащих пироповых перидотитов в кимберлитовой брекчии трубки Мир, в керне скважины на глубине 1050 м. Включение представляет собой округлый ксенолит диаметром около 5 см, сложенный полнокристаллической неравномернозернистой породой, состоящей из ромбического пироксена (63%), моноклинного пироксена (10%), граната (17%), оливина (2%), серпентина и хлорита (8%). Внутри образца на свежем сколе обнаружено пятнистое выделение графита размером 4×4,5 мм.

Изотопный состав углерода этого графита идентичен изотопному составу алмазов, что свидетельствует об общности их происхождения. Этот углерод имеет глубинную природу. Изучение его кристаллизации в виде графита позволяет уточнить наши представления об условиях, существующих в глубоких недрах Земли. Сопоставляя эти факты с данными экспериментального изучения поведения углерода при различных температурах и давлениях, было установлено, что данный образец графита сформировался при температурах 1000—1300°С и давлении 15—25 кбар, что соответствует глубинам порядка 50—70 км.

«Доклады Академии наук», т. 191, 1970, № 6, стр. 1370—1373.

Землетрясение в Западной Турции

Сейсмолог Н. Н. Амбрасейс из Импириал-колледжа (Лондон) сообщил о последствиях, вызванных землетрясением в провинции Анатолия (Западная Турция), которое произошло 28 марта 1969 г. В результате землетрясения пострадало 254 населенных пункта на территории 3 тыс. км². Полностью разрушено 11 тыс. 200 и повреждено 10 тыс. 500 жилых домов. По официальным сведениям, убито 769 человек и ранено 518. Наибольший ущерб причинен городу Гедизу. Отмечены многочисленные оползни, в ряде мест на поверхности земли возникли складки, вдоль разломов кое-где появились горячие источники.

«Smithsonian Institution Event Notification Card», № 930 (США).

Статистика землетрясений

За последние сто лет в результате землетрясений в США было убито более 1500 человек. Ущерб, причиненный этими землетрясениями, оценивается в 1300 млн долларов.

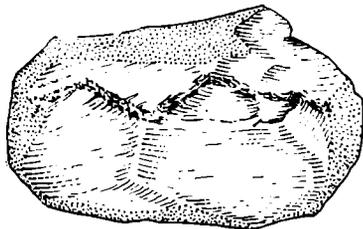
В 1969 г. в США было зафиксировано 303 очага достаточно сильных землетрясений в 22 штатах (всего же сейсмографы зарегистрировали много тысяч мелких подземных толчков). Наибольшее количество эпицентров расположено на территории Калифорнии (91), Монтаны (83) и Аляски (51). Ущерб, причиненный наиболее сильным из прошлогодних землетрясений в Санта-Роза (Калифорния), оценивается в 6 млн долларов.

За пределами США самое разрушительное землетрясение в 1969 г. произошло в октябре в Перу, унесшее 136 человеческих жизней. Вслед за ним по числу жертв стоит землетрясение на о-ве Целебес (64 убитых), в Иране (50), Эфиопии (24), Югославии (20), Марокко и Португалии (по 13), Южной Африке (11), Турции (11), ОАР (2) и Албании (1).

«Nature», v. 225, 1970, № 5233, pp. 583—584 (Англия).

Антропологические находки в Эфиопии

С июля по сентябрь 1969 г. три группы антропологов из Франции (руководитель И. Коппенс), Кении (Л. С. Лики) и США (Ф. Хауэлл) проводили раскопки в долине р. Омо (Эфиопия), около границы между Кенией и Суданом. Омо берет истоки в районе Аддис-Абебы и впадает в оз. Рудольф. Перед впадением в озеро река пересекает равнину, образованную осадками четвертичного периода и изрезанную многочисленными долинами. В ходе раскопок было обнаружено 38 стоянок австралопитеков, древнейших предков человека. Одна



Древнее орудие, найденное в долине реки Омо.

из интереснейших находок, сделанная французскими учеными, — отесанный с двух сторон кварцевый валун, самое древнее, как они полагают, орудие из до сих пор известных. Это орудие датируется 2,2 млн лет. Ученые не связывают его с обнаруженными в соседних горизонтах остатками австралопитеков, но, возможно, оно было создано ими.

Толщина осадков долины Омо, относящихся к четвертичному периоду, составляет 500 м. Будучи речноозерного происхождения, осадки состоят из глины и песка, разделенных слоями вулканического туфа, толщиной от нескольких сантиметров до нескольких метров. Эти слои исключительно постоянны и по ним устанавливается абсолютная датировка калий-аргонным методом. Было получено несколько абсолютных датировок и установлено, что возраст древнейшего слоя 3,3 млн лет.

Именно в этом слое французские антропологи нашли зубы, принадлежавшие крупному австралопитеку и

низкорослому примату (судя по зубам, первый был травоядным, а второй — всеядным). Оба жили в одно и то же время. Это открытие позволяет укрепить предположение, что семейство австралопитеков имеет еще более древнее происхождение, а эволюция человека не была линейной и постепенной. Последнее подтверждает находка, также сделанная французской группой, нижнечелюстной кости низкорослого примата с зубом мудрости (он более мелкий, чем соседний коренной). Эта морфологическая деталь, несомненно, предвещала появление нынешнего *Homo sapiens*. В свою очередь, группа археологов Кении обнаружила хорошо сохранившийся череп австралопитека; американские ученые нашли черепные кости и зубы нескольких приматов.

Все эти находки очень важны. Если датировка (3,3 млн лет), полученная аргонным методом, верна, то австралопитеки долины Омо принадлежат к значительно более древней эпохе, чем та, в которую жили древнейшие из известных предков человека (1,8 млн лет, Олдовэй).

«Atomes», 1970, № 3, pp. 209—210 (Франция).
«Новости ЮНЕСКО», 1970, № 2, стр. 11—12.

Наводнение в Румынии

В результате обильных дождей, прошедших с 1 по 15 мая 1970 г., в западных районах Румынии произошли катастрофические наводнения. Количество осадков, выпавших на площади 50 тыс. км², составило почти треть годовой нормы в данной зоне. В результате паводка затоплено свыше 650 тыс. га плодородных земель.

«Румыния», 1970, № 9, стр. 7—11.

Институт физико-технических проблем Севера

В Якутском филиале Сибирского отделения АН СССР организован новый Институт физико-технических проблем Севера. Его основные науч-

ные направления: исследования хладостойкости металлов и полимеров, машин, конструкций и соединений, морозостойкость строительных материалов; тепловой режим и тепловая защита инженерных сооружений и коммуникаций в районах Крайнего Севера; физика и механика льда; физико-механические и физико-химические закономерности образования залежей природного газа в твердой фазе, методы их поисков, разведки и разработки.

«Человек и его среда»

При Польской Академии наук создан комитет «Человек и его среда», задача которого — выяснить состояние естественной среды в Польше и на основе этого разработать меры по охране природы. В состав комитета входят ученые разных специальностей — биологи, географы, геологи, экологи, социологи, юристы, врачи, а также представители различных хозяйственных ведомств.

«Польское обозрение», 1970, № 27, стр. 7—8.

Книга ложных идей

Игорь Акимушкин. ТРАГЕДИЯ ДИКИХ ЖИВОТНЫХ. М., «Мысль», 1969, 176 стр., ц. 61 к.

Поначалу — за здравие...

Хороших книг, знакомящих читателя с достижениями биологии, с проблемами охраны природы, с живой природой у нас, к сожалению, до сих пор выходит все еще мало. Интерес же к популярной литературе на эти темы поистине огромен. Вот почему всякая новая книга на биологические темы привлекает внимание; раскупается и жадно читается.

В прошлом году на прилавках магазинов появилась очередная книга получившего широкую известность советского литератора, кандидата биологических наук И. И. Акимушкина. Появилась — и тут же исчезла. В личные библиотечки читателей и на полки общественных библиотек перекочевали все 65 тыс. экз. ее тиража.

«Трагедия диких животных», посвященная судьбе животного мира на нашей планете, состоит из краткого введения и нескольких крупных разделов, которые знакомят читателей: с исчезнувшими животными; с животными, стоящими на грани уничтожения; с животными, спасенными от истребления; с живыми реликтами; с вопросом о равновесии в природе. Книга сопровождается комментариями и послесловием кандидата биологических наук В. Е. Флинта.

В книге немало ярко написанных сцен массового, необузданного, нередко совершенно бессмысленного истребления диких животных — стеллеровой коровы, странствующего голубя, бизона, бескрылых гагарок и др. Достаточно указать на описание, как в Северной Америке рубили деревья с гнездами странствующих голубей, чтобы птенцов, очутившихся на зем-

ле, убивать палками и скормливать свиньям (стр. 26). Автор правильно подчеркивает (стр. 40), что люди, истребившие стеллерову корову, нанесли нам — своим потомкам — непоправимый вред. Ведь человечество лишилось возможности одомашнить животное, разведение которого на прибрежных подводных лугах принесло бы огромные выгоды.

И. Акимушкин обращает внимание на реальную опасность скорого исчезновения с лица Земли многих других видов животных, численность которых катастрофически сокращается. Среди них — индийский гепард, гуанако, антилопа вилорог, лошадь Пржевальского и др. (стр. 68).

С огромным интересом читается глава «Биологическое чудо — „воскрешение“ тарпана» и две главы о диком быке — туре, некогда обитавшем в лесах Европы. Эти навсегда, казалось бы, исчезнувшие виды были «воскрешены» учеными. Поразительные достижения генетиков, сумевших (так и хочется сказать — умудрившихся) восстановить тарпана и тура путем умелого скрещивания и отбора, вызывают чувство восхищения перед настойчивостью ученых, перед блестящими достижениями биологии.

Несомненно, интересен весь раздел о равновесии в природе. В частности, автор поднимает вопрос о роли хищников в природе, осуждая охотников, которые — в массе своей — до сих пор продолжают без всякого разбора стрелять в любую хищную птицу.

Главы о животных Австралии и Новой Зеландии — одни из лучших в книге. Особенно хорош написанный в оптимистическом духе рассказ о по-

исках в Новой Зеландии птицы такахе, считавшейся истребленной, но в конце концов обнаруженной в одном из глухих районов страны и тотчас же взятой под охрану.

Трагическая судьба диких животных, преподнесенная в виде цикла новелл, написанных страстно и увлекательно, не может не захватить читателя. Но такова первая реакция. Когда же начинаешь вдумываться в идеи, цифры, факты книги И. Акимушкина, появляются сомнения и вопросы. Более того, книга эта вызывает протест. Почему?

Причем тут гинкго?

Книга, о которой идет речь, называется «Трагедия диких животных». Таким образом, тема книги определена достаточно четко в самом ее названии. Однако собственно трагедии диких животных посвящено только три раздела из пяти. Четвертый раздел — о реликтах — лишь отдаленно связан с главной темой; пятый же раздел с темой книги связан настолько тонкой нитью, что разглядеть ее можно, только профессионально зная проблему. В разделе об австралийских реликтах детально (и, бесспорно, весьма увлекательно) рассказывается об особенностях эволюции животных Австралии, об их биологии, что в задачу книги явно не входит. Ибо немедленно же возникает закономерный вопрос: а почему же подобные сведения не сообщаются о других животных, судьба которых отражена в книге И. Акимушкина?

Единственное исключение — лошадь: об ее эволюции говорится; более того, в этой же главе довольно

подробно рассказывается о том, как «усовершенствовалась ее сбруя» (стр. 42—43). Неужели это тоже «трагедия диких животных»? Какое отношение к теме книги имеют главы о... дереве гинкго («Рощи, в которых бродили динозавры»), «Батискафа, изобретенный природой» (об обитателях моря — наутилусах)? Никакого...

Совершенно уверен в том, что сказанное многим покажется самой обычной придиришкой. Так бы оно и было, если бы И. Акимушкин объективно отразил в своей книге трагедию диких животных и, кроме того, рассказал бы и еще о чем-нибудь: тогда это «еще что-нибудь» можно было бы считать безобидным «архитектурным излишеством». Все дело, однако, в том, что, наполнив свою книгу не относящимися к теме материалами, автор счел возможным опустить то, без чего рассказ его потерял объективность, стал односторонним, а потому и неверным по существу. Так, ознакомив читателя с истреблением бизонов, зубров и других животных, И. Акимушкин не остановился на истреблении соболя, лося и сайгака. Лишь бегло (см. стр. 103) он упомянул о том, что ряд видов животных был спасен в СССР от полного истребления. Чем же вызван столь странный отбор материала?

Можно предположить только одно: блестящие работы советских биологов-охотоведов, восстановивших поголовье лося и сайгака, численность соболя, ведущих широкие работы по восстановлению численности бобра в прежнем его ареале, начисто опровергают две основные идеи книги И. Акимушкина: первую — о скором исчезновении на земном шаре животных (стр. 7); и вторую — о том, что в этом виноваты исключительно охотники и, прежде всего, охотники-спортсмены (стр. 6—7). Ибо, если где-то и что-то сделано для спасения животных, это сделано прежде всего именно охотниками-спортсменами. Но если бы автор упомянул об этом, он тем самым опроверг бы оба постулата, положенные в основу книги.

Кстати, почему исчезают на Земле животные? Вопрос этот ныне не сводится (как прежде) к прямому истреблению животных человеком — проблема неизмеримо сложнее. Трагедия

диких животных в наше время заключается не только и даже не столько в том, что в них стреляют, сколько в том, что развитие современной цивилизации воздействует на них как непосредственно (отравление, загрязнение среды), так и опосредованно, путем изменения ландшафтов.

Поскольку ошибочное мнение о роли спортивной охоты широко распространено, поговорим об этом подробнее.

«Позорный пережиток дикости» или необходимый компонент охраны природы?

Свои основные идеи И. Акимушкин высказал в «Введении, которого могло и не быть». «Я уверен,— пишет он на стр. 6 и 7,— пройдет немного времени, и все человечество будет считать так называемую спортивную охоту позорным пережитком дикости...» И автор приводит цифры, показывающие, что «охотники и колонисты» уничтожили сотни видов зверей и птиц. «...Шестьсот видов животных сейчас на грани полного уничтожения». «...Если так будет продолжаться, то убивать скоро станет некого и инженерам придется из нейлона или другого химзаменителя делать и зайцев, и оленей, и глухарей и выпускать их в леса (тоже нейлоновые)». Отсюда автор делает вывод: «Нужно меньше охотников — больше сторожей в заповедниках, меньше охотничьих обществ — больше обществ защиты животных, меньше охотничьей литературы — больше литературы биологической». Таковы априорные положения И. Акимушкина. Как же он их обосновывает?

В книге говорится, что квагг в Южной Африке истребили колонисты, колонисты же уничтожили бизонов в США, отчасти ради прибыли, но главным образом по военно-политическим соображениям — чтобы сломить сопротивление индейцев, основу питания которых в прериях составляло мясо бизонов. Промышленники (т. е., по-современному, охотники-промыс-

ловики) и моряжи уничтожили стеллерову корову, бескрылых гагарок и многих других животных. До сих пор беспощадно истребляют носорога ради его рога, лекарство из которого во многих странах почитается магически целебным и спрос на которое неограничен. На стр. 64—65 автор убедительно показывает масштабы истребления людьми отдельных видов животных. И нигде ни слова об охотниках-спортсменах!

С помощью цифр И. Акимушкин рисует жуткую картину истребления слонов, цапель, бизонов, тюленей, сумчатых медведей (коала), однако не замечает весьма странного обстоятельства: все эти животные, которых беспощадно истребляли, уцелели, а многие из них (слоны, бизоны) сейчас вообще вне опасности. А вот белую куропатку в Центральной России, аиста в Западной Европе никто не истреблял, а численность этих птиц почему-то катастрофически падает, так же как почему-то сокращается количество глухарей в ФРГ, которых не только не истребляют, но, напротив, тщательно охраняют.

В чем же дело? На этот вопрос И. Акимушкин не отвечает.

В книге известного советского географа Д. Л. Арманда «Нам и внукам» можно прочесть, к чему приводит смена хвойных лесов мелколиственными: «Если методы рубки и восстановления лесов не изменятся, никакие меры охраны не спасут зверей от исчезновения»¹. Белка и куница, например, могут жить только в спелых хвойных лесах. Вырубка этих лесов неотвратимо приводит к исчезновению ряда видов животных без какого-либо участия охотников, тем более охотников-спортсменов. «Во всех районах, охваченных лесозаготовками,— продолжает Д. Л. Арманд,— рябчики, так же как глухари, белые куропатки и некоторые другие птицы, исчезают, лишаясь токовищ и мест гнездования...»².

А вот что пишет другой пламенный защитник природы, зоолог из ФРГ Б. Гржимек, об исчезновении многих видов животных в Австралии: «С тех

¹ Д. Арманд. Нам и внукам. М., 1964, стр. 111.

² Там же, стр. 115.

пор как мы, европейцы, появились на этом континенте..., уже истреблено четыре вида кенгуру. На очереди десяти следующих мелких, но особенно красивых и интересных видов. И не потому, что за ними непосредственно кто-то охотится. У этих скрытно живущих, пугливых животных, как правило, очень ограниченный ареал, а хозяйственная деятельность человека меняет состав растительности именно в его пределах»¹.

В штате Северная Дакота (США) на сенокосных лугах во время сельскохозяйственных работ погибает 90% гнезд водоплавающих птиц. В Чехословакии на 100 га сельскохозяйственных угодий погибает 32—82 серые куропатки, 11—13 фазанов. «Эти потери превышают выход охотничьих трофеев с той же площади за год»². При механическом сенокосении в Чехословакии, Венгрии, ГДР уничтожается примерно 30% гнезд куропатки, в Англии — 40%, в Югославии — 45—65%.

Перелистав подшивки газет или массовых журналов за год, читатель с горечью обнаружит многочисленные сообщения о гибели тысяч, сотен тысяч и в конечном счете миллионов птиц и зверей от отравления ядохимикатами, удобреньями, от загрязнения вод нефтью, от столкновений с транспортом (только в ФРГ — 122 тыс. зайцев за один 1967 г.), от пожаров и от многих других причин...

«Все более тихими становятся наши рощи, сады и поля. По привычке, — справедливо отмечает В. Песков, — мы склонны винить в этом только охотников. Но вот документальное свидетельство явления более грозного, чем беспорядочная охота. Трактористом на поле обнаружены трупы серых гусей, журавлей и казарок. Причина гибели: химическая обработка земли»³.

В США в 1957 г. была отмечена массовая гибель куропаток в резуль-

тате того, что для борьбы с муравьем соленописом был применен гептохлор. В Калмыцкой АССР только за 1969 г. на работы по истреблению сусликов авиационными методами было израсходовано свыше 400 тыс. руб. Численность сусликов оставалась прежней, охотничьи же животные гибли массами⁴. И таких примеров — бездна. Впрочем, вовсе не обязательно отравлять дичь ядохимикатами: достаточно осушить болота, чтобы водоплавающая и болотная дичь исчезла.

Таковы некоторые причины сокращения количества диких животных. Какова же в этом процессе роль охотников-спортсменов, т. е. охотников, которых волнует охота сама по себе, а не стремление к наживе?

«Я прекрасно знаю: не будь у нас охотников, в Европе давно бы уже не было ни серн, ни оленей, ни кабанов, ни зайцев и кроликов. Если бы охотничьи общества не оплачивали убытки, нанесенные этими животными полям и огородам, наших последних диких животных давно бы истребили фермеры, считающие их вредителями сельского хозяйства. Те же охотники заботятся о зимней подкормке животных»², — говорит уже известный нам Гржимек. А вот что пишет другой ревностный защитник природы, Ж. Дорст: «Некоторые „покровители“ природы решительно протестуют против охоты, считая ее варварским пережитком... Хотя это может показаться странным на первый взгляд, однако правильно поняты интересы охотников в целом совпадают с интересами „покровителей“ природы...»³. «Ведь охота, — продолжает Дорст, — в правильном понимании — не зло, с которым нужно бороться или мириться, а рациональное использование некоторых маргинальных зон, оберегаемых тем самым от неуместных преобразований, наносящих значительно больший вред делу сохранения природы в целом»⁴.

Эту точку зрения разделяет и наше государство: «Рациональная охота рассматривается в нашей стране прежде всего как одно из звеньев в общей системе мер по охране природы и природных ресурсов, — говорится в приветствии участникам IX Международного конгресса биологов-охотоведов от Президиума Верховного Совета СССР¹. В принципе эта позиция у нас не менялась. Так, в «Положении об охотничьем хозяйстве РСФСР», изданном в 1930 г. и подписанном М. И. Калининым, говорилось: «Под охотничьим хозяйством разумеется система мероприятий, имеющих целью правильную эксплуатацию государственного охотничьего фонда и увеличение и улучшение ценных охотничьих зверей и птиц путем охоты, звероводства и дичеразведения»². Таким образом, и здесь рациональная («правильная») — как выражались в XIX в.) охота предполагает не сокращение, а увеличение дичи.

А теперь обратимся к тезису И. Акимужкина об охотниках, охотничьих обществах и охотничьей литературе. Бесспорно, рост численности охотников надо сдерживать, что, кстати, и делается ныне во многих странах, включая и СССР. Конечно, «нужно больше сторожей в заповедниках», хотя стоит добавить, что заповедники у нас сильнее страдали от того, что их то закрывали, то открывали, то сокращали их площадь, то увеличивали, а не от того, что в них был недостаток работников охраны, хотя последнее и играет немалую роль.

Невозможно согласиться с утверждением автора, будто «нужно... меньше охотничьих обществ — больше обществ защиты животных...» (стр. 7). Сокращение численности охотничьих обществ нанесло бы непоправимый удар делу охраны природы, ибо охотничьи общества — организации, кровно заинтересованные в сохранении животного мира. Об этом неоспоримо свидетельствует опыт таких стран, как Венгрия и ГДР,

¹ Б. Гржимек. Чудо природы — кенгуру. «Природа», 1970, № 1, стр. 101.

² Н. Валов. Устранить гибель дичи. «Охота и охотничье хозяйство», 1970, № 4, стр. 3.

³ В. Песков. Случай в степи. «Комсомольская правда» от 26 апреля 1970 г.

¹ У. Кнакис, А. Кузыченко. Оказаться от применения ядов. «Охота и охотничье хозяйство», 1970, № 5, стр. 23.

² Б. и М. Гржимек. Серенгети не должен умереть. М., 1968, стр. 152.

³ Ж. Дорст. До того как умрет природа. М., 1968, стр. 361—362.

⁴ Там же, стр. 362—363.

¹ Н. Подгорный. На благо грядущих поколений. «Правда» от 16 сентября 1969 г.

² Положение об охотничьем хозяйстве РСФСР. В кн.: С. Качиони. Год охотника. Свердловск, 1936, стр. 308.

Англия и Франция, Польша и Югославия, Норвегия и Финляндия. В этих государствах активнейшая охота сочетается с предельно возможной плотностью дичи на единицу площади. Кстати, эти факты, как и резкое возрастание численности копытных в СССР за послевоенные годы¹, опровергают пророчество И. Акимушкина о якобы неизбежном выпуске в скором времени нейлоновых зверей в нейлоновые леса.

Регулируемая охота органически связана с охраной дичи. Нельзя охотиться, не сохраняя предмета охоты. И нельзя охранять, не проводя разумного отстрела. Во всех развитых странах хищники истреблены или почти истреблены, так что их функции перешли к человеку. А так как во всем мире охотников-промысловиков становится все меньше и меньше, а охотников-спортсменов все больше и больше, именно последним и приходится заниматься тем отстрелом, который необходим для поддержания дичи в биоценозе на оптимальном уровне. Если же дичь не отстреливать, то, например, копытные, размножившись сверх меры, сами подорвут кормовую базу и начнут погибать от голода.

Наше несчастье не в охотниках-спортсменах, а в охотниках-браконьерах. Надо ставить вопрос не о ликвидации спортивной охоты, а о превращении охоты в подлинно спортивную; надо не сокращать количество охотничьих обществ, а сделать отбор при приеме в их члены более жестким; надо стремиться к тому, чтобы члены охотничьих обществ больше занимались охраной угодьев и разведением дичи, словом, надо воспитывать культурного охотника.

Рассуждения И. Акимушкина неверны не только с биологической, природоохранительной точки зрения, но и с экономической. Известно, какую роль в получении валюты играет наша пушнина. А ведь в настоящее время все более и более значительная

ее часть поступает именно от охотников-спортсменов.

Что же касается охотничьей литературы, то ее, вопреки мнению И. Акимушкина, издается не слишком много, а явно мало. Ибо она приносит несомненную пользу, воспитывая в охотниках разумное отношение к охоте и природе.

Охотник — следовательно, отличный человек...

В уже известном нам «Введении» И. Акимушкин пишет: «Убийство без надобности животного будет караться законом почти так же строго, как убийство человека. Потому что всякое убийство, и человека, и животного, наносит большой моральный урон прежде всего тому, кто убивает, и тем, кто его окружает» (стр. 6—7).

Позволив себе усомниться, что когда-нибудь, даже в самом далеком будущем, за убийство животного будут карать так же (или почти так же) строго, как за убийство человека, мы оставим этот вопрос на рассмотрение юристов и перейдем к морально-этической стороне охоты, столь строго осуждаемой И. Акимушкиным.

Осудив «убийство» диких животных, автор не добавил, однако, ничего об «убийстве» домашних. Видимо, И. Акимушкин убежден, что убивать в курятнике или на бойне — этично, а в лесу или на болоте — неэтично. Если следовать этой логике, то мы неизбежно должны будем сделать вывод, что выращивать животных, чтобы потом их убивать, — совсем уж садизм. Уж не предлагает ли И. Акимушкин переход к вегетарианству для всего человечества?!

По И. Акимушкину, все охотники — в моральном отношении — ущербные люди. Не ссылаясь на цифры с шестью нулями, которыми исчисляется количество охотников, не упоминая всех замечательных людей, бывших и являющихся охотниками, мы просто не согласимся с этим утверждением И. Акимушкина и присоединимся к мнению И. С. Тургенева, полагавшего, что «страстный охотник» — значит «отличный человек».

Мысль о том, что всякое убийство «наносит большой моральный урон»,

кажущаяся на первый взгляд очень гуманной, на самом деле, крайне спорная. Известно, например, что культ священных животных в Индии (и связанное с этим запрещение убивать таких животных) исключает из рациона индусов говядину, а это отрицательно сказывается на здоровье населения. Нежелание индусов убивать обезьян — по тем же соображениям — приводит к немалым потерям урожая, уничтожаемого этими животными.

И, наконец, последний штрих: сама по себе любовь к животным вовсе не говорит о гуманизме того, кто ее проявляет, хотя немало людей почему-то убеждено, что всякий любящий животных — хороший человек. Многие убийцы и садисты обожали канареек, кошек и собак, что не мешало им совершать жестокости по отношению к людям. Достаточно напомнить, что Гитлер был вегетарианцем и почетным председателем общества охраны животных...

Волк: друг или враг?

В разделе о равновесии природы есть небольшая глава, названная автором «И волки полезны». Все, что сказано в этой главе, — правда, но не вся. Получилась полуправда, которая хуже всякой неправды. И. Акимушкин пишет, что хищников не надо истреблять потому, что они — необходимый элемент природы. Если бы автор расказал, при каких условиях можно, а то и нужно прекратить уничтожение хищных животных, сколько и почему можно или нужно их сохранить, то он сделал бы полезное дело, дав читателям ясную картину взаимоотношений человека с хищниками. Но так как И. Акимушкин говорит исключительно о пользе хищных животных, только об их роли в природе, забыв о человеке, то картина получается искаженной. Она еще более искажается следующим утверждением: «Исследования последних лет, — пишет И. Акимушкин, — доказали, что наши предки, объявляя всех хищников врагами, сильно ошибались» (стр. 145).

Дело в том, что, ошибаясь в определении роли хищников в природе,

¹ Достаточно указать на то, что численность лосей достигла в СССР в 1969 г. (без учета приплода) 500 тыс. особей. См. А. Банников. Лось. «Охота и охотничье хозяйство», 1970, № 4, стр. 10.

«наши предки» не ошибались в своем отношении к ним. Ведь хищники в такой степени мешали жить людям, что последним приходилось не столько размышлять о хищных зверях, сколько бороться с ними. Не говоря уже о палеолите или средних веках, даже в XIX в., т. е.— в историческом плане — совсем недавно, «наши предки» вынуждены были вести жестокую борьбу с волком на всей территории Российской империи, с медведем — на севере и в Сибири, с тигром — в Туркестане и на Дальнем Востоке. Неужели у несчастного мужика, у которого волк разрывал единственную лошадедку, возникала какая-нибудь иная мысль, кроме одной: любим путем избавиться от этого хищника?

Достаточно напомнить, что в 1874 г. только в Европейской России, да еще без данных по области Войска Донского, Подольской губернии, Кавказу и Финляндии, волки уничтожили 750 тыс. голов домашнего скота; общая же сумма убытков превысила 50 млн руб.

В 1914—1920 гг. охотничий пресс ослаб: в те годы было не до охоты. Волков расплодилось такое количество, что после окончания гражданской войны пришлось повести с ними ожесточенную борьбу. И все-таки, несмотря на явные успехи 1921—1924 гг., в 1925 г. хищники (в основном волки) уничтожили свыше 800 тыс. голов домашнего скота на сумму около 200 млн руб. А ведь учетом было охвачено всего 60% территории СССР¹.

Второй раз охотничий пресс ослаб в годы Великой Отечественной войны. Результат был тот же. Мы хорошо знаем о борьбе с тиграми-людоедами в Индии, но, к сожалению, почти ничего не знаем о борьбе с волками-людоедами в нашей стране. А они буквально свирепствовали в конце войны и первое время после ее окончания. Чтобы представить себе размеры бедствия, достаточно указать на публикацию М. П. Павлова по Кировской области, основанную на официальных источниках². Прочи-

тайте ее — и, ручаюсь, любовь ваша к волку испарится как дым...

Лишь в середине 60-х годов численность волков удалось снизить до терпимого уровня. Чтобы представить себе, сколько их пришлось истребить, достаточно указать, что в течение ряда лет добывалось по 20—40 тыс. волков в год, а в 1946 и 1947 гг. было соответственно уничтожено 62 и 60 тыс. этих хищников¹.

Сегодня, когда волков осталось мало, можно спокойно обсуждать приносимую ими пользу. Безусловно, не следует истреблять волка как биологический вид. Несомненно, нужно охранять рысь и медведя в Карпатах, на Кавказе и в Средней Азии. Но так ставить вопрос можно только тогда, когда число хищников ограничено, а охотничий пресс сохраняет эту численность на определенном уровне.

Ошибочное мнение о необходимости охранять всех хищников основывается, видимо, на неверном представлении, будто человек освоил всю Землю, извел все леса, истребил всех зверей. На самом деле процесс освоения земного шара куда более сложен. В экономически развитых странах, например, происходит сокращение площади пашни и увеличение площади пастбищ и лесов (Франция, Канада, США и др.). Во всех без исключения экономически развитых странах доля сельского населения падает, а городского возрастает, многие районы Земли — как это ни покажется парадоксальным — все реже и реже посещаются людьми. Сокращение сельского населения в какой-то степени способствует возрастанию численности хищников в районах, редко посещаемых людьми и, прежде всего, охотниками.

Информация или дезинформация?

В любой книге можно найти ошибки, неточности, противоречия, нечетко выраженные мысли, фразы, неудачные в стилистическом отношении. И когда погрешностей немного, о

них, право, бывает даже неудобно писать. Но когда книга пестрит ошибками, это подрывает доверие к автору. К сожалению, именно это отличает «Трагедию диких животных». Книга И. Акимушкина буквально насыщена грубыми ошибками, неточностями, противоречиями. Вот лишь некоторые из них.

Напрасно И. Акимушкин считает, что германцы разгромили Рим в IV в. (стр. 42—43): на самом деле Римская империя (а точнее, ее западная часть) была разгромлена в V в. Кости животных изучают не антропологи, как пишет автор (стр. 42), а палеонтологи. В 1812 г. не русские войска вступили в Париж (стр. 68), а французские — в Москву; русская армия вошла в Париж в 1814 г. Для немцев русский фронт был не северо-западным (стр. 95), а восточным, как он у них и назывался. Эндемичных растений в Австралии не около 100 видов (стр. 106), а более 9 тыс. Неверно, что в Канаде волки были когда-либо целиком истреблены (стр. 146).

Автор пишет: «И львам и слонам, как и гориллам, опасны только люди, вооруженные автоматическими винтовками» (стр. 66). Это, несомненно, грубая ошибка: лось во Франции и медведя в Англии истребили вообще до появления огнестрельного оружия; тура и зубра в Европе выбили с помощью шомпольных ружей; львов в Алжире уничтожили до появления автоматического оружия; тигр в Средней Азии был истреблен преимущественно с помощью шомпольных ружей и казнозарядной (без магазина) винтовки «Бердан-2». Сила оружия, как это ни кажется странным, не играет определяющей роли в истреблении животных. Об этом, в частности, убедительно говорит все содержание книги И. Акимушкина, в которой рассказывается о том, как множество видов животных было уничтожено задолго до появления «автоматических винтовок».

Стремление говорить красиво нередко подводит И. Акимушкина. Так, на стр. 132 он пишет, что книги о черепках «были изданы через столетия после путешествий Лего на Родригес, в конце XVIII в., когда последние пираты доедали последних чере-

¹ Настольная книга охотника-спортсмена, т. II, М., 1956, стр. 120.

² М. П. Павлов. О волках-людоедах. «Охотничьи просторы», 1965, № 22.

¹ Настольная книга охотника-спортсмена, т. II, М., 1956, стр. 121; С. Политович. Заготовки пушнины на новом этапе. «Охота и охотничье хозяйство», 1970, № 4, стр. 6.

пах на последних не захваченных британцами островах». На самом деле, пираты существовали не только в XVIII, но и в XIX в., существуют и в наши дни; не захваченные британцами острова оставались и в XIX в., черепахи сохранились на них кое-где и до наших дней, о чем сам же И. Акимускин и рассказывает на последующих страницах.

В одном стаде — говорит И. Акимускин, — было больше 4 млн бизонов; каждое животное весило в среднем 0,5 т. И автор патетически восклицает: «как только земля их выдерживала!» (стр. 99). Действительно, как? Возьмите в руки карандаш и посчитайте: 4 млн голов \times 0,5 т = 2 млн т. Стадо, как говорит автор, занимало площадь 80×40 км (стр. 99), т. е. 3200 км². Если мы разделим

2 млн т на 3200 км², то без особого напряжения мысли узнаем, что на 1 м² давление едва превышало 0,6 кг, или 0,06 г/см². К чему же, спрашивается, все эти охи и ахи?

Немало в книге И. Акимускина и вопиющих противоречий. Например, на вклейке (стр. 48—49) говорится, что индийский лев обитает «в заповеднике под Бомбеем», а на стр. 67 указывается, что индийские львы обитают на п-ве Катхивавар, к с.-з. от Бомбея. Первое — неверно, второе — правильно. Из одной фразы на стр. 78 следует, что Непал — часть Индии, а из другой, что это все-таки самостоятельное государство...

Перечисление ошибок, неточностей, противоречий можно было бы продолжить, но и сказанного достаточно, чтобы дать представление о

том, как небрежно написана рецензируемая книга.

И это очень обидно. Обидно потому, что книга «Трагедия диких животных» подготовлена той же самой Главной редакцией географической литературы изд-ва «Мысль» (бывшим Географгизом), где вышли известные книги Д. Л. Арманда и А. Г. Банникова, Дж. Корбетта и Д. Хантера, Р. Л. Поталова и И. Денеша, Б. Гржимека и Дж. Шаллера, и многих, многих других. Обидно и потому, что немногочисленная научно-популярная литература по охране природы пополнилась книгой, искажающей саму суть проблемы.

И. Б. Шишкин
Москва

Фантастический мир супергеометрии

Дж. А. Уилер. ПРЕДВИДЕНИЕ ЭЙНШТЕЙНА. Перев. с нем., М., «Мир», 1970, 112 стр., ц. 39 к.

Мы описываем объективный мир как совокупность полей и частиц. Но независимы ли генетически эти два типа объектов? В общей теории относительности гравитационное взаимодействие частиц сводится к геометрии искривленного пространства—времени. Нельзя ли и само существование частиц и их основные свойства (массу, заряд и т. д.) непосредственно вывести, как и тяготение, из геометрии пространства, быть может, усложнив ее каким-то образом?

Можно ли надеяться хотя бы в будущем свести все свойства мира к геометрии? Это было мечтой Эйнштейна. Эта проблема стала и его драмой. Перебрав большое число вариантов, он в действительности так и не приблизился к той цели, к которой стремился добрую половину своей жизни.

Ответить на этот вопрос мы не можем и сейчас. Остается лишь фантазировать на такую тему. Конечно, из этого не получится научная работа в

строгом смысле слова; будет лишь научная фантазия, но зато очень интересная и увлекательная. Книгу Дж. А. Уилера скорее всего и следует отнести к области научной фантастики, но написанной для физиков, притом для физиков, знающих основные идеи общей теории относительности (ОТО, как ее стали фамильярно называть сейчас, хотя никто не говорит, допустим, ТУ — теория упругости).

Корни проблемы ясны. Объясняя геометрические свойства Вселенной, физик имеет в своем распоряжении две фундаментальные постоянные: скорость света (размерность м/сек) и постоянную тяготения (размерность м³/сек²кг). Из этих двух постоянных нельзя составить ни величины, которая бы имела размерность длины, ни величины с размерностью времени, ни массы. Поэтому в самом аппарате теории относительности нельзя найти способа получения массы частиц без дополнительных гипотез.

Квантовая механика сама по себе также не содержит достаточного числа мировых констант. Их здесь только две: скорость света и постоянная Планка. Из них тоже нельзя составить никакой длины или массы. Отсюда известные трудности с бесконечной массой частиц. Но если объединить обе теории, то появляется новая возможность. Из всех мировых постоянных можно составить определенную величину, называемую планковской длиной: $\sqrt{\hbar G/c^3} = 1,6 \cdot 10^{-33}$ см.

Существование такой длины давно гипнотизировало теоретиков, вселяя в них надежды, что объединенная теория приведет к реализации программы Эйнштейна. Правда, слишком малая величина получающейся длины внушала серьезные опасения. Оставалось лишь предположить, что сложный характер нелинейных уравнений общей теории относительности все же приведет к разумному решению.

Большинство физиков относится к

недоверием к такому пути решения задачи. Уилер, напротив, считает, что задача почти решена. К сожалению, в оптимистической книге Уилера не выяснено, как сравнить с опытом фантастический мир его супергеометрии. Неясно, можно ли будет в ближайшем будущем построить геометрический фундамент для красивых топологических идей.

Начало рассуждений связано с законом Кулона. Силовые линии поля выходят из одного заряда и приходят в другой. Если представить себе,

что они опять соединяются где-то в новом измерении, то возникает такая картинка: две норы, соединенные (в новом измерении) трубкой, в которой сосредоточены недоступные нам части теперь уже замкнутых силовых линий. Квантовая механика усложняет схему, приводя к целому набору таких пространств. Картина Уилера очень проста и красива с качественной стороны и почти непреодолима по своим математическим трудностям.

Но читать книгу интересно, она за-

ставляет думать, сердиться на автора за необоснованность рассуждений, быть ему благодарным за увлекательный стиль и с нетерпением ждать развязки. Может быть, кому-нибудь из читателей придет в голову новые идеи. Сам же Уилер с таким энтузиазмом рассказывает о своих идеях, что книга его читается как детектив. Ее стоит прочесть, безусловно стоит, даже ради того, чтобы увидеть мир с совсем, совсем необычной стороны.

Профессор Я. А. С м о р о д и н с к и й
Москва

Все об Антарктике

АТЛАС АНТАРКТИКИ, I, М-Л, Главн. упр. геодезии и картографии МГ СССР, 1966, 225 стр

АТЛАС АНТАРКТИКИ, II, Л., Гидрометеорологическое изд-во, 1969, 598 стр.

Издание двухтомного Атласа Антарктики завершено многолетний труд большого коллектива советских ученых, подучивший высокую научную оценку как внутри страны, так и за рубежом. В создании атласа участвовало 15 институтов страны, подготовка его к изданию осуществлена Арктическим и антарктическим научно-исследовательским институтом.

I том Атласа, вышедший в 1966 г., — картографический. Он содержит более 500 различных оригинальных карт и графиков, которые дают подробную характеристику природы Антарктики. В Атласе приведены новейшие морфометрические данные о материке, а также отражены результаты исследований по комплексу геофизических, геолого-географических и биологических наук.

Особый интерес представляет раздел «Геология и рельеф». Геологические карты Антарктиды, впервые составленные советскими учеными, дают общую картину геологического строения материка, позволяют судить о времени его образования, сравнить его строение со строением других материков и сделать вывод об общности их происхождения. Эти карты

являются существенным вкладом в дело познания геологического строения Антарктиды и оценки перспектив ее регионов в отношении полезных ископаемых.

В разделе «Оледенение» освещено современное состояние ледникового покрова Антарктиды. Впервые даны карты толщины льда и подледного покрова, скорости накопления осадков и преобразования снега в лед, температурные карты снежно-фирновой толщи. Приведенные на картах данные показывают, что громадные скопления льда, создавая область интенсивного излучения энергии в мировое пространство, охлаждают все Южное полушарие. Полученные сведения дают возможность более правильно подойти к изучению процессов материкового оледенения.

Атлас Антарктики впервые дает сводку океанографической изученности Южного океана. Отраженные на океанографических картах данные о динамике водных масс и их физико-химических характеристик окончательно утвердили правильность положения о выделении огромного водного пространства, окружающего Антарктический материк, в самостоятельный

географический объект — Южный океан. В этом разделе помещены также уникальные карты, характеризующие распространение морских льдов и айсбергов, что имеет особо важное значение для плавания судов в Южном океане.

Раздел «Биология» достаточно полно рисует картину растительного и животного мира океана и суши. Карты, показывающие распределение биомассы фитопланктона и зоопланктона в Южном океане, говорят о том, что кормовые ресурсы в Антарктике чрезвычайно велики. Ихтиологические карты, карты распространения китов и тюленей имеют большое практическое значение для китобойного и рыбного промысла, а также промысла криля, которому в настоящее время придается все большее значение.

На основании карт и материалов наблюдений, обобщенных в графиках и таблицах, проведено физико-географическое, климатологическое, зоогеографическое и геоботаническое районирование Антарктики, выделены типы ландшафтов.

Заключительная часть I тома Атласа детально характеризует наиболее изученные районы Антарктики, окру-

жающие ее моря и близлежащие острова.

II том Атласа Антарктики, изданный в 1969 г.,— это монография, содержащая сведения о природе Антарктики по всем наукам о Земле. Он состоит из 9 крупных разделов: географическое описание, история исследования, аэрономия и физика Земли, геология и рельеф, климат, оледенение, воды и льды Южного океана, биология,

ландшафты. Каждый раздел, в свою очередь, состоит из серии статей.

Материалы, помещенные в Атласе, имеют большое значение для дальнейшего развития наук о Земле и биологических наук и для практического использования Антарктической области. Атлас Антарктики хорошо издан, отличается красочностью и четким графическим выражением самых разнообразных элементов природы.

Советский Атлас Антарктики значительно превосходит зарубежные издания, отражающие достижения по освоению материалов всех антарктических экспедиций, и утверждает приоритет советской науки в изучении южнополярной области Земли.

С. Н. Карташов
Кандидат географических наук
Межведомственная комиссия по изучению
Антарктики АН СССР

Современный уровень эволюционной теории

Н. В. Тимофеев-Ресовский, Н. Н. Воронцов, А. В. Яблоков. КРАТКИЙ ОЧЕРК ТЕОРИИ ЭВОЛЮЦИИ. М., «Наука», 1969, 407 стр., ц. 1 р. 92 к.

Книга представляет собой удачную попытку обзора современной эволюционной теории, полностью основанной на взглядах Ч. Дарвина и дополненной в наше время точными генетическими исследованиями. Состоит эта книга из четырех неравных по величине частей. Первая часть «Жизнь и эволюция» включает главы, посвященные оценке места эволюционной биологии в общем здании биологической науки и важности эволюционного подхода для практической деятельности человека. Точное определение ряда общебиологических понятий (генетических терминов, понятий «особь», «онтогенез», «филогенез» и т. д.), данное в этой части, позволяет в дальнейшем более четко и однозначно излагать основной материал. В книге кратко говорится о развитии жизни на Земле и существующих на планете крупных групп организмов; приводятся сведения по хронологии истории Земли и описание животной и растительной жизни в архее, протерозое, палеозое, мезозое и кайнозое. Последняя глава первой части посвящена характеристике работ Дарвина в области теории эволюции и естественного отбора, рас-

пространению дарвинизма в конце XIX—начале XX вв., трудностям, с которыми столкнулась теория Дарвина, и преодолению этих трудностей в связи с развитием популяционной генетики, наконец, возникновению микро- и макроэволюционного подхода в изучении эволюции.

Вторая часть полностью посвящена изложению основ теории микроэволюции—процессов эволюции, ведущих к видообразованию и текущих в таких масштабах времени и пространства, которые доступны точному научному исследованию и анализу в природе и эксперименте. В самом обширном разделе этой части, посвященном естественному отбору, подробно рассматриваются формы отбора, давление и направление отбора, связь отбора с адаптациями. Далее на основании описанных элементарных эволюционных компонент делается попытка дать обобщенную картину эволюционного процесса на микроэволюционном уровне. Одна из глав посвящена проблеме вида как основного качественного этапа эволюционного процесса. Основными направлениями учения о микроэволюции авторы считают комплексные иссле-

дования взаимодействия эволюционных факторов, исследования на разных уровнях организации жизни, «оживление» работ в классических направлениях систематики, биогеографии и т. д.

Третья часть посвящена явлениям макроэволюции. В ней говорится об онтогенетических и филогенетических дифференцировках, о взаимоотношениях между микро- и макроэволюцией. Отдельная глава посвящена рассмотрению проблемы эволюционного прогресса в его разных формах.

Четвертая часть включает главы «Темпы эволюции и ее формы» и «Уровни организации жизни на Земле и среда протекания эволюционных процессов».

Книга завершается отдельной небольшой частью «Биосфера и эволюция», где говорится о тесной связи эволюционной теории с общим исследованием биосферы и показана практическая важность для существования человечества на Земле развития учения В. И. Вернадского о биосфере.

Литература, приведенная в этой книге, состоит из списка общих эво-

люционных сводок и специального списка, включающих более 1200 названий. Книга снабжена авторским, предметным и систематическим указателями.

Вне всякого сомнения, она является ценным вкладом в нашу литера-

туру по теории органической эволюции и в особенности по вопросам микроэволюции видообразования и эволюционной генетики.

Отчетливо заметен отпечаток яркой индивидуальности старшего автора — Н. В. Тимофеева-Ресовского, с

его поразительной эрудицией, широкой взглядов, строгой логичностью подачи материала и глубиной анализа. Это придает книге особый интерес.

Академик Л. А. Зенкевич
Москва

Статистика в науковедении

В. В. Налимов и З. М. Мульченко. НАУКОМЕТРИЯ. ИЗУЧЕНИЕ РАЗВИТИЯ НАУКИ КАК ИНФОРМАЦИОННОГО ПРОЦЕССА. М., «Наука», 1969, 192 стр., ц. 86 к.

Подъем научных исследований в экономически развитых странах мира, наступивший после второй мировой войны, вызвал к жизни две близкие друг к другу новые области знания: науковедение и информатику.

Рассматриваемая книга представляет собой первую попытку применить методы математической статистики к изучению истории развития науки, к оценке ее современного положения и к «предсказанию» ее ближайшей судьбы. Авторы стояли перед трудной задачей классифицировать совершенно новый материал и решили ее во многих отношениях весьма удачно. В связи с этим «Наукометрия» В. В. Налимова и З. М. Мульченко, чрезвычайно насыщенная как цифровыми данными, так и впервые сформулированными обобщениями, получила широкий резонанс. После прочтения книги мне тоже захотелось отметить то, что представляется наиболее важным, а также высказать свои соображения по некоторым частным вопросам.

Правоммерно ли само название «наукометрия»? Авторы правильно считают необходимым применять точные статистические и математические методы к изучению науки как информационного процесса. Однако мне представляется, что математико-статистические приемы должны быть использованы гораздо шире, при изучении науки и в аспекте экономики

(экономическая модель, по терминологии авторов), и в аспекте демографии (демографическая модель), и в аспекте психологии творчества (модель «научный работник»). Исходя из этого, едва ли стоит говорить о наукометрии как особой науке и отделить ее от науковедения в целом.

Особого внимания заслуживает раздел книги, в котором авторы выдвигают задачу изучения потоков первичных научных публикаций. Таким образом, объектом исследования становятся литературные источники. Кстати говоря, в гуманитарных науках, например в исторических, давно существует отрасль, называемая историографией, или источниковедением. Можно надеяться, что изучение литературных источников в области естественных наук окажется не менее плодотворным.

Информация об источниках может проходить на нескольких уровнях: 1 — библиографическом, 2 — реферативном, 3 — обзорном, в форме обзорных статей и книг. Имеется еще один тип информации — публикуемые рецензии. Однако этот тип информации, к сожалению, развит совершенно недостаточно. По моим подсчетам, из отечественных книг по биологии на протяжении пяти лет после выхода в свет рецензируется в печати лишь около одной трети. Недопустимо мала по объему также деятельность наших обзорных журналов, таких как

«Успехи химии», «Успехи современной биологии», «Успехи физических наук» и т. д.

Чрезвычайно ценно данное в книге подробное описание новых форм информации об источниках, осуществляемой с помощью специальных изданий — указателей ссылок. Наиболее совершенный из этих указателей — «Индекс» института научной информации в Филадельфии («Science citation index»). Он издается регулярно с 1964 г. и дает представление о том, как различными авторами используются работы их предшественников. Изучение такого рода изданий привело В. В. Налимова и З. М. Мульченко к интересной идее использовать сведения о ссылках на труды ученого для оценки эффективности его работы. О технологии этого метода уже говорилось в «Природе»¹. Хотелось бы только отметить, что эти указатели не всегда дают возможность воссоздать объективную картину. Так, список советских журналов в упомянутых индексах ограничивается только 35 названиями, тогда как список американских журналов равен 635.

Большой интерес для оценки литературной продуктивности отечественной науки представляют собой данные, собранные авторами книги в главе VII. В таблице 7.1 приведена

¹ «Природа», 1969, № 3, стр. 73.

численность научных журналов по различным странам. Общее число учтенных научных журналов равно 35 200, из них в США издается 17,6%, в ГДР + ФРГ — 8,5%, во Франции и Японии по 7,9% и по 6,2% в Великобритании и СССР. Если же взять отдельные отрасли науки, например физику и химию, то удельный вес литературы СССР оказывается значительно более высоким. Так, в таблице 7.2 значится, что в «Physical abstracts» и «Chemical abstracts» проценты статей авторов из США равны соответственно 31,1 и 27,1, а авторов из СССР 16,4 и 19,1. Разница между таблицей 7.1 и 7.2 в отношении удельного веса отечественной литературы, по-видимому, отчасти объясняется тем, что к научным за рубежом относят многочисленные журналы, например по теологии, гомеопатии и т. д.

В книге поднимается весьма интересный вопрос о степени использования отечественных работ в публикациях зарубежных авторов. В. В. Налимов и З. М. Мульченко пишут (стр. 146), что удельный вес СССР в мировой науке равен примерно 20% (не считая биологии). Между тем цитируемость советских авторов в журналах других стран колеблется около 3—4%. По отдельным журналам, в частности по американским, процент этот еще ниже и с 1910 г. (1,5%) к 1965 г. (1,9%) он почти не возрос. Цитирование советских работ по молекулярной биологии и квантовой биофизике в журналах на английском языке и в ФРГ еще ниже, а именно 0,9 и 0,4%.

Авторы книги считают, что далеко не достаточное использование отечественных публикаций в зарубежной научной литературе объясняется плохо организованной службой информации — «недопустимо велика задержка в движении новых идей по каналам связи» (стр. 162) — и перечисляют семь барьеров, мешающих популярности наших работ.

Все эти барьеры, конечно, в какой-то мере проявляют свое действие. Самым же важным из них я считаю все еще малое знакомство зарубежных ученых с русским языком. Хотя рефераты наших работ помещаются в достаточном числе в зарубежных журналах, но знакомство с ними ни

в коей мере не заменяет чтения самих статей.

Две последние главы, обсуждающие проблему прогнозирования наук и проблему управления ею, правильно поднимают много насущных вопросов. К сожалению, эти главы написаны столь сжато, что решение вопросов иногда носит декларативный характер. Так, говоря о перспективности прогнозирования, В. В. Налимов и З. М. Мульченко пишут: «Есть в крайней мере одна социологическая дисциплина — демография, в которой, по-видимому, можно делать долгосрочные прогнозы» (стр. 178). Но это мнение далеко от истины. Приведу один пример. Известный американский биолог-статистик Раймонд Пёрл считал, что рост населения отдельных стран лучше всего выражается логической S-образной кривой и численность населения отдельных стран, достигая верхней асимптоты, держится на ней неопределенно долгое время¹. Такое стабилизированное состояние показано в работах Р. Пёрла, в частности для Франции, население которой долгое время держалось на уровне 42 млн человек. Однако после второй мировой войны в результате государственных мероприятий, поощряющих деторождение, начался новый цикл, и население Франции достигло 50 млн человек.

Несколько слов о языке книги. Надо отметить, что погоня за краткостью изложения иногда приводит к тому, что некоторые фразы трудно понять. Нельзя также не сделать упрека авторам в злоупотреблении иностранными словами, которые вполне точно могут быть переведены на русский язык. Примеры: «...наблюденные значения здесь хорошо аппроксимирует экспонента» (стр. 35); «...когда автор ссылается на работу другого автора, он тем самым дает концепционное тематическое соотношение между своей и цитированной работами» (стр. 87). Многократно повторяется слово «сканирование», которое может быть заменено русскими словами — «просматривание», «прочесывание».

В конце книги дается список цитированных сочинений. Приятно видеть, что приведены названия не только книг, но и статей. Однако жаль, что литература на русском языке не отделена от иностранной и что работы расположены не по алфавиту авторов, как это принято.

Чтение книги позволяет сделать несколько практических предложений.

В наши годы наука становится важным и мощным фактором прогресса в жизни людей каждой страны. Отсюда следует мысль о целесообразности создать институт науковедения с отделом по организации науки. Далее, полезно было бы выпускать газету «Научный работник», в которой можно было бы освещать теоретические и практические вопросы жизни науки. Число научных работников в нашей стране приближается к одному миллиону, и у такой газеты читателей будет много. Можно приветствовать рождение пока еще скромного журнала «Науковедение и информатика», издаваемого в Киеве Академией наук Украины.

Профессор В. В. А л л а т о в
Москва

¹ См. R. Pearl. The biology of population growth. N. Y., 1925.

НОВЫЕ КНИГИ

А. С. Компанец. ЗАКОНЫ ФИЗИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ. М., «Наука», 1970, 144 стр., ц. 25 к.

Автор книги — известный ученый и опытный популяризатор. С помощью математического аппарата, по сложности не выходящего за пределы курса средней школы, А. С. Компанец ярко и убедительно изложил «трудные» идеи и понятия доквантовой и квантовой статистической физики. Книга предостерегает читателей от некоторых надуманных толкований отдельных положений термодинамики, могущих ввести в заблуждение непосвященных.

■

Людвиг Больцман. СТАТЬИ И РЕЧИ. М., «Наука», 1970, 405 стр., ц. 1 р. 42 к.

Имя выдающегося австрийского ученого Людвиг Больцмана (1844—1906) неразрывно связано с обоснованием и развитием современной статистической физики. «Только теперь...», — говорит акад. Н. Н. Боголюбов, — мы в состоянии оценить значение его вклада в науку» (стр. 242). Поэтому интерес к научному наследию Больцмана вполне закономерен.

Настоящая книга состоит из двух разделов. В первый включены некоторые популярные статьи и речи Больцмана, а также семь его писем Э. Маху. Во втором разделе собраны статьи о Больцмане, принадлежащие перу П. Эренфеста, Г. А. Лоренца, М. Лауэ, Н. Н. Боголюбова и др. Каждая из этих статей интересна индивидуальной оценкой научного наследия, философских взглядов, обстоятельств жизни и трагической смерти одного из крупнейших физиков XIX в.

■

РЕГУЛЯЦИЯ РОСТА РАСТЕНИЙ ХИМИЧЕСКИМИ СРЕДСТВАМИ. Изд-во МГУ, 1970, 168 стр., ц. 80 к.

Каковы пути, методы и средства

регулирования роста культурных растений? Для решения этого вопроса важен контакт физиологов растений и химиков, а для приемов применения различных препаратов — также и агрономов. В создании этого сборника приняли участие научные сотрудники различных лабораторий химического и биолого-почвенного факультетов МГУ. На экспериментальном материале рассматривается в основном действие таких регуляторов роста, как кинины, гиббереллины, ретарданты (антигиббереллины), частично ауксины и некоторые другие новые стимуляторы и ингибиторы роста растений.

■

Н. Бейли. МАТЕМАТИКА В БИОЛОГИИ И МЕДИЦИНЕ (перев. с английского). М., «Мир», 1970, 326 стр., ц. 1 р. 54 к.

Ко многим областям знаний трудно подойти с математической меркой. «Меньше всего затруднений в этом плане, — пишет автор, — возникает в таких точных науках, как физика и химия, больше всего — в области искусства и этики. Биология и медицина находятся где-то посередине...» (стр. 13). Н. Бейли показывает, чего можно добиться в этих последних.

Новая книга Н. Бейли (его первая книга «Статистические методы в биологии» вышла в русском переводе дважды, в 1962 и 1964 гг.) состоит из двух частей. В первой (около половины объема) общей части в доступной неспециалисту форме изложены принципы математической биологии, сферы применения математики и статистики, методы исследования с использованием ЭВМ и т. д. Во второй — конкретные приложения математических методов в систематике, экологии, генетике, медицинской диагностике. Не имеющий математической подготовки биолог или врач сможет без особого труда

разобраться в разделах, относящихся к его специальности.

■

Р. Хартсхорн. ОСНОВЫ ПРОЕКТИВНОЙ ГЕОМЕТРИИ. Перев. с англ. М., «Мир», популярная серия, 1970, 160 стр., ц. 45 к.

«Проективная геометрия. — указывает автор, — изучает свойства инцидентности, т. е. те свойства, которые сохраняются при растяжениях, переносах и вращениях плоскости» (стр. 9). Современные представления об этом сложном для понимания разделе математики изложены с большим числом выразительных примеров, в расчете на начинающих математиков. Однако для первоначального ознакомления с предметом, — предупреждает автор предисловия И. М. Яглом, — читать книгу надо внимательно, с карандашом в руках. Облегчит эту задачу решение приведенных в конце книги задач.

■

В. М. Пасецкий. ОЧАРОВАННЫЙ НАДЕЖДОЙ. Л., Гидрометеоздат, 1970, 264 стр., ц. 65 к.

О полярных исследователях — людях разной судьбы и известности — рассказывает в этой книге В. М. Пасецкий. Рассказ «Очарованный надеждой» посвящен первому кругосветному мореплавателю России И. Ф. Крузенштерну (6 ноября 1970 г. исполняется 200 лет со дня его рождения). Затем следуют этюды о его сыне и внуке, отдавших Северу многие годы жизни. «Три Крузенштерна» — так и называется этот раздел книги.

Читатель узнает далее и о ныне забытых Н. В. Латкине, П. К. Пахтусове, К. И. Гревингке, Э. К. Гофмане, М. А. Ковальском и других, чей вклад в исследование Севера заслужил право на признательность потомков.

Н. А. Щетников, Е. И. Полетаев. АЛЯСКИНСКОЕ ЦУНАМИ У БЕРЕГОВ СССР. Южно-Сахалинск, 1969 (подписана к печати 19.III.1970 г.), 108 стр., ц. 60 к.

Речь в этой книге идет об одном из сильнейших (11 баллов в эпицентре) землетрясений на Аляске, происшедшем 28 марта 1964 г. «Гю разнообразию и полноте проявлений его можно назвать классическим среди катастрофических землетрясений», — пишет в предисловии редактор книги Р. Э. Тараканов.

Авторы прослеживают, как развивалось это «событие планетарного масштаба», приводят данные об огромной величины волнах цунами, распространившихся по всему Тихоокеанскому бассейну и достигших берегов нашей страны, о разрушениях в эпицентральной зоне.

В книге дано представление о сейсмичности и тектонике Алеутско-Аляскинской гряды, изменениях рельефа в районе землетрясения, о службах цунами в США и в СССР.

■
В. М. Галушин. ХИЩНЫЕ ПТИЦЫ. М., «Лесная промышленность», 1970, 136 стр., ц. 19 к.

Какова мера вреда и пользы от пернатых хищников? Отвечая на этот вопрос, В. М. Галушин (Московский пединститут им. В. И. Ленина, кафедра зоологии) посвящает книгу «тем, кто справедлив к пернатым хищникам, и тем, кто станет к ним чуточку добрее».

Автор строит свой рассказ на большом числе собственных наблюдений. В книге много рисунков.

■
Н. И. Максимов. ОЧЕРК О СЕРЕБРЕ. М., «Наука», 1970, 141 стр., ц. 40 к.

Много иноземных серебряных монет обнаружено в кладах на территории нашей страны. Среди них греческие, римские, арабские монеты, чеканенные до нашей эры или в первые ее столетия, а также денарии, пражские гроши и талеры XI—XVI вв. Описание основных групп монет-при-

шельцев и их роли в развитии денежной системы русского государства составляет первую часть книги. Во второй части автор предпринимает попытку восстановить по документам, связанным с чеканкой монет, историю разведки и добычи серебра в России начала и середины XVIII в.

■
Ю. Е. Очаковская, О. В. Копелевич, В. И. Войтов. СВЕТ В МОРЕ. М., «Наука», Научно-популярная серия, 1970, 176 стр., ц. 55 к.

Есть в океане «прозрачные реки», «синий пояс», в экваториальных водах наблюдают «зеленый суп», различают в океане даже «облака». Все эти причуды солнечного света, проникающего в океанические глубины и по-разному окрашивающего их, изучаются представителями молодой науки — оптики моря (ее называют еще гидрооптикой), которой и посвящена эта книга.

Она читается легко, физическая сущность процессов объяснена весьма доступно.

■
АНТИФУНГАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА ВЫСШИХ РАСТЕНИЙ. Сб. под ред. Е. П. Лесникова. Новосибирск, «Наука», 1969, 252 стр., ц. 1 р. 04 к.

В предисловии к сборнику проф. Б. П. Токин справедливо отмечает, что данный труд «будет встречен с благодарностью медицинскими работниками и работниками ветеринарии, пытающимися воспользоваться дарами природы — антифунгальными свойствами фитонцидов». С интересом ознакомятся с книгой также микробиологи, фармакологи, иммунологи растений и ботаники.

Сборник состоит из пяти работ и посвящен рассмотрению теоретически интересной и практически важной способности растений подавлять рост и развитие низших грибов, патогенных для растений, животных и человека. В нем собран большой фактический материал: приведены данные по фунгицидным свойствам 1146 растений из 137 семейств, отражены результаты исследований Всесоюзного института лекарственных и ароматических растений по созданию лечебных препаратов на основе противо-

грибковых веществ ячменя. В книге содержатся сведения о химической природе фунгицидов, хотя, к сожалению, практически полностью отсутствует анализ возможного механизма их антибиотического действия.

■
Б. Шонланд. ПОЛЕТ МОЛНИИ. Перев. с англ. М., Гидрометеиздат, 1970, 160 стр., ц. 46 к.

Б. Шонланд — известный специалист в области физики атмосферного электричества, тем приятнее знакомство с ним, как популяризатором своей науки. Ученый как бы размышляет о сути процессов образования молнии, грома, грозы и вводит читателя в круг представлений современной науки. Одна из глав посвящена способам защиты от молнии.

■
Л. И. Мирошниченко. СОЛНЦЕ И КОСМИЧЕСКИЕ ЛУЧИ. М., «Знание», 1970, 80 стр., ц. 15 к.

Данные наблюдений за космическими лучами накапливаются и изучаются с помощью многочисленных наземных обсерваторий, искусственных спутников Земли и автоматических станций. В небольшой брошюре автор излагает новейшие сведения о солнечных космических лучах, рассказывает, как исследователи объясняют процессы, происходящие на Солнце.

■
К. Ф. Федюкин. ВЛАДИМИР ПАВЛОВИЧ ВРАССКИЙ (1829—1862). Л., «Наука», 1970, 108 стр., ц. 34 к.

В прошлом веке публиковалось немало журнальных статей о создателе первого в России рыболовного завода (Никольское, б. Новгородской губ.) В. П. Врасском.

Открытый и усовершенствованный им оригинальный метод искусственного оплодотворения икры ныне используют рыболовы всех стран. Этот метод В. П. Врасский назвал «сухим», зарубежные ихтиологи и рыболовы именуют его «русским».

Автор собрал разрозненные литературные сведения, использовал архивные материалы и создал стройный документальный рассказ об учено-опытнике.

Комета Беннетта над Москвой

В ночь на 1 апреля 1970 г. на восточной части неба я наблюдал и запечатлел на фотопленке яркий след какого-то небесного тела. Съемку произвел в 4 часа 35 мин. фотоаппаратом «Кристалл» с объективом «Юпитер-11». Продолжительность экспозиции — 10 мин.

Это сообщение вместе с фотоснимком прислал в редакцию из с. Макарово (Ногинский р-н, Московской обл.) А. П. Мельников, старший механик Института геохимии и аналитической химии им. В. И. Вернадского АН СССР.

Снимок А. П. Мельникова комментирует кандидат физико-математических наук А. Н. Симоненко, сотрудница Комитета по метеоритам АН СССР.

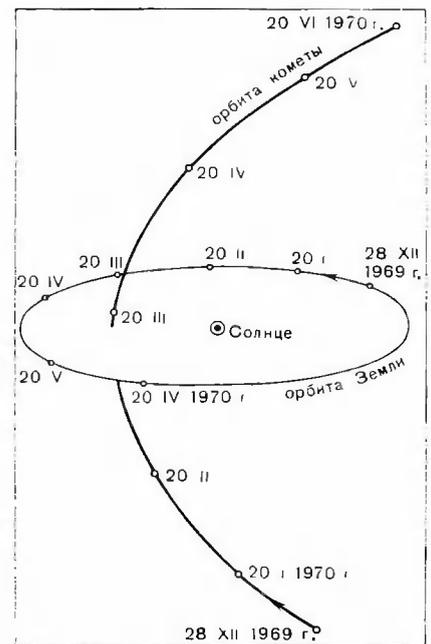
В конце прошлого года, в ночь с 28 на 29 декабря, некто Джон Беннетт открыл в далекой Претории на юге Африки новую комету, носящую теперь его имя. Это был слабый туманный объект, не видимый простым глазом, около 8,5 зв. вел.¹

В следующие ночи комету наблюдали в телескопы и фотографировали во многих обсерваториях мира,

расположенных в Южном полушарии (в Северном полушарии она была недоступна). В центре размытого пятна можно было различить крохотное сгущение — ядро. Вычислили орбиту. Оказалось, что комета летит из очень отдаленных районов солнечной системы, более далеких, чем те, где движутся Нептун и Плутон. Плоскость кометной орбиты перпендикулярна плоскости эклиптики — случай довольно редкий.

В период открытия комета находилась от нас на расстоянии около

250 млн км. Примерно столько же отделяло ее от Солнца. Комета несла со скоростью 30 км/сек и все ускоряла движение. Солнечные лучи постепенно согревали поверхность ее ледяного ядра, и, хотя температура оставалась намного ниже нуля, в условиях межпланетного вакуума происходило испарение. Чем ближе к Солнцу, тем интенсивнее. Под действием солнечных лучей пары светились и уносились прочь, а с Земли в телескопы было видно, как вырастал у кометы хвост.



Так двигалась комета Беннетта.

¹ Яркость звезд и других небесных объектов астрономы оценивают в звездных величинах. Звезды Большой Медведицы — около 2 зв. вел., самые слабые звезды, которые видны невооруженным глазом на ясном небе, — 6 зв. вел. Комета в момент открытия светилась почти в 10 раз слабее.

Такой запечатлел комету Беннетта А. П. Мельников в с. Макарово, Московской области 1 апреля 1970 г. в 4 час. 35 мин. Во время съемки фотоаппарат был неподвижен и звезды получились в виде штрихов.

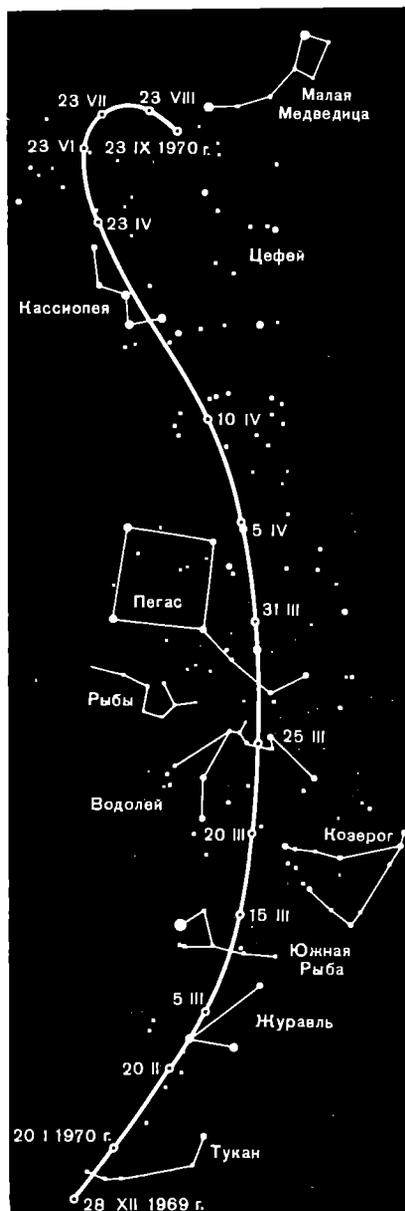
Прошел январь. Комета стала ярче. Хвост растянулся на 8 млн км. В середине февраля комету можно было видеть простым глазом. Она перешла из одного созвездия в другое, наконец попала в Козерог и стала доступна наблюдениям в нашей стране, в Европе и Северной Америке.

С каждым днем становилось яснее, что комета Беннетта будет одной из самых интересных за последние десятилетия. В Астрономический совет и в Комитет по метеоритам АН СССР непрерывным потоком стали поступать сообщения о советских и зарубежных наблюдениях. Комету фотографировали, наблюдали простым глазом. Рассчитывали траекторию и снова наблюдали. Получали спектры. Определяли размеры. Яркость. Изучали структуру головы и хвоста. 20 марта комета со скоростью 60 км/сек прошла перигелий своей орбиты и стала удаляться от Солнца, но еще в течение месяца продолжала восхищать специалистов. Накоплены сотни фотографий. Теперь предстоит их тщательное изучение. Вот в этот-то период наблюдал и запечатлел комету Беннетта А. П. Мельников.

У кометы было два хвоста. Один из них — кривой, с большим содержанием пыли. Он почти не менялся, только становился все длиннее и ярче. Другой хвост — плазменный — словно трепетал, обдуваемый солнечным ветром. Его интенсивность и структура менялись от дня ко дню. Хвосты начинались на некотором расстоянии от головы, и казалось, что голова отбрасывает тень. Из северной части ядра истекали светящиеся спиральные струи.

А. М. Бахарев (Душанбе, Институт астрофизики АН ТаджССР) пишет в Комитет по метеоритам: «Я за 33 года своих наблюдений не видел такой красивой головы, в которой можно было рассмотреть массу интересных подробностей, вплоть до отдельных тонких образований, которые, конечно, не обнаружишь на фотографии. Тут и спонтанные выбросы из звездообразного ядра, и оболочки многоярусные, и излияния из головы в хвост, и многое другое».

Такой представлялась комета в первой половине апреля. Хвост тянулся по небу почти на 20°. Яркость кометы



Перемещение кометы Беннетта среди звезд.

достигала 0 зв. вел. Потом, в мае, уходя от Солнца и от Земли, комета снова стала слабее. Ее уже не было видно без бинокля. Теперь комету отделяет от нас около 3 а. е.¹ Это

¹ Астрономическая единица — среднее расстояние от Земли до Солнца (средний радиус орбиты Земли) ≈ 149,5 млн км.

снова туманное пятнышко, которое удастся видеть в телескоп. Подчиняясь законам тяготения, комета уйдет за орбиты самых далеких планет, и лишь спустя многие десятилетия наши потомки вновь откроют ее на пути к Солнцу.

Айлант под угрозой

Проф. Д. Я. Вакулин (Одесса) пишет в редакцию:

На побережье Черного моря, в частности в парках и садах Одессы, давно произрастает декоративное малоизученное дерево — айлант. Распространено мнение, будто некоторые больные, например астматики, страдают повышенной чувствительностью к этому растению. Кое-где уже начинают вырубать айлант не только на территории санаториев, но и в городских дворах.

Вопрос о предполагаемом вреде айланта никто подробно не изучал. Может быть, данные о коварстве айланта известны ботаникам?

На вопрос проф. Д. Я. Вакулина отвечает кандидат биологических наук Г. В. Куликов, научный сотрудник отдела дендрологии Никитского ботанического сада (Ялта).

Ученые с давних пор занимаются введением в культуру новых полезных растений. Интродуцированные виды часто хорошо приживаются, но иногда, плохо зная полезные свойства «пришельцев», человек уничтожает их. Печальная участь неразумного истребления угрожает, в частности, айланту, произрастающему в Крыму, на Кавказе, в Молдавии, на юге Украины, в Средней Азии.

Род айлант насчитывает около 12—15 листопадных видов, распространенных преимущественно в Южной и Восточной Азии. В нашей стране введен в культуру (с 1809 г.) в основном наиболее морозостойкий североазиатский вид — айлант высочайший (*Ailanthus altissima*). Его называют обычно китайским ясенем, вонючкой, чумаком. Другие китайские айланты, Жи-

ральда и Вильморена, к сожалению, еще не получили широкого распространения.

Айлант высочайший достигает 30 м высоты; ствол его малосбежистый, морщинисто-серый, диаметром до 70 см; в кроне длинные (до 80 см) непарно-перистые листья и мелкие желтовато-зеленые цветки в длинных (до 20 см) метелках. Листья и цветки имеют неприятный запах бузины. Плод айланта высочайшего — желтая или красноватая крылатка с одним семенем в центре.

Широкому распространению в южных районах страны айлант обязан своей неприхотливостью к условиям среды и способностью интенсивно размножаться семенами и корневыми отпрысками. В засушливых условиях Крыма он растет на любых почвах, даже на сухих и каменистых откосах и обрывах, выполняя важную противозерозионную роль. На суглинистых и влажных почвах айлант растет более интенсивно и довольно ветроустойчив. Его с успехом можно использовать для придорожных посадок, ползащитных полос, рощ, аллей, для закрепления оползней, оврагов, песков.

Очень хорош айлант в зеленом декоративном строительстве. Его прямой ствол и высоко приподнятая крона напоминают перистолистную пальму. Разновидности айланта с белопятнистыми, розовыми и красными крылатками, к сожалению, еще мало распространены в декоративном садоводстве. Листья этих форм почти без запаха, кроны особенно эффектно осенью, когда их ярко окрашенные крылатки контрастно выделяются на темном фоне листьев.

Как быстрорастущая порода, айлант дает в сравнительно короткий срок много древесины. Его листья, кора и плоды имеют медицинское значение, правда, еще недостаточно изученное. По некоторым сведениям, в Китае айлант используют в народной медицине для лечения проказы и как средство против глистов и дизентерии. По данным лаборатории биохимии растений Никитского ботанического сада, листья и плоды айланта обладают исключительно сильными антивирусными свойствами, полностью уничтожая вирус табачной мозаики.

В Восточной и Южной Азии листья айланта используют для выкорма дикого шелкопряда. Семена содержат до 60% масла с йодным числом 138.

Как видим, айлант — ценная древесная порода. Однако интенсивно размножаясь и дичая, он часто становится «деревом-сорняком». Поэтому необходимо целенаправленно использовать его в посадках. Огульно вырубая айлант, мы лишаем себя возможности пользоваться ценными качествами этого дерева.

Комментарий Г. В. Куликова дополняет заслуженный деятель науки РСФСР проф. С. Я. Соколов (Ботанический институт им. В. Л. Комарова АН СССР). Он пишет:

Листья айланта содержат кверцетин, дубильные и другие вещества, при растирании они издают неприятный запах. В коре айланта имеются: палметин, стеарин, олеин, ванилин, горечь-айлантин, сапонин, оксикумарин и дубильные вещества. Листья и кора этого растения обладают лечебными, как глистогонные, инсектицидными и гербицидными свойствами.

В печати сообщалось, что листья айланта вызывают у людей дерматиды и что при питье воды из источников, около которых растет айлант, возникают боли в желудке. Однако эти данные не проверены. Нет проверенных сведений и о вредном воздействии айланта на астматиков. Среди аллергенов айлант не значится. Было бы поэтому не разумно рубить айлант в посадках или пренебрегать использованием его при озеленении населенных мест.

Поздняя вегетация яблони

Читатель Е. В. Маковский (пос. Ивьё, Гродненской обл.) пишет в редакцию.

Возле моего дома растет яблоня антоновка, на которой уже многие годы до самой зимы держатся яблоки и не опадают листья. Посылаю Вам фотоснимок яблони, сделанный в ноябре 1969 г. Чем объяснить это явление?



До самой зимы на антоновке держатся яблоки и не опадает листва.

Фото Е. Маковского

Письмо Е. В. Маковского комментирует агроном В. А. Щербак.

Конечно, это необычно — яблоня с плодами и зеленой листвой, запорошенными снегом. Другой вопрос — полезно ли это для дерева? Садоводы-специалисты считают, что яблоня подготовлена к встрече зимы, если у нее своевременно прекратился рост побегов и вовремя опала листва. Ткани дерева в этом случае вызрели и могут противостоять морозам.

Плоды поздних сортов, по тем же соображениям, рекомендуется снимать в срок, иначе дерево будет продолжать расходовать на них питательные вещества, необходимые для подготовки к зиме.

Иногда после влажного лета и продолжительной теплой осени процесс вегетации затягивается и деревья не успевают до зимних холодов сбросить листву. Это явление всегда беспокоит садоводов, так как реальна опасность подмерзания дерева.

Почему же тогда не подмерзла яблоня, запечатленная на снимке? По-видимому, за счет зимостойкости сорта. Антоновка обыкновенная приспособлена к северным районам страны, и в Гродненской области у нее большой «запас зимостойкости». Впрочем, возможно, запечатленная Е. В. Маковским яблоня все же подмерзает: автор ничего не говорит об этом, однако вертикальные побеги «волчки», видные в центре снимка, показывают, что с деревом не все благополучно.

Затянувшийся рост может быть вызван также избытком в почве азота и недостатком фосфора и калия. Возможно также, что яблоню сильно обрезают (например, для омолаживания), после чего в течение нескольких лет ростовые процессы в ней особенно активны. Признаком правильности последнего предположения опять же служат «волчки».

Чтобы сохранить яблоню, надо избавиться ее от подобной затянувшейся вегетации. Для этого прежде всего следует отказаться от подкормки дерева азотными удобрениями во второй половине лета и от позднелетних поливов.

«Средиземнизация» Приазовья

Преподаватель кафедры зоологии Кубанского сельхозинститута (Краснодар) В. С. Очаповский пишет:

Недавно в Приазовье, в окрестностях ст. Черноерковской Краснодарского края, была добыта серебристая чайка. Место добычи — расположенный близ моря лиман Большой Кущеватый. Падая, птица выронила из клюва летучую рыбку (см. фото). Длина рыбки — 95 мм.

По сообщению ихтиологов Краснодарской краевой лаборатории Азчер-

рыбвода, находку этого вида рыбы следует считать уникальной, поскольку ни в Азовском море, ни в пище птиц он в пределах Краснодарского края никогда не встречался.

Рыбаки, промышляющие в Славянском районе Приазовья, утверждают, что начиная с 1968 г. они неоднократно вылавливали вместе с таранью этих необычных рыбок.

Сообщение В. С. Очаповского комментирует проф. В. Д. Лебедев (кафедра ихтиологии МГУ), занимающийся уже много лет изучением экологии и эволюции рыб.

Судя по фотографии, чайка поймала не настоящую летучую рыбу из семейства *Exocoetidae*, а молодь «морского петуха» (*Trigla lucerna*). Несколько видов этого рода обитают по западному побережью Атлантического океана. Это — донные рыбы; они относятся к семейству «петухов» *Triglididae*, у которых первые три луча грудных плавников обособились от остальных и с их помощью петухи передвигаются по дну, разыскивая пищу. Остальная часть грудных плавников у петухов сильно увеличена. Образ жизни *Trigla* изучен слабо и о функциональном значении удлинённых грудных плавников ничего неизвестно.

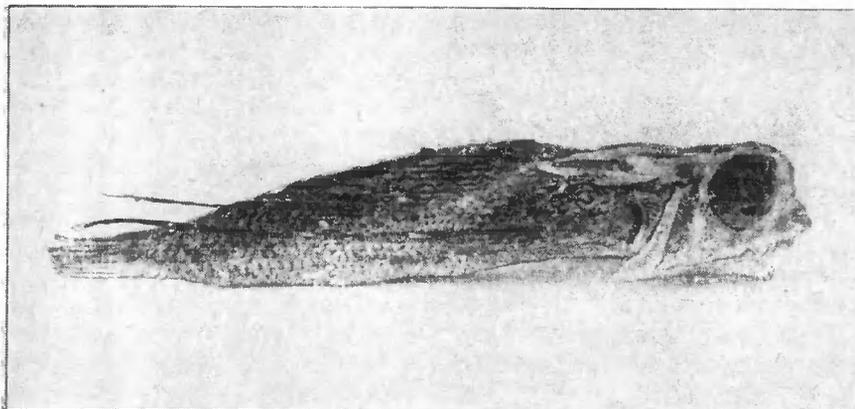
Морские петухи (иногда их неправильно называют летучими рыбами)

обитают также в Средиземном, Мраморном и Черном морях. Известны находки *Trigla lucerna* в Азовском море у Кривой косы¹. В связи с происшедшими за последнее время изменениями в режиме стока рек и в солености морей (соленость Черного и Азовского морей неуклонно повышается и в некоторых районах приближается к солености Средиземного моря) меняется и населяющая их фауна. Количество полупроходных рыб — тарани, шемаи, рыбаца, леща, судака и других уменьшается, а количество морских рыб — кефали, барабульки, луфаря, а также ряда беспозвоночных животных, типичных для фауны Средиземного моря, увеличивается. Случаи поимки и находки морского петуха в Приазовье свидетельствуют о дальнейшем развитии процесса средиземнизации («средиземнизации») Черного и Азовского морей.

О судьбе сподвижников Г. А. Ушакова

Студент Г. Герасимов (Москва) пишет:

Я с большим интересом прочел в журнале «Природа» (1970, № 2, стр. 86—95) статью Б. А. Кремера «По нехоженой земле». В ней рассказывается об истории открытия Северной Земли и экспедиции Г. А. Ушакова в 1930—1932 гг. Прежде я читал об открытии Северной Земли книгу воспоминаний Г. А. Ушакова под тем же названием (изд-во Главсевморпути, 1951), и теперь для меня оказалось откровением, что в этой экспедиции был четвертый участник — геолог Н. Н. Урванцев. В книге Г. А. Ушакова о нем не было обмолвлено ни слова. Интересно узнать дальнейшую судьбу участников героической экспедиции на Северную Землю.



Пойманная в Приазовье рыбка — молодь морского петуха (*Trigla lucerna*).

¹ А. Н. Световидов. Рыбы Черного моря. М.—Л., «Наука», 1964.

Б. А. Кремер отвечает на письмо Г. Герасимова.

Книга Г. А. Ушакова «По нехоженной земле», о которой пишет Г. Герасимов, вышла в 1951 г. в сокращенной редакции.

Как мне хорошо известно, сам автор был этим очень огорчен и неустанно добивался полного издания книги. Не менее автора был огорчен и акад. В. А. Обручев, который, ознакомившись с рукописью, написал к книге весьма доброжелательное предисловие.

Хлопоты Г. А. Ушакова увенчались успехом в 1959 г.: Государственное издательство географической литературы выпустило его книгу, напечатанную в соответствии с первой редакцией автора. В ней Николаю Николаевичу Урванцеву уделено достаточно много страниц.

В последующие годы Н. Н. Урванцев возглавил большую комплексную геологическую экспедицию в Арктике. Зимую на островах Комсомольской Правды, он совместно с геодезистом А. В. Теологовым весной 1934 г. впервые в Арктике совершил длительный поход на двух вездеходах, обойдя северный берег Таймырского полуострова. В течение многих лет Н. Н. Урванцев работал в Норильске. В 1958 г. он был награжден Большой Золотой медалью Географического общества СССР.

Жизни и деятельности Н. Н. Урванцева посвящена книга П. Сигунова «Сквозь пургу» (Лениздат, 1963). Немало сведений о нем можно найти в книгах А. Ф. Лактионова «Северная Земля» (Изд-во Главсевморпути, 1946), В. Ю. Визе «Моря Советской Арктики» (изд-во Главсевморпути, 1948), С. Т. Морозова «Широты и судьбы» (Гидрометиздат, 1967). Н. Н. Урванцев — автор многих научных и научно-популярных статей и книг. В 1969 г. в Гидрометиздате вышла его книга «На Северной Земле» и в Лениздате — книга «Норильск».

Профессор, доктор геолого-минералогических наук Николай Николаевич Урванцев в настоящее время живет в Ленинграде. Несмотря на преклонный возраст (77 лет), он работает в качестве консультанта в Научно-исследовательском институте геоло-

гии Арктики, активно участвует в научных конференциях, совещаниях.

Не менее интересно сложилась судьба и двух других спутников Ушакова по Североземельской экспедиции.

Сергей Прокофьевич Журавлев, уроженец Архангельской области, с ранней юности занимался промыслом зверя на Новой Земле и считался одним из лучших новоземельских промысловиков-зверобоев. «Журавлев,— писал Г. А. Ушаков после первого знакомства с ним,— мне определенно нравился. Чувствовалась в нем независимость, сила, удасть. Такими, вероятно, были новгородские ушкуйники, потомком которых он являлся».

С. П. Журавлев с гордостью говорил о своей профессии промысловика-зверобоя и считал ее чуть ли не единственной, достойной настоящего мужчины. Однако, сопровождая Ушакова и Урванцева в походах по Северной Земле, он постепенно проникся большим уважением к научной работе своих товарищей. В совершенстве владея искусством дальних поездок на собачьих упряжках, он немало способствовал успеху Североземельской экспедиции.

Вернувшись в 1932 г. из этой экспедиции, С. П. Журавлев недолго пробыл в Архангельске и уже в навигацию следующего года возглавил промысловую зимовку в бухте Марии Прончищевой, на восточном берегу Таймырского полуострова, где проработал два года. Весной 1936 г. С. П. Журавлев совершил большой поход, пройдя на собачьей упряжке из Игарки через Таймырский полуостров в бухту Кожевникова, где возглавил промысловую группу.

В ноябре 1937 г. С. П. Журавлев безвременно скончался в возрасте 45 лет, по-видимому от рака горла. Он похоронен на небольшом мысе, названном мысом Журавлева. До конца своих дней С. П. Журавлев сохранил к Г. А. Ушакову глубокое уважение и чувство большой привязанности.

Юный ленинградский радиолюбитель-коротковолновик Василий Васильевич Ходов был самым молодым участником Североземельской экспедиции. До того, он никогда не бывал

в Арктике. Вдохновленный примером самоотверженного труда своих старших товарищей по экспедиции, Ходов тоже показывал себя с самой лучшей стороны и оказался незаурядным, выдержанным и волевым полярником. Подолгу оставаясь один на зимовочной базе на о-ве Домашнем, он вел все несложное, но достаточно хлопотливое домашнее хозяйство, проводил метеорологические и прибрежно-гидрологические наблюдения, поддерживал радиосвязь, стойко и безропотно переносил тяжелое одиночество на маленьком далеком арктическом островке. Частый вой пурги да белые медведи, которые подходили прямо к домику, а иногда и забирались на крышу, только усиливали одиночество. И еще, пожалуй,— мучительное чувство беспокойства за судьбу находящихся в опасных походах товарищей.

Такое выдерживали не все даже закаленные опытные полярники. Ходов выдержал. И не только выдержал, но и связал после этого всю свою жизнь с Арктикой. Он был руководителем строительства и начальником первого на Северном морском пути крупного радицентра на о. Диксон, а затем строителем и начальником радицентра на мысе Шмидта. В годы Великой Отечественной войны В. В. Ходов сражался в партизанском отряде в Брянских лесах. После войны он вернулся в Главсевморпуть; работал начальником радицентра Диксонского арктического района, начальником Управления полярных станций и, наконец, начальником Центрального узла связи Министерства морского флота. Сейчас он — персональный пенсионер, постоянно живет в пос. Опалиха под Москвой.

Что такое душная погода?

Н. Н. Акимович, О. А. Балалла

Одесса

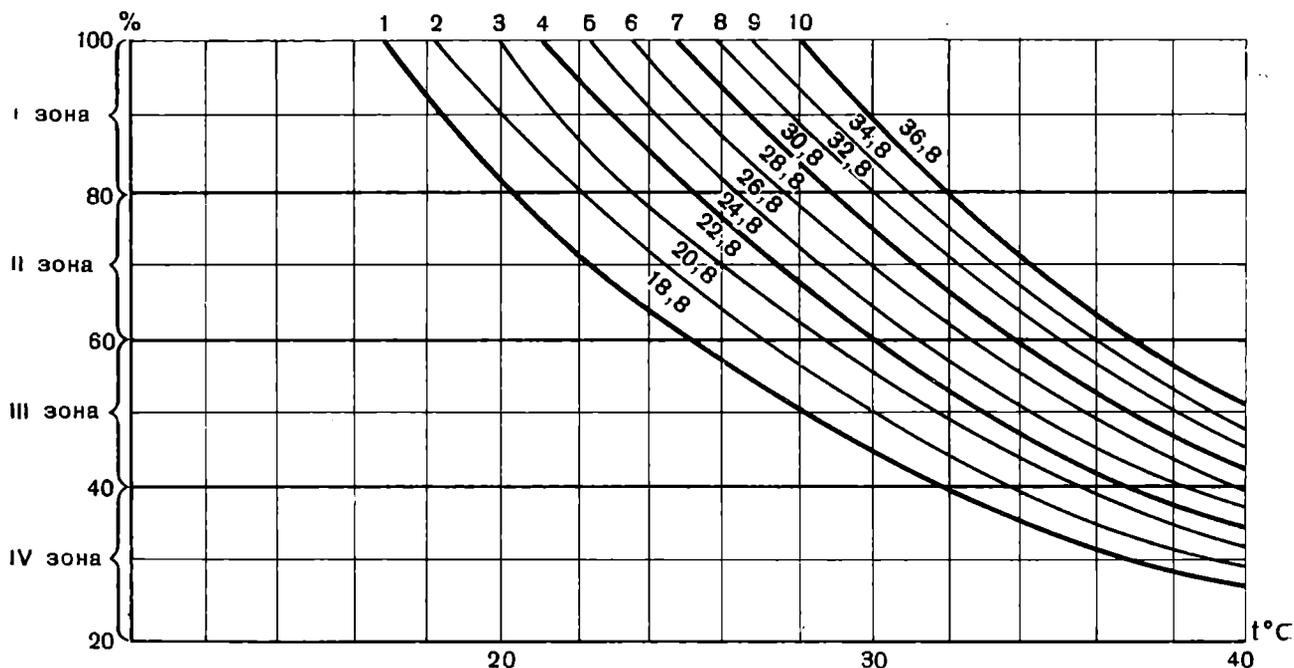
При установлении климатологического профиля курортов, а также при планировании и проведении климатотерапии большое значение имеет всестороннее изучение режима погоды. В медицинской практике широко используют комплексные биоклиматические показатели, которые отражают общее воздействие нескольких погодных факторов на организм человека.

В последнее время многие авторы при характеристике курортных и лечебных местностей в летний период года используют показатели повторяемости душных дней. Почему именно душных? Да потому что душная погода вызывает отрицательные реакции в организме человека, связанные

с нарушением терморегуляции. И когда врачам приходится направлять людей на курорты, они пока не учитывают особенности этого типа погоды. Соответствующие разработки биоклиматических материалов позволят им иметь в своем распоряжении эту важную характеристику климата курорта.

Душным принято считать тот день, когда хотя бы в один из дневных сроков упругость водяного пара (абсолютная влажность) достигала 18,8 мб и более. Изучение температуры и влажности атмосферы в дни с душной погодой позволило классифицировать душные дни по баллам «интенсивности духоты» в зависимости от абсолютного влагосодержания и

Номограмма для определения интенсивности духоты по значению температуры и относительной влажности воздуха. На оси абсцисс отложены значения t° воздуха, на оси ординат — относительная влажность. Наклонные плавные линии представляют изоплеты упругости водяного пара, проведенные через 2 мб начиная с критического, соответствующего началу ощущения «духоты» ($e=18,8$ мб), и являются показателями «интенсивности духоты» в баллах.



относительной влажности воздуха.

Мы получили номограмму, которая охватывает все помещенные в специальной (психрометрической) таблице сочетания температуры и относительной влажности при упругости водяного пара $\geq 18,8$ мб. Упругость водяного пара, равная 18,8 мб, соответствует 1 баллу «интенсивности духоты»; 20,8 — 2 баллам; 22,8 мб — 3 и т. д. Тогда все возможные фактические упругости водяного пара, приведенные в психрометрической таблице, можно охарактеризовать 10 баллами «интенсивности духоты».

Однако в таком случае каждому баллу интенсивности соответствует большой диапазон изменения температуры и относительной влажности. Поэтому весь этот диапазон разделен еще на 4 зоны в зависимости от относительной влажности воздуха: I зона — 80—100%; II — 60—79%; III — 40—59%; IV — менее 40% относительной влажности.

I зона характеризуется минимальной величиной дефицита влажности. В ней более всего затрудняется испарение с кожных покровов. В каждой следующей зоне относительное увлажнение уменьшается, а температура возрастает. Поэтому в III и IV зонах, например, душный день будет характеризоваться очень высокими температурами, возрастающими по мере увеличения балла «интенсивности духоты». Следовательно, возмож-

ны и большие нарушения терморегуляции в организме человека.

При помощи полученной номограммы для любого района умеренных широт работник биоклиматической станции по сочетанию температуры и одной из характеристик влажности (не прибегая к психрометрической таблице) может быстро определить балл и зону «состояния духоты», сообщив это врачам. Из анализа номограммы следует, что нижний предел «духоты» ($e=18,8$ мб) наступает при температуре, равной 16,8°, и относительной влажности 100%, т. е. душные дни при температурах ниже указанной вообще не отмечаются. В каждой зоне по мере роста температуры воздуха возрастает упругость водяного пара и, следовательно, увеличивается балл «интенсивности духоты».

Интересно, что классификация душных дней четко координируется с изменением весового содержания кислорода — критерием, предложенным ЦНИИ курортологии и физиотерапии¹, и для которого биологические реакции организма и субъективные ощущения человека проверялись клиническим путем.

Таким образом, анализ физической сущности температурно-влажностного состояния атмосферы в душные дни

¹ См. статью В. Ф. Овчаровой. «Почему нам трудно дышится». «Природа», 1968, № 8.

позволяет под «духотой» понимать комплексную биоклиматическую характеристику, отражающую влияние на организм человека абсолютного влагосодержания, относительного увлажнения и весового содержания кислорода воздуха.

Предложенная классификация душных дней может быть использована физиологами для изучения влияния на организм человека повышенного влагосодержания воздуха при высоких температурах. Особый интерес представляет сопоставление состояния и самочувствия человека при различной «интенсивности духоты» (по баллам) в разных зонах относительной влажности.

В климатологическом аспекте классификация душных дней позволит сопоставить режим душевой погоды во всех районах страны.

Используя такую классификацию, мы изучали повторяемость и структуру душных дней на юге Приморского края. Душные дни здесь могут возникать в июне — сентябре. При этом наибольшая их повторяемость, характеризующаяся максимальной интенсивностью, отмечается в июле и августе (более половины душных дней характеризуются и душевой ночью). Врачи-курортологи должны учитывать это обстоятельство при направлении в Сад-город больных из более континентальных районов, где душевая погода наблюдается редко.

УДК 551.571

Читайте в № 11 журнала «Природа»

150 лет со дня рождения Ф. Энгельса **Б. М. Кедров.**

Первые результаты на Серпуховском ускорителе **А. А. Логунов, В. А. Ярба.**

Рождение звезд **С. Б. Пикельнер.**

Работа сердца дельфина **С. П. Колчин, В. М. Белькович.**

Жизнь на склоне **О. Е. Агаханянц.**

Дерматоглифика и хиромантия **Г. С. Черемухин, И. С. Гусева.**

Еще раз о том, как сделать открытие

Ф. К. Величко

Кандидат химических наук
Москва

Итак, вы решили сделать открытие. С чего начать? С чего угодно, только не с консультации со специалистами: они сразу же расхолодят вас, а то еще, чего доброго, и осмеют с высоты своей учености. Вот как отзывался о специалистах автомобильный король Форд: «Они так умны и опытыны, что в точности знают, почему нельзя сделать того-то и того-то; они видят пределы и препятствия. Поэтому я никогда не беру на службу чистокровного специалиста. Если бы я хотел убить конкурентов нечестными средствами, я предоставил бы им полчища специалистов. Получив массу хороших советов, мои конкуренты не могли бы приступить к работе»¹.

Самый лучший способ открыть что-либо — это отыскать подходящего человека, которому достаточно сказать «cherchez!» и далее не мешать. Через некоторое время он протянет вам на ладошке ваше открытие. Американский профессор Джеветт, участвовавший в разработке одного из современных способов электрометаллургии алюминия, выступая на юбилейном собрании, посвященном 50-летию этого способа, прямо заявил: «Моим великим открытием было открытие человека».

В 80-х годах прошлого века, будучи преподавателем в колледже городка Оберлин, штат Огайо, Джеветт обратил внимание на 20-летнего студента Ч. Холла (в транскрипции Д. И. Менделеева — Ш. Галля), который любил ставить опыты и для этого покупал в

частной лаборатории Джеветта стеклянные трубки, пробирки и прочую мелочь. И вот однажды после лекции, в которой Джеветт отметил, что тому, кто изобретет удобный способ получения алюминия, гарантирована по крайней мере благодарность человечества, Холл подошел к нему и сказал: «Я сделаю это!». Джеветт дал ему взаймы лабораторное оборудование, и Холл утащил все домой. А через шесть месяцев он вновь появился перед Джеветтом и протянул ему на ладони дюжину маленьких шариков алюминия. Это было 23 февраля 1886 г. После этого Холл и Джеветт довели изобретение до промышленного внедрения. Алюминий стал доступным.

Если хорошее начало, как говорят французы, — половина сражения, то хороший помощник — это три четверти открытия. Даже Ньютон, добравшись до 67 лет, почувствовал необходимость в помощнике и пригласил для редактирования своих трудов 27-летнего профессора математики Котса. Котс обладал критическим складом ума, работал с большим напряжением сил и буквально заставил старика сделать важное гидродинамическое открытие сжатия струи. Когда Котс неожиданно умер 34 лет, Ньютон с грустью повторял: «Был бы жив м-р Котс, мы еще узнали бы что-нибудь!»¹.

Если вы — зав. лабораторией и хотите, чтобы ваши сотрудники чаще делали открытия, попробуйте создать им невыносимые условия для работы.

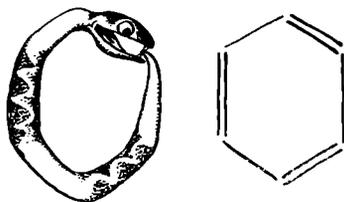
Такой случай произошел в Мюнхене у известного немецкого физика Макса Лауэ в 1912 г. Чтобы разрешить спор, возникший в лаборатории по поводу возможности использования кристаллических веществ в качестве дифракционных решеток для лучей Рентгена, по просьбе Лауэ один из его сотрудников В. Фридрих поставил фотопластинку ребром к прошедшим через кристалл лучам с целью зафиксировать рассеянное под прямым углом рентгеновское излучение. День шел за днем, пластинка все не чернела, а рентгеновская трубка трещала и мешала опытам молодого физика П. Книппинга, у которого времени на эксперимент оставалось в обрез (через две-три недели он должен был покинуть лабораторию). По принципу «лучше ужасный конец, чем ужас без конца» Книппинг взял и переставил фотопластинку так, чтобы лучи, прошедшие через кристалл, падали прямо на нее, т. е. так, чтобы на пластинке проявилось хоть что-нибудь и источник рентгеновского излучения можно было бы выключить. И тогда свершилось великое открытие — на пластинке возникли симметрично расположенные пятна, характеризующие размещение атомов в кристалле. Появилась известная статья Фридриха, Лауэ и (!) Книппинга в 52 томе «Zeitschrift für Kristallographie». Началась эра рентгеноструктурного анализа, и два года спустя Лауэ стал лауреатом Нобелевской премии.

Чтобы сделать открытие, надо больше спать. Речь не о том, что после сна голова свежее. Несколько больших открытий сделано во сне. Д. И. Менделеев рассказывал своему другу известному геологу А. А. Ио-

¹ Цит. по книге Е. И. Регирера «Развитие способностей исследователя», М., «Наука», 1969, стр. 210.

¹ Там же, стр. 164.

странцеву, что, давно подозревая связь между элементами, он (Менделеев) потратил массу времени и бумаги, но открытие все не давалось. И однажды во сне он ясно увидел ту таблицу, которая позднее была напечатана. А известный немецкий химик Август Кекуле (1829—1896) придумал свою формулу бензола (которой мы пользуемся до сих пор) после того, как ему приснилась змея, кусающая свой хвост.

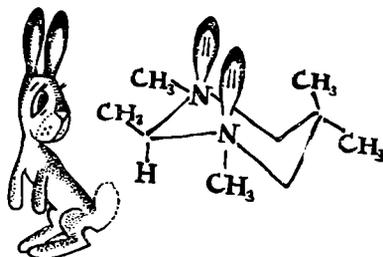


Предложенная Кекуле структурная формула бензола. По его собственному признанию, она появилась чисто интуитивно, после того, как ему приснилась змея, кусающая свой хвост.

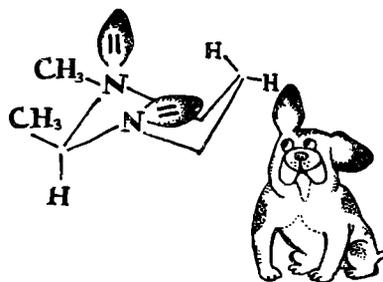
Любителям острых ощущений можно рекомендовать злодейски изощренный вариант этого метода: вы утверждаетесь в мысли, что сегодня ночью в глубоком сне сделаете замечательное открытие. Вот вы уже зеваете, разбираете постель... Теперь выпейте пару стаканов крепкого кофе. Сон снимет как рукой, вы будете метаться в простынях и в конце концов, отчаявшись уснуть, откроете наяву все то, что хотели открыть во сне. Так и случилось, например, с известным французским математиком Анри Пуанкаре (1854—1912). Вот его собственное признание: «...Однажды вечером, вопреки своему обыкновению, я выпил черного кофе и не мог заснуть; идеи возникали в голове толпами...»¹.

Приступающему к открытию очень важно чаще гулять на свежем воздухе, любуясь природой и присматриваясь к ней, не подскажет ли она какой идеи. Именно на охоте маститый советский фармаколог Н. П. Кравков (1865—1924) обратил внимание на заячьи уши как на очень подходящий объект для изучения реакций организма на изолированном органе. А от зайца до кролика один шаг. Теперь метод изолированного органа используется в биологических лабораториях всего мира.

Кроличьи уши послужили и химии. В 1968 г. в «Журнале Американского химического общества» на стр. 7174 Р. Хатчинс, Л. Копп и Э. Илил опубликовали статью о явлении, которое ими названо «эффектом кроличьих ушей». Речь идет о таких производ-



«Эффект кроличьих ушей» (предложен Хатчинсом, Коппом и Илилом) в молекуле 1,2,3,5,5-пентаметил-1,3-дизаациклогексана. Пять метильных групп своим пространственным влиянием не дают электронным облакам свободных пар электронов расположиться на атомах азота более удачно.



«Эффект собачьих ушей» (предложен автором данной статьи) в молекуле 1,2,3-триметил-1,3-дизаациклогексана. При отсутствии пространственных затруднений электронные облака — «уши» — располагаются так, как им удобно.

¹ Цит. по книге Е. И. Регирера «Развитие способностей исследователя». М., «Наука», 1969, стр. 9.

ных кислорода, азота, фосфора или серы, у которых электронные облака свободных пар электронов торчат над плоскостью молекулы (или ее части, если молекула не плоская) параллельно друг другу, наподобие насто-роженных кроличьих ушей. Авторы, однако, с удивлением отметили, что эффект этот проявляется довольно редко, только в том случае, если по-другому этим облакам и располо-житься нельзя из-за пространствен-ных затруднений. А, как правило, облака электронных пар располагаются под углом друг к другу. Если бы ав-торы, выходя подышать свежим воз-духом, обращали внимание на собак, редкость эффекта кроличьих ушей их не удивила бы. Ведь только в ми-нуту опасности природа ставит уши животных в энергетически невыгод-ное положение — торчком. В обыч-ные минуты жизни удобнее хотя бы одно ухо свесить. Так и поступают культурные собаки, главная забота которых — понравиться гостям хозяй-ки. Молекулы по своему поведению в данном случае не отличаются от со-бак. По справедливости, для полноты картины в будущие учебники наряду с «эффектом кроличьих ушей» надо будет внести и более распространен-ное понятие «эффекта собачьих ушей».

Не старайтесь открыть обязательно только то, что хочется. Если не удает-ся открыть одно — открывайте что-нибудь другое! В 1669 г. разоривший-ся гамбургский купец, а по совмести-тельству — алхимик Х. Брандт искал способ получить из мочи золото, а получил фосфор, что оказалось ни-чуть не хуже, так как Брандт тут же продал свой секрет за 200 талеров другому алхимику И. Крафту и таким образом несколько поправил свои дела.

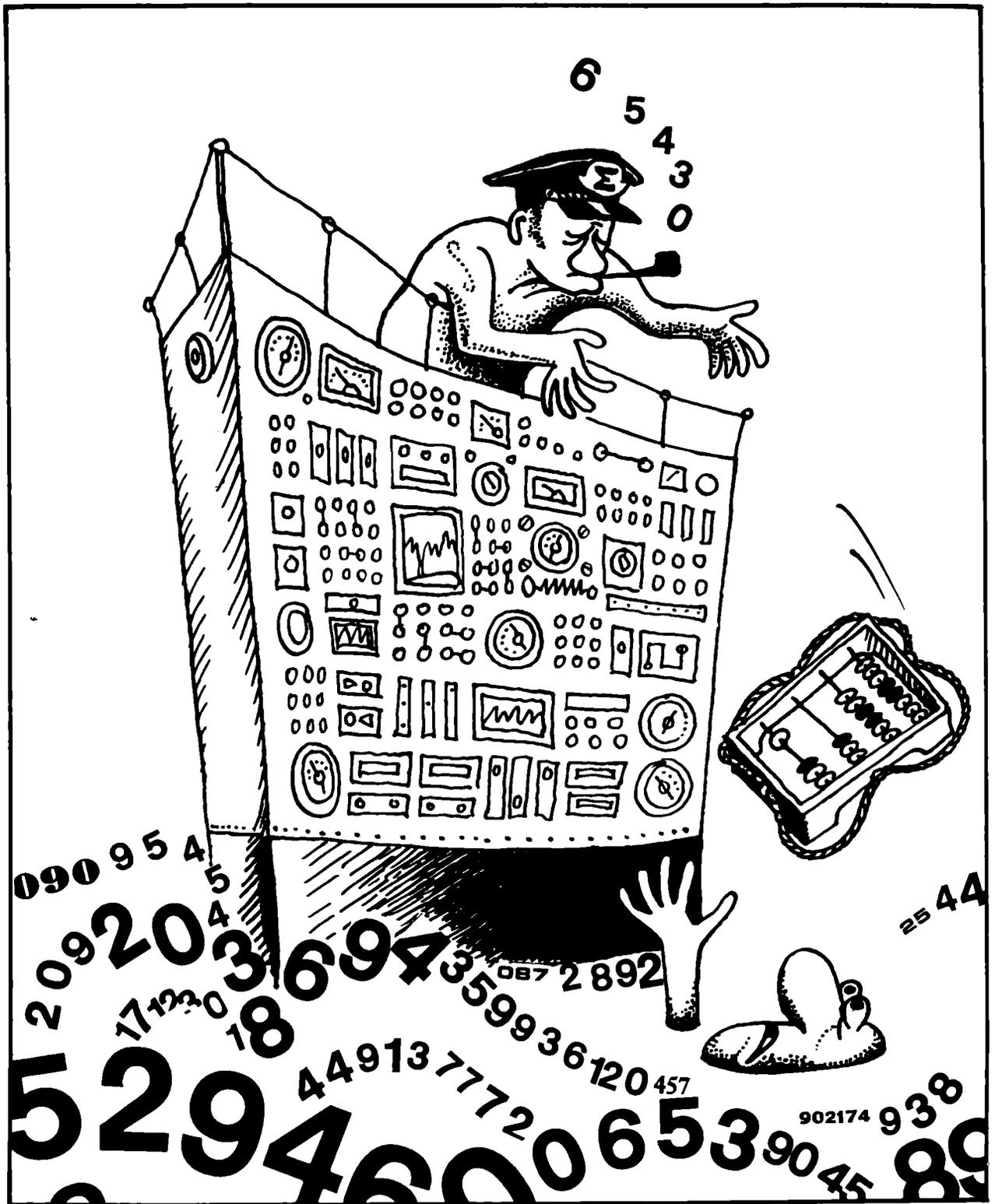
Поучительна также история откры-тия метода радиоактивной метки. Венгерский физико-химик Георг Хе-веш, тот самый, что открыл гафний, целый год (1911) безрезультатно пы-тался отделить радий D от свинца, но не пал духом и решил приспособить эту неразделимость хотя бы для че-го-нибудь. Он нарочно ввел отмерен-ное количество радия D в нитрат свинца и таким образом получил воз-можность по радиоактивному излуче-

нию этой примеси следить за всеми превращениями свинца в ходе хими-ческих реакций. В результате в 1912—1913 гг. Хевеши совместно с Ф. Панетом разработал метод радио-активной метки, столь плодотворный ныне во всевозможных, а особенно в биохимических исследованиях. Есте-ственным следствием этой серии иссле-дований явилось присуждение Хе-вешу в 1943 г. Нобелевской премии.

И, наконец, последний совет. Не делайте лишнего, точнее говоря, ста-райтесь не переборщить. Во-первых, не следует читать всю литературу по интересующему вас вопросу. Если бы бельгийский инженер Э. Сольвэ, раз-работавший в 1863 г. промышленный, так называемый аммиачный, способ получения соды,— если бы он знал, сколько до него было сделано анало-гичных, но неудачных попыток, он бы, пожалуй, не взялся за это дело. Правда, не зная литературы, вы рис-куете изобрести велосипед, но по-скольку вы — человек талантливый, велосипед этот может оказаться со-вершенно новой конструкции! Во-вторых, следует ставить ровно столь-ко опытов, сколько надо — не мень-ше и не больше. Так замечательный английский химик (физики почему-то считают его физиком) Г. Кавендиш не открыл в 1785 г. инертные га-зы (аргон). Поглощая разными реак-тивами составные части воздуха—кис-лород, азот и углекислоту, он заме-тил, что иногда в сосуде остается не-поглощенный пузырек «воздуха» ме-нее 1% от первоначального объема. И так как пузырек был мал и оста-вался далеко не в каждом опыте (а ученый ставил опыты до полной вос-производимости), Кавендиш не при-дал этому факту значения. Аргон был открыт лишь 109 лет спустя лордом Рэлеем. Говорят также, что когда в 1911 г. голландский физик Х. Камер-линг-Оннес первым наткнулся на яв-ление сверхпроводимости при низких температурах, он счел его на первых порах не новым явлением, а ошибкой опыта, которую и устранил, поставив серию дополнительных эксперимен-тов. Однако, поразмыслив, он все же вернулся к своим первоначальным опытам, и едва не ускользнувшее от-крытие было сделано. О последстви-ях вы уже наверное догадались: в

1913 г. Камерлинг-Оннес стал лауреа-том Нобелевской премии.

Ну вот, читатель, теперь вы во все-оружии. Идите. Дерзайте. Открывай-те. А сделав открытие, не забудьте взять меня в соавторы! Я же восполь-зуюсь теперь своим последним сове-том и поставлю здесь точку.



Цена 50 коп.
Индекс 70707

