

ПРИРОДА



И ЮНЬ

1 9 5 9



ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР

ПРИРОДА

И Ю Н Ь

6

1959

ГОД ИЗДАНИЯ Сорок восьмой

Е Ж Е М Е С Я Ч Н Ы Й П О П У Л Я Р Н Ы Й
Е С Т Е С Т В Е Н Н О - Н А У Ч Н Ы Й Ж У Р Н А Л
А К А Д Е М И И Н А У К С С С Р



ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

А К А Д Е М И К Д. И. Щ Е Р Б А К О В

ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА Д. М. ТРОШИН

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Академик Н. Н. АНИЧКОВ (*медицина*), академик А. Е. АРБУЗОВ (*химия*), академик **К. М. БЫКОВ** (*физиология*), академик А. П. ВИНОГРАДОВ (*геохимия*), академик И. П. ГЕРАСИМОВ (*география*), академик Е. Н. ПАВЛОВСКИЙ (*зоология и паразитология*), академик В. Н. СУКАЧЕВ (*ботаника*), академик А. М. ТЕРПИГОВЕВ (*техника*), академик Н. В. ЦИЦИН (*сельское хозяйство*), член-корреспондент АН СССР А. Д. АЛЕКСАНДРОВ (*математика*), член-корреспондент АН СССР Л. А. ЗЕНКЕВИЧ (*океанология*), член-корреспондент АН СССР Х. С. КОШТОЯНЦ (*физиология*), член-корреспондент АН СССР Н. А. КРАСИЛЬНИКОВ (*микробиология*), член-корреспондент АН СССР Б. В. НЕКРАСОВ (*химия*), член-корреспондент АН СССР Н. И. НУЖДИН (*биология*), член-корреспондент АН СССР И. И. ТУМАНОВ (*физиология растений*), член-корреспондент АН СССР А. И. ШАЛЬНИКОВ (*физика*), доктор биологических наук И. А. ЕФРЕМОВ (*палеонтология*), доктор биологических наук В. Л. КРЕТОВИЧ (*биохимия*), доктор физико-математических наук Б. В. КУКАРКИН (*астрономия*), доктор физико-математических наук С. Ю. ЛУКЬЯНОВ (*физика*), доктор технических наук В. А. МАГНИЦКИЙ (*геофизика*), доктор физико-математических наук К. К. МАРДЖАНИШВИЛИ (*математика*), доктор географических наук А. Х. ХРГИАН (*метеорология*), доктор биологических наук К. К. ФЛЁРОВ (*палеонтология*), А. И. НАЗАРОВ

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Профессор Я. А. Смородинский</i>	
Пространственная структура атомного ядра	3
<i>Профессор Н. П. Барабашов</i>	
Новое в изучении Марса	13
<i>Профессор В. И. Герасимовский</i>	
Геохимия редкоземельных элементов	19
<i>Профессор З. И. Журбицкий</i>	
Агрономическая химия	27
<i>П. А. Гордиенко</i>	
Научная вахта у Северного полюса (К 5-летию непрерывной работы советских дрейфующих научно-исследовательских станций)	35
СЕМИЛЕТКА И ПРОБЛЕМЫ НАУКИ	
<i>Академик А. М. Терпигорев. Горная наука и новейшая техника добычи полезных ископаемых</i>	41
<i>Член-корреспондент АН СССР П. П. Будников. Насущные задачи исследования и производства силикатных материалов</i>	44
ЛАУРЕАТЫ ЛЕНИНСКИХ ПРЕМИЙ	
<i>И. С. Бурдюгов. Важный шаг к освоению Курской магнитной аномалии</i>	47
<i>И. А. Блинные. Крупнейшее месторождение природного газа</i>	49
В ЗАЩИТУ ПРИРОДЫ	
<i>Профессор Э. В. Кумари. Охрана природы в Эстонской ССР</i>	51
<i>Г. И. Ишунин. Сохранить белогогогогого медведя в горах Узбекистана</i>	56
СЪЕЗДЫ И КОНФЕРЕНЦИИ	
<i>А. Н. Губкин, Б. Н. Мацинашвили. Физика диэлектриков (Вторая Всесоюзная конференция)</i>	57
НАУКА В СТРАНАХ НАРОДНОЙ ДЕМОКРАТИИ	
<i>Реже Таран. Проблемы кибернетики</i>	62
ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ	
<i>Я. Я. Поварков. Великий материалист древней Греции (К 2300-летию со дня рождения Эпикура)</i>	69
НОВОСТИ НАУКИ	
<i>Профессор О. А. Мельников. Исследования ультрафиолетового спектра Солнца</i>	75
НАУЧНЫЕ СООБЩЕНИЯ	
<i>Г. И. Коган-Белецкий. Град на больших высотах (79). Д. Н. Финкельштейн, В. А. Ярцев. Рудничный газ (82). П. П. Гансон, Н. Л. Зенкевич, И. В. Сергеев, Г. Б. Удинцев. Максимальные глубины мирового океана (84). В. И. Финько, Н. В. Овсянников. Новое месторождение декоративного мрамора (88). В. И. Кониев. Природные ресурсы Витимо-Олекминской горной страны (90). Н. А. Шульц. Влияние колебаний солнечной активности на кровотоки (92). К. П. Иванов. О терморепраторах «холоднокровных» животных (94). В. Н. Андреев, Т. В. Вахтина. Влияние приземного климата на фенологию растений в субарктике (96). Ладислав Влк. О прибрежных посадках ивы (97). А. И. Смирнов. Межродовая гибридизация тихоокеанских лососей (98). Рост и регулирование поголовья лосей (100). Профессор В. В. Богачев. Загадочная палеонтологическая находка (103).</i>	
ПЛОДОВОДСТВО И ЦВЕТОВОДСТВО	
<i>К. П. Попов. Необычное цветение абрикоса после подмерзания (104). И. В. Цицугин. Новый метод выращивания штамбовых роз (105).¹</i>	
НЕКРОЛОГ	
<i>Выдающийся физиолог и общественный деятель (К кончине академика К. М. Быкова)</i> 107	
ХРОНИКА НАУЧНОЙ ЖИЗНИ	
<i>Общее (годовое) собрание Академии наук СССР (108).</i>	
ЗАМЕТКИ И НАБЛЮДЕНИЯ	
<i>Два смерча (112). Н. А. Корнилов. Крупный метеор над Кольским плуостровом (113). И. К. Бик. Снег в период теплой погоды (113). А. И. Ефимов. Искусственное дождевание на алмазном участке (113). Л. И. Рубцов. Достопримечательные особи дуба в Крыму (114). С. П. Боравский. «Виноградное дерево» (115). С. Е. Есакова, И. Н. Солдатова. Вселение терединид в Азовское море (115). И. А. Шляков. О направлении летки искусственных гнездовых птиц (116). Т. К. Небольсина. Краб в Каспийском море (116). Л. В. Князев. Борьба с порчей воды при помощи антибиотиков (117).</i>	
КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ	
<i>М. А. Маизинг, О. П. Шелкова. Полезная книга для любителей природы (118). В. А. Боярский. Повесть о стекле (120). М. Ф. Нестурх. У порога сознания (121). Коротко о новых книгах (123).</i>	
КАЛЕНДАРЬ ПРИРОДЫ	
<i>Б. Н. Пановкин. Покрытие крабовидной туманности сверхкоронной солнцем (125). В. И. Долгошов. Сроки сенокоса (125). И. И. Андреев. Действие похолодания на насекомых (126). В. Н. Голубев. Растительность западносибирской лесостепи (126). М. А. Евтюхова. Полевые цветы на улицах Москвы (127). Ю. М. Залеский. Танец поденок (128).</i>	

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ СТРУКТУРА АТОМНОГО ЯДРА

Профессор Я. А. Сморodinский

Объединенный институт ядерных исследований (Дубна)



ОТКРЫТИЕ ЯДЕРНОЙ МОДЕЛИ

Ядерная физика возникла в тот день, когда Эрнест Резерфорд, изучая рассеяние α -частицы атомами, обнаружил, что модель атома Томсона неверна и что положительный заряд не «размазан» непрерывно по всему атому, а сконцентрирован в его центральной части — ядре. Это было революционное событие, которое изменило весь ход развития физической науки.

Открытие электронов — частиц, в которых сконцентрировано все отрицательное электричество, было только первым этапом в крушении старых представлений об атоме. Физики начала XX в. обычно представляли себе атом как равномерно заряженный положительным электричеством шарик, в котором колеблются отрицательные электроны. Лишь пространство между атомами считалось пустым. Только Резерфорду удалось глубже проникнуть в тайны строения атома и обнаружить, что атом, собственно говоря, столь же «пуст», как и солнечная система, и что практически вся его масса содержится в ядре.

Это открытие ознаменовало рождение планетарной модели атома. Такая модель противоречила самым элементарным законам классической физики, с неизбежностью приводившим к невозможности устойчивого обращения заряженного электрона вокруг ядра без излучения. Тем не менее, она оказалась почти правильной.

Появление модели атома Резерфорда сразу же поставило перед физиками ряд вопросов: какие размеры имеет ядро, как оно устроено, из чего состоит; какие силы удерживают положительные заряды внутри столь малой области?

Собственно говоря, все эти вопросы можно было поставить (и они уже ставились) для электрона. Но попытки ответить на них приводили к непреодолимым трудностям. Представить себе электрон в виде точки, не имеющей размеров, было невозможно — такая точка имела бы бесконечно большую энергию; представить себе электрон в виде шарика также нельзя — непонятно, какие силы будут удерживать его против сил кулоновского отталкивания. Все эти затруднения остались практически непреодоленными и до настоящего времени. Но мы теперь знаем, что если электрон и имеет размеры, то они очень малы и, может быть, не влияют на результаты тех опытов, которые пока проводились.

Задача о ядре существенно отличалась от задачи об электроны. Было хорошо известно, что ядро — не самая маленькая положительная частица, такой является лишь ядро водорода — протон. Ядра всех остальных атомов с самого начала рассматривались как сложные системы, состоящие из протонов и, как сейчас ясно, из нейтронов.

Каковы же размеры этой системы?

Вскоре после открытия Резерфорда был получен и первый, грубый, ответ на этот

вопрос. Гейгер и Марсен, изучая как α -частицы, сталкиваясь с атомами, отклоняются, показали, что закон Кулона, описывающий электрическое взаимодействие между ядром и α -частицей, справедлив вплоть до очень малых расстояний между сталкивающимися частицами. Отсюда можно было заключить, что радиус даже очень тяжелых ядер, таких как золота, во всяком случае меньше, чем $4 \cdot 10^{-12}$ см. Это была первая оценка размеров ядра. Она была не очень сильно завышена — радиус ядра золота составляет в действительности около $0,8 \cdot 10^{-12}$ см.

ЯДЕРНЫЕ СИЛЫ

Нет смысла описывать различные попытки определения радиусов ядер в их исторической последовательности. В этом вопросе прогресс был очень медленным, и лишь в последние 10 лет задачи об определении размеров ядер — и несколько неожиданно возникший вопрос об их форме — получили удовлетворительное решение. Поэтому мы сразу перейдем к современному состоянию дела. Но прежде всего необходимо более точно выяснить: что мы должны понимать под размером ядра и какие свойства ядра связаны с такой величиной.

Когда речь идет о размерах обычных макроскопических предметов, то понятие их размеров (длины, высоты, ширины), казалось бы, не требует каких-либо дополнительных разъяснений. Однако это будет действительно так, если только не пытаться определить эти величины слишком точно.

Весьма легко измерить длину, например, неочиненного карандаша с точностью до 0,5 мм. Однако если попытаться сделать это более точно, то непременно столкнешься с тем, что шероховатости на торцах карандаша имеют разную величину в разных местах и, строго говоря, можно определить лишь расстояние между двумя заданными точками на двух торцах. Но и это еще не все. Если потребовать определения этого расстояния с точностью до ангстремов (10^{-8} см), то мы натолкнемся на то, что само понятие поверхности теряет смысл; ведь молекулы, из которых состоит древесина, колеблются, и никакой неподвижной поверхности вообще не существует, а потому точно может быть задано только расстояние

между двумя точками пространства, а не торцами карандаша. Таким образом, само понятие длины карандаша определено не точно. Оно имеет смысл лишь до тех пор, пока мы не требуем, чтобы неточность измерения была существенно меньше 0,1%. Эти вполне элементарные соображения становятся весьма существенными, когда мы переходим к таким малым объектам, как атомное ядро. Оказывается, что только весьма своеобразные свойства сил, которые удерживают эту систему от развала, позволяют говорить о ее размерах.

Ядерные силы, которые действуют между нуклонами — протонами и нейтронами, резко отличаются по своим свойствам от кулоновских сил. Притяжение между двумя разноименно заряженными частицами убывает как квадрат расстояния и остается заметным и на больших макроскопических расстояниях. Напротив, силы взаимодействия между двумя нуклонами, которые очень велики на малых расстояниях, убывают с расстоянием несравненно быстрее. Грубо можно сказать, что сила притяжения между двумя нуклонами изменяется с расстоянием r как $\frac{1}{r^2} e^{-r/a}$, где a примерно равно $1,2 \cdot 10^{-13}$ см (физики часто используют новую единицу длины — 1 ферми = 10^{-13} см, так что $a = 1,2$ ферми).

Это значит, что уже на расстояниях в несколько ферми нуклоны практически не взаимодействуют друг с другом. Такие силы называют «короткодействующими» с радиусом действия порядка a , в отличие от электромагнитных сил — сил дальнего действия, радиус которого бесконечно велик.

Если рассмотреть теперь силы, которые действуют между протоном и ядром, то нужно будет различать две области. Пока расстояние до ядра существенно больше, чем радиус действия ядерных сил a , на протон будут действовать только кулоновские силы. По мере того как расстояние до ядра будет приближаться к величине a , в игру вступают ядерные силы, которые при еще меньших расстояниях окажутся преобладающими.

Таким образом, опыты по рассеянию в принципе могут определить область, внутри которой действуют большие ядерные силы. Благодаря тому, что область их действия простирается на небольшое расстояние, ве-

личину этой области естественно считать равной размерам ядра. Из вышеизложенного видно и то, какую точность имеет это понятие. Ясно, что границы ядра определены с точностью до величины порядка a и если бы a было существенно больше или силы убывали с расстоянием не экспоненциально, то границы ядра просто не существовало бы.

Следовательно, уже сам факт существования у ядра достаточно резкой границы не тривиален и из него вытекают важные следствия. Говоря о границах ядра, никогда не следует забывать, что они размыты (физики говорят — диффузны). Этот факт также имеет важное значение для объяснения результатов опыта. Удивительно, что о диффузности поверхности ядра физики вспомнили очень поздно, и лишь в последние 4—5 лет это понятие получило общее признание.

Если короткодействующие ядерные силы не дают ядру разлететься, то что мешает нуклонам под действием этих же сил собраться практически в точку — упасть друг на друга. Это не может произойти из-за существования очень важного свойства квантовых систем — принципа Паули: в каждом квантовом состоянии может находиться только одна частица. В применении к нашему случаю можно сказать, что принцип Паули не разрешает, чтобы все нуклоны находились в одном и том же месте пространства. Это же свойство, как известно, обеспечивает и устойчивость атомов, не дает всем электронам упасть на самую глубокую орбиту.

ПЛОТНОСТЬ ЯДЕРНОГО ВЕЩЕСТВА

Важным свойством ядер, обнаруженным уже очень давно, является их постоянная плотность. Как оказалось, объем любого ядра с большой степенью точности пропорционален числу нуклонов, из которых ядро состоит. Если, как это долго считалось, принять, что ядро имеет форму шара, то объем ядра определяется формулой

$$V = V_0 A,$$

где A — число нуклонов в ядре, а V_0 — объем, приходящийся на один нуклон ($1/V_0$ — число нуклонов в единице объема — плотность ядерного вещества).

Постоянство V_0 было бы не удивительным для системы из очень большого числа

частиц. Ведь никого же не удивит, что плотность воды в капле и в ведре одна и та же. Но когда это свойство проявляется в системе, состоящей всего из десятка сильно взаимодействующих частиц, оно заслуживает быть особо отмеченным. Забегая вперед, посмотрим, какую величину имеет «удельный объем» V_0 .

Обычно принято в формулу вводить не объем ядра, а его радиус R . Так как

$$V = \frac{4}{3}\pi R^3,$$

то R , очевидно, должен быть пропорционален корню кубическому из числа частиц (r_0 — коэффициент пропорциональности)

$$R = r_0 A^{1/3}.$$

Удельный объем связан с r_0 соотношением

$$V_0 = \frac{4}{3}\pi r_0^3.$$

Современные данные дают для r_0 значение порядка 1,1—1,2 ферми (неопределенность связана с диффузностью границы ядра). Таким образом, радиусы ядер лежат в интервале от 1,1—1,2 ферми для протона, до ~7—8 ферми для самых тяжелых ядер или с учетом диффузной границы до ~8—9 ферми. Для удельного объема V_0 мы получаем

$$V_0 \cong 7 \cdot 10^{-39} \text{ см}^3 = 7 \text{ (ферми)}^3$$

или для плотности

$$1/V_0 = 0,14 - 0,15 \frac{\text{нуклон}}{\text{ферми}^3}.$$

Могло бы показаться, что ядро должно быть плотно «забито» веществом. Однако, как мы увидим в дальнейшем, сами нуклоны занимают сравнительно малый объем.

«Радиус» нуклона (точно, что это такое, мы определим дальше) составляет примерно 0,7 ферми и его «объем» около 1,5 ферми³. Этот объем в пять раз меньше удельного объема V_0 , приходящегося на один нуклон в ядре, так что нуклоны в ядре вовсе не так уж плотно упакованы.

Из того, что говорилось раньше, должно следовать, что для очень легких ядер, когда диффузность ядра становится сравнимой с его радиусом, нельзя уже ожидать такой прямой связи между объемом ядра и числом

нуклонов в нем. И действительно такой эффект наблюдали, например, у ядер Li^6 и Li^7 , у которых радиусы отличаются сравнительно сильно [больше, чем в отношении $(6/7)^3$].

РАДИУС ЯДРА ИЗ α -РАСПАДА

До тех пор пока в распоряжении физиков не было искусственно созданных пучков частиц, единственным источником сведений о размерах ядер было рассеяние частиц, излучаемых естественными радиоактивными элементами. Однако энергия таких частиц сравнительно мала и они не могут подойти близко к ядру из-за кулоновского отталкивания. Поэтому-то в опытах Резерфорда и его последователей можно было лишь очень грубо оценить размер ядра. Однако существуют такие условия, когда α -частица, несмотря на недостаточную энергию, все же попадет в область действия ядерных сил. Это происходит в процессе вылета α -частицы ядра при радиоактивном распаде. Поле сил, в котором движется α -частица, вылетающая из ядра, имеет характерную форму «барьера» (рис. 1). Вплоть до поверхности ядра — это кулоновские силы отталкивания, внутри ядра — ядерные силы притяжения. Благодаря этому по мере удаления α -частицы от центра ядра, потенциальная энергия ее сначала растет, достигает максимума, а потом падает до нуля на бесконечности. Прохождение α -частицы (с энергией меньше той, которая отвечала бы максимуму) через такой барьер («туннельный» переход) — одна из простейших задач квантовой механики, и если бы механизм образования α -частицы внутри ядра был известен теоретически, то из времени жизни α -излучателя можно было бы определить один параметр — положение максимума, которое и можно было бы принять за радиус ядра. При помощи этого метода и были проведены первые оценки радиусов ядер (основанные на некоторых более или менее правдоподобных предположениях о взаимодействии внутри ядра).

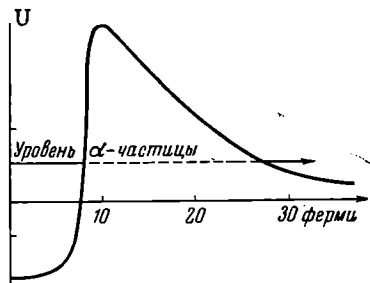


Рис. 1. Примерная зависимость потенциальной энергии взаимодействия α -частицы с ядром (потенциальный «барьер»). Энергия α -частицы показана горизонтальной линией. На рисунке видно, что «радиус» ядра не есть точное понятие, а связан с неопределенностью порядка барьера

Однако, строго говоря, такой метод дает не радиус ядра, а сумму радиусов ядра и α -частицы. Кроме того, ряд экспериментальных ошибок (неправильная идентификация α -переходов) привели к тому, что этот метод давал недостоверные результаты (не согласующиеся с общей закономерностью — законом $A^{1/4}$). Только теперь этот метод приведен в соответствие с другими, о которых речь будет идти ниже.

РАДИУС ИЗ РАССЕЯНИЯ НУКЛОНОВ

Как только физики получили искусственные пучки нуклонов, возникла возможность новых измерений радиусов ядер. Наиболее полные измерения были сделаны тогда, когда при помощи реакции $\text{N}^2 + \text{N}^3 \rightarrow \text{He}^4 + n$ стали получать нейтронные пучки с энергией 17 Мэв большой интенсивности. Эти опыты позволили впервые вывести формулу для радиуса ядра:

$$R = (1,5 A^{1/4} + 1,0) \text{ ферми.}$$

Постоянное слагаемое, не зависящее от числа частиц в ядре, объяснялось при этом как «радиус» действия ядерных сил нейтрона. К сожалению, эта формула, которой много пользовались и которая до сих пор встречается в литературе, в действительности совершенно не вытекает из опыта.

Опыты по рассеянию нуклонов вообще очень трудно интерпретировать. Трудность состоит в том, что мы очень мало знаем о ядерных силах, а потому не можем написать никакой теоретической формулы, которая связывала бы размеры ядра с вероятностью рассеяния. Это можно было бы сделать лишь в очень упрощенной модели. Часто для этого используют модель «черного ядра», предполагая, что все без исключения частицы, попавшие в ядро, поглощаются им. Такая полностью поглощающая модель приводит к сечению рассеяния, равному πR^2 . Эта модель и была использована для получения написанной выше формулы.

Однако сам вывод содер-

жит два существенных порока. Прежде всего, ядро не является абсолютно поглощающим телом. Оно, как говорят, полупрозрачно — часть нейтронов, попавших в ядро, имеет заметную вероятность пройти его насквозь. С другой стороны, и это не менее важно, существенную роль (особенно при больших энергиях) играет диффузность (размытость) границы ядра. Поэтому, строго говоря, анализ опытов по рассеянию нуклонов должен ставить своей задачей не только определение радиуса ядра, но и определение других его характеристик — коэффициента поглощения и ширины его диффузной границы.

Этот более подробный анализ потребовал многих опытов с частицами, обладающими различными энергиями. Результаты оказались в согласии с несравненно более прямыми данными о рассеянии электронов ядрами, к описанию которых мы и перейдем.

РАССЕЯНИЕ ЭЛЕКТРОНОВ ЯДРАМИ

Трудности теоретического анализа опытов с нуклонами связаны главным образом с тем, что физикам точно неизвестны законы взаимодействия и приходилось вводить в теорию упрощающие предположения. Кроме того, в теорию входил вопрос о размерах самой бомбардирующей частицы — нуклона или α -частицы, что также не улучшало точности анализа.

Всем было ясно, что нужно поставить опыты, которые были в принципе лишены всех этих недостатков. Ясно также, что если мы в качестве бомбардирующей частицы выберем электрон, то все трудности анализа исчезнут. Закон взаимодействия известен точно и описывается уравнениями Максвелла. О размерах электрона мы ничего не знаем и пока полагаем, что о них можно не заботиться¹. Трудности состояли только в том, что физики, построив большое число ускорителей ядерных частиц, совсем не строили электронных ускорителей, которые создали бы пучки электронов с заданной энергией².

Между тем, оказалось, что создание мощ-

ного линейного ускорителя привело к очень важным результатам. Такой ускоритель был построен в лаборатории в Станфорде (США), где два физика — Гофштадтер и Пановский открыли своими работами новую главу экспериментальной ядерной физики — исследование ядра при помощи электронного пучка.

Результаты этих исследований дали, наконец, возможность получить сведения о размерах ядер, не связанные ни с какими модельными представлениями.

Рассмотрим несколько более подробно вопрос о том, какую информацию о ядре в принципе может дать изучение рассеяния отрицательно заряженного электрона.

Прежде всего ясно, что в этих опытах изучается не распределение нуклонов в ядре, а распределение электрического заряда.

Если бы электрон подчинялся классической механике и его траекторию можно было определить на опыте, то, измеряя траектории, проходящие на разных расстояниях от центра ядра, можно было бы в принципе промерить электрическое поле в каждой точке. Подобно этому, например, в оптике, если у нас есть достаточно тонкий пучок света, то мы при помощи микроскопа можем получить изображение объекта и измерить показатель преломления в любой его точке (заметим, что показатель преломления и потенциал связываются в квантовой механике простой формулой). В то же время хорошо известно, что это можно делать только до тех пор, пока мы не интересуемся очень маленькими объемами. Только пока размеры образца существенно больше, чем длина волны падающего света, мы получаем на экране то, что принято в обыденной жизни называть изображением объекта. Длина волны видимого света составляет несколько тысяч ангстрем, поэтому при его помощи можно получать изображения предметов с размерами, грубо говоря, не менее нескольких микрон. Если же предмет меньше, то вместо изображения, в обычном смысле слова, получается лишь сложная дифракционная картина, которая совсем не похожа на сам предмет.

Совершенно такое же положение возникает в электронном микроскопе. Так как длина волны электронов существенно меньше, чем длины волн видимого света, то пучок электронов может дать изображение значительно меньшего предмета. Длина волны,

¹ Точнее об этом будет сказано в последнем разделе статьи.

² В существовавших бетатронах электроны создавались внутри машины, и задача вывода пучка из машины так и не была решена.

согласно квантовой механике, для медленного электрона (скорость которого много меньше скорости света) определяется формулой:

$$\lambda = \frac{h}{mv} \quad (v \ll c).$$

(Здесь h постоянная Планка $= 10^{-27}$ эрг.сек., m — масса электрона $\sim 0,9 \cdot 10^{-27}$ г, а v — скорость).

Таким образом, грубо, длина волны (в см) численно равна обратной величине скорости. Для электрона, ускоренного разностью потенциалов в 1 в, $\lambda = 2$ Å. Хотя эта величина и мала по сравнению с длиной волны видимого света, она огромна по сравнению с размерами ядер. Чтобы построить «электронный микроскоп» для ядра, надо использовать значительно более быстрые электроны. У электрона, скорость которого близка к скорости света, формула длины волны меняется, а именно¹

$$\lambda = \frac{hc}{E} = \frac{h}{mc} \cdot \frac{mc^2}{E}.$$

Здесь E энергия электрона. Величина h/mc носит название комптоновской длины волны электрона и равна примерно $4 \cdot 10^{-11}$ см. Если вспомнить, что энергия покоя электрона mc^2 составляет около 0,5 Мэв ($0,8 \cdot 10^{-8}$ эрг), то получим, что

$$\lambda \cong \frac{2 \cdot 10^{-11}}{E \text{ (Мэв)}} \text{ см.}$$

Из этой формулы видно, что для того чтобы иметь возможность изучать ядро, надо иметь электронный пучок с энергией в сотни, а еще лучше в тысячи или миллионы электрон-вольт. Сейчас проведены опыты примерно до 600 Мэв. В разных лабораториях мира строятся ускорители, которые будут давать электроны с энергией до 6000 Мэв, что уже будет отвечать длине волны $\lambda = 0,3 \cdot 10^{-14}$ см. В опытах же, проведенных до сего времени, использовались электроны, длина волны которых была порядка размеров исследуемого ядра. Тем не менее и эти опыты дали много ценных сведений. Хотя в этом случае и нет возможности получить что-нибудь похожее на изображение объекта, вычисления могут дать важные сведения о рассеивающем объекте, так как

¹ Точная формула, пригодная для любых скоростей, $\lambda = \frac{h}{p}$, где p — импульс электрона.

получаемая диффракционная картина определяется его свойствами при помощи уравнений квантовой механики.

Законен вопрос: зачем вообще нужны тогда большие энергии, если можно все вычислить из данных, полученных в области меньших энергий? Действительно, если бы экспериментальные данные были абсолютно точны и все электроны имели строго одинаковую энергию, то в этих условиях обратная задача — определение свойств объекта по измеренному распределению интенсивности изображения (диффракционной картине) — имела бы точное решение. В действительности, конечно, все измерения сопровождаются ошибками. Электроны в пучке несколько разбросаны по энергиям. Измерения только тогда дают реальную информацию, когда они «устойчивы» относительно ошибок, т. е. тогда, когда небольшие экспериментальные ошибки не приводят к большим неопределенностям в результатах. Именно эта причина делает невозможным определение свойств ядра при малых энергиях электронов. При больших длинах волн электронов даже сравнительно небольшие ошибки в опыте приведут к большой неопределенности в интерпретации. Только очень точные измерения позволили бы в этом случае получить нужные нам сведения. В обычных же условиях результаты опытов будут согласовываться с самыми разными представлениями.

С ростом энергии «устойчивость» повышается и требования к точности опытов смягчаются. Задача экспериментатора, планирующего опыты, и состоит в нахождении разумного компромисса между увеличением энергии и повышением точности измерений.

Мы можем теперь кратко описать результаты опытов, которые были проведены.

Так как длина волны электронов была по порядку величины сравнима с размерами системы, то опыты не могли дать очень многих сведений о распределении плотности в ядре. В частности, из данных опытов почти ничего не следует о плотности в центральных областях ядра. В отношении тяжелых ядер можно сказать, что опыты показали существование диффузной границы толщиной примерно 2—3 ферми и более или менее однородно заряженной «сердцевинки» с радиусом, пропорциональным $A^{1/3}$.

Для описания этого распределения ока-

зывается удобным выбрать кривую с двумя параметрами, хорошо передающую эти свойства, тогда опыты позволят определить значение параметров. Напоминаем, что точность опыта не позволяет различить сходные кривые. За «модельную» кривую выбирают обычно так называемое распределение Ферми:

$$\rho(r) = \frac{\rho(0)}{1 + e^{(r-c)/t}}$$

Здесь $\rho(0)$ — плотность в центре, c и t — параметры, определяемые из опытов. При малых $r \ll c$ плотность практически не зависит от расстояния, при больших $r \gg c$ и $r \gg a$ она быстро падает с расстоянием (как $e^{-r/a}$).

Эта формула довольно хорошо описывает распределение плотности для всех ядер с числом частиц больше 20, если принять следующие значения постоянных:

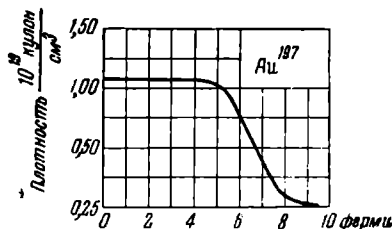


Рис. 2. Распределение плотности электрического заряда в ядре золота, полученное при помощи рассеяния электронов с энергией 183 Мэв. Кривая выбрана заранее в виде

$$\rho = \rho_0 [1 + e^{(r-c)/t}]$$

Параметры c и t определены из опыта; $c = 6,38$ ферми; $t = 2,32$ ферми. ρ_0 определяется полным зарядом ядра; $\rho_0 = 1,09 \cdot 10^{19}$ кулон/см³ $= 0,109 \cdot 10^{-19}$ кулон/ферми³ (напомним, что заряд электрона равен $4,80 \cdot 10^{-10}$ CGSE $= 1,6 \cdot 10^{-19}$ кулона)

уже нет смысла разделять ядро на «сердцевину» и границу. В этом случае в распределении отсутствует плоское «плато» и его лучше описывать кривой другого типа.

Результаты опытов (пока еще не очень точных) можно, например, подогнать к кривой типа

$$\rho(r) = \rho(0) \left[1 + (z-2) \frac{r^2}{3a^2} \right] e^{-r^2/a^2}$$

Здесь z — заряд ядра, a — параметр, определяемый из опыта. На рис. 3 эти распределения нарисованы для кислорода и углерода ($a \cong 1,65$ ферми). На рис. 4 дано распределение Ферми, подогнанное под результаты опытов с Li^6 ($c = 5,3$ ферми, $t = 0,7$ ферми).

Подчеркнем еще раз, что все эти данные очень грубы и только дальнейшие опыты (с использованием электронов больших энергий) позволяют получить более детальные сведения о пространственной структуре ядер.

В заключение отметим еще одно важное свойство ядра.

До сих пор предполагали, что ядро имеет шарообразную форму, которую можно описать одним параметром — радиусом. Такое мнение было общепринято, так как считалось, что нет никаких причин, которые могли бы изменить сферическую форму ядра. Возможно, что это представление возникло по аналогии с атомом.

Как хорошо известно, электроны удерживаются в атоме электрическим полем ядра. Так как размеры ядра во много раз меньше размеров атома, то ядро создает такое же поле, как и точечный заряд, помещенный в центре атома. Но поле точечного заряда сферически симметрично, поэтому и все свойства атома не должны зависеть от углов. В этом случае атом должен был иметь форму шарика. Совсем иначе обстоит дело в ядре. Исследования показали, что у некоторых ядер энергетический спектр похож на спектр вращающейся двухатомной молекулы. Он может быть хорошо описан, если предположить, что эти ядра имеют форму эллип-

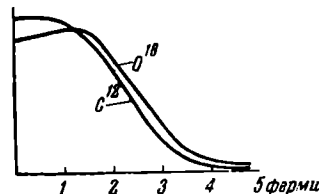


Рис. 3. Примерное распределение заряда в ядрах углерода и кислорода, определенное при помощи рассеяния электронов с энергией 420 Мэв. В этом случае экспериментальные результаты интерпретировались кривой:

$$\rho = \rho_0 [1 + (z-2) \frac{r^2}{3a^2}] e^{-r^2/a^2}$$

причем для углерода $a = 1,60$ ферми, а для кислорода $a = 1,72$ ферми. Форма кривой на малых расстояниях (уменьшение плотности для кислорода) связывали с ранее выбранной формой кривой. Опыты можно описать и кривыми другого типа. Результаты опытов, строго говоря, определяют плотность только на расстояниях, не меньших 1 ферми

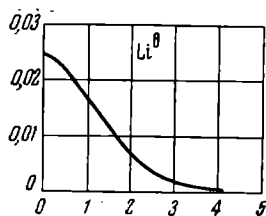


Рис. 4. Кривые распределения Ферми, подогнанные под результаты опытов с Li. Кривые выбраны в такой же форме, как и на рис. 2 для золота. Параметры этой кривой: $c=5,3$ ферми, $t=0,7$ ферми. По осям отложены те же величины, что и на рис. 2

элементов — алюминия и магния.

Эти свойства ядер были открыты в 1952 г. Оге Бором и Маттельсоном. С тех пор их выводы были подтверждены в огромном числе работ. Сведения о несферичности ядер были получены из данных о квадрупольных моментах и моментах инерции ядер. Экспериментальной основой явились для квадрупольных моментов сверхтонкая структура оптических спектров и данные радиоспектроскопии, а для моментов инерции — данные ядерной спектроскопии.

Вытянутость ядер, конечно, слабо проявлялась в опытах по рассеянию частиц ядрами, так как этот эффект невелик. Причина состоит в том, что ядро движется и вращается с большой скоростью в пространстве. Поэтому с точки зрения налетающей частицы, ядро фактически оказывается сферическим, только его граница становится более размытой. Этот эффект также, по-видимому, замечен у некоторых ядер, однако точность опытов еще не достаточна, чтобы из них можно было делать убедительные заключения.

Возникает законный вопрос — не окажется ли ядро еще более сложной формой,

соида вращения, вытянутого вдоль своей большой оси.

Таким образом, вытянутыми ядрами¹ оказались многие из ядер редких земель, у которых большая ось процентов на 20 больше малой. Подобную форму имеют тяжелые ядра, лежащие в конце таблицы Менделеева: уран, плутоний и др., но вытянутость у них несколько меньше. Вытянутыми оказались также и ядра некоторых легких

чем сравнительно простой эллипсоид вращения. Предполагают, что ядро, может быть, имеет форму трехосного эллипсоида.

Спектры некоторых ядер дают основание полагать, что, возможно, некоторые из них грушевидной формы. Что в этих предположениях правильно, покажут дальнейшие опыты.

Следует, наконец, еще заметить, что заряды внутри ядра также не неподвижны. Правильнее сказать, что ядро представляет собой систему электрических токов, которые, в частности, создают и магнитный момент ядра. Распределение токов также определяется из результатов опытов по рассеянию электронов ядрами. Однако все эти опыты пока еще также недостаточно точны, чтобы из них можно было извлечь сведения о деталях такого распределения.

РАЗМЕРЫ НУКЛОНОВ

Получив в свои руки электроны большой энергии, физики сразу же попытались посмотреть, есть ли какие-либо размеры у протона.

С теоретической точки зрения всегда считалось, что протон окружен «облаком» из π -мезонов. Такое «облако» должно распространяться на расстоянии порядка радиуса действия ядерных сил ($\sim 1,2$ ферми) и оно должно влиять на рассеяние электронов. Первые опыты, однако, показали, что вплоть до расстояния от центра протона, равного 1 ферми, поле еще остается кулоновским и существование облака не сказывается. Только более точные опыты Хофштадтера позволили обнаружить это «облако». Его радиус оказался равным 0,8 ферми¹. Точность последних опытов Хофштадтера такова, что распределение заряда в «облаке» может быть прослежено примерно в интервале от 0,6 до 1,5 ферми. Различные модели, у которых распределения совпадают в этом интервале, дают результаты, согласующиеся с опытом. Это очень хорошо иллюстрируется

¹ До сих пор ведется спор о том, бывают ли «сплюснутые» ядра, у которых ось симметрии является короткой осью эллипсоида. Пока не известно ни одного случая такого ядра.

По-видимому сейчас все согласны, что сплюснутых ядер нет.

¹ Под радиусом здесь принято подразумевать средний квадратичный радиус

$$r_{\text{ср. кв.}} = \left[\frac{1}{e} \int \rho(r) r^2 dv \right]^{1/2}$$

(e — заряд протона, dv — элемент объема).

рис. 5 (который проф. Хофштадтер любезно прислал автору этих строк), где приведены три распределения, одинаково хорошо описывающие результаты опытов. На этом рисунке нанесены не кривые плотности $\rho(r)$, а заряд, заключенный в шаровом слое радиуса r единичной толщиной, т. е. величина

$$4\pi r^2 \rho(r).$$

Интересный результат дали измерения распределения заряда в облаке, окружающем нейтрон. Нейтрон не выглядел как протон, окруженный отрицательно заряженными π -мезонами, а результаты опытов согласовались с моделью, в которой заряд нейтрона распределен на расстояниях меньших, чем, по крайней мере, $0,3-0,4$ ферми.

Это, однако, не означает, что нейтрон не имеет размеров. Напротив, его магнитное взаимодействие с падающим электроном показывает, что токи, которые создают магнитный момент нейтрона, распределены в области тех же размеров, что и заряд у протона. Поэтому пока оказывается, что внешняя часть π -мезонного облака у нейтрона электрически нейтральна (π^0 -мезоны или $\pi^+ - \pi^-$ пары), но что в этой области существуют токи. Дальнейшие опыты должны дать очень интересные результаты.

РАДИУСЫ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ

Естественно теперь спросить, является ли пространственная структура свойством только ядер и нуклонов или размеры имеют все элементарные частицы? По-видимому, те частицы, которые физики называют сильно взаимодействующими — нуклоны, гипероны, π - и K -мезоны, окружены π -мезонными облаками и должны иметь размеры.

Недавно был обнаружен β -распад Λ^0 -гиперона; $\Lambda^0 \rightarrow p + e^- + \nu$. Этот рас-

пад очень похож на β -распад нейтрона $n \rightarrow p + e^- + \nu$ и должен идти по аналогичной схеме.

В распаде Λ^0 в отличие от распада нейтрона электрон вылетает с очень большой энергией (вплоть до 213 Мэв). Длина волны такого электрона (около 1 ферми) уже близка к размерам нуклона, и мы можем ожидать отклонений от теоретического значения вероятности распада, рассчитанного для точечного Λ^0 .

Действительно, полученная на опыте вероятность раз в $10-20$ меньше теоретической. Какое это имеет отношение к радиусу Λ^0 , пока не ясно. Надо ждать новых, более подробных опытов.

Совсем не решен вопрос о размерах слабо взаимодействующих частиц (лептонов): электрона, нейтрино и μ -мезона. Если размеры у них есть (а различные теоретические схемы, в частности Гейзенберга, к этому приводят), то в опыте должно наблюдаться нарушение законов электродинамики на малых расстояниях. До сих пор по этому вопросу почти ничего не известно. Справедливость электродинамики проверена сейчас

лишь до расстояний порядка 1 ферми. Если у лептонов окажутся размеры, сравнимые с размерами нуклонов, то придется пересмотреть и все анализы опытов по рассеянию. Выяснение этого вопроса — самая увлекательная и самая главная задача современной физики элементарных частиц.

Интересную возможность обнаруживает теория β -распада. Ее глубокое отличие от электродинамики состоит в том, что сила взаимодействия в электродинамике описывается малой безразмерной постоянной $e^2/\hbar c = 1/137$, в то время как β -распад описывается размерной постоянной g , которая равна

$$g = 1,4 \cdot 10^{-49} \text{ эрг. см}^3 = 4,5 \cdot 10^{-32} \hbar \text{с. см}^2.$$

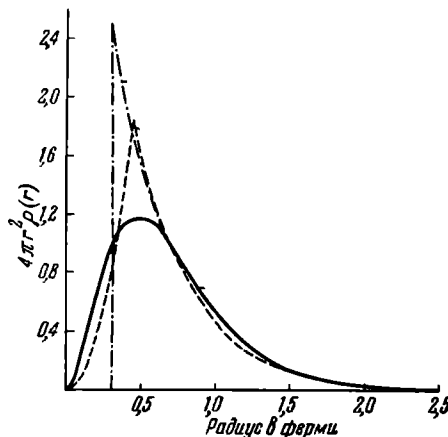


Рис. 5. Зависимости плотности заряда в π -мезонном облаке, окружающем протон, полученные при помощи рассеяния электронов с энергией 600 Мэв. Кривые хорошо показывают, что разные функции одинаково описывают результаты опыта, если они совпадают на «краю» протона; поэтому из опытов нельзя еще сделать заключения о распределении заряда в центральной части облака. На кривых для большей наглядности отложена не плотность на единицу объема ρ_0 , а плотность на единицу длины — заряд сферического слоя $4\pi r^2 \rho$

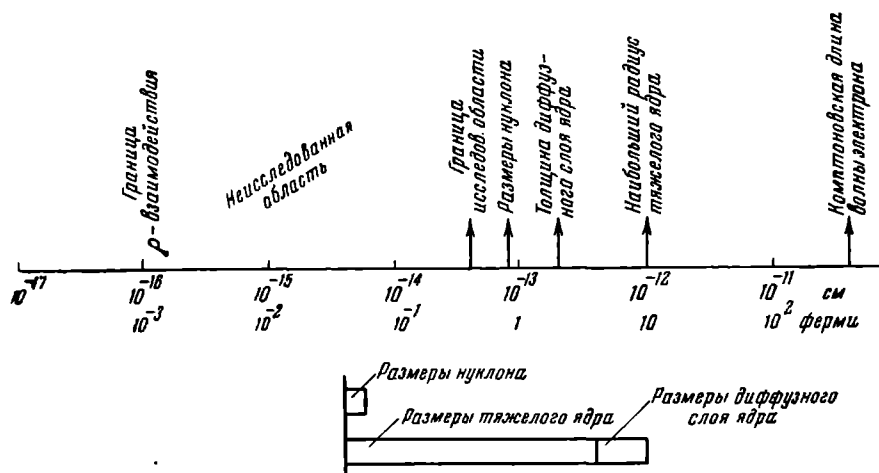


Рис. 6. Схема ядерных масштабов. Область расстояний, меньших 10^{-13} ферми, есть та новая область, в которую физики проникли в последние годы. На схеме показано несколько величин, которые были измерены до сих пор в этой области. Расстояния меньшие 10^{-13} ферми представляют еще и сейчас «белое пятно» в физике элементарных частиц. Внизу приводятся сравнительные размеры протона и ядер. У ядер показан также размер диффузионной границы

Можно ожидать, что расстояния порядка $\sqrt{g/\hbar c} \cong 2 \cdot 10^{-16}$ см окажутся критическими для β -распада в том смысле, что на таких расстояниях β -взаимодействие станет сильным и мы столкнемся с областью, величина которой характеризует размеры лептонов. Вопрос лишь в том, не существует ли каких-либо причин, которые бы создали размеры лептонов большие, чем 10^{-16} см (но меньшие, чем 10^{-13} см). Кажется вполне вероятным, что в интервале $0,1-1,0$ ферми и электрон начнет обнаруживать новые свойства, и мы войдем в новую область, которая уже не описывается простыми законами теории точечного электрона.

Можно сказать, что физика ядра возник-

ла тогда, когда исследователи проникли в области, имеющие размеры $10-1$ ферми (опыт Резерфорда); в вопросы структуры элементарных частиц возникают в областях с размерами $1-0,1$ ферми (опыты Хофштадтера и Пановского (рис. 6)). Как новые свойства вещества будут открыты, когда мы сумеем направить исследования в область $0,1-0,001$ ферми, трудно даже предсказать. Спускаясь вниз по шкале расстояний, мы все время попадаем во все новые и новые миры,

свойства которых неисчерпаемы. В то время как физики проникают в области малых длин, астрономы движутся в глубь Вселенной на все большие и большие расстояния.

В наши дни астрономы при помощи новых электронных приборов приближаются к исследованию объектов на расстояниях, определяемых 10 млрд. световых лет ($3 \cdot 10^{17}$ см). Интересно, что «скорость» исследований в обоих направлениях примерно одинакова. Человек проник в области примерно в 10^{16} раз меньшие своих масштабов (метры) и увидел миры, которые находятся на расстояниях, превышающих его размеры также в $10^{15}-10^{16}$ раз.

На обоих достигнутых рубежах мы надеемся обнаружить много нового.

НОВОЕ В ИЗУЧЕНИИ МАРСА

Профессор Н. И. Барабашов
Академик Академии наук СССР

Астрономическая обсерватория Харьковского государственного университета



Последнее великое противостояние Марса было в 1956 г. Оно привлекло широкое внимание астрономов. На обсерваториях многих стран были проведены разнообразные наблюдения в целях углубления знаний о физической природе Марса. Изучение его, как и других планет, приобретает особый интерес в настоящее время в связи с бурным развитием космонавтики, когда, после запуска в СССР первой космической ракеты, межпланетные путешествия, в первую очередь путешествия на ближайшие планеты, становятся делом близкого будущего. Значительная часть наблюдательных данных, полученных во время великого противостояния 1956 г., уже обработана, и поэтому сейчас уже можно охарактеризовать основные результаты проведенных исследований, ограничив, однако, рамки настоящей статьи работами основных советских обсерваторий.

Фотографические, визуальные и спектроскопические наблюдения астрономов обсерватории Харьковского государственного университета показали, что цвет «материков» Марса за время противостояния почти не изменялся. Поэтому можно думать, что пылевая буря, происходившая в конце августа и начале сентября 1956 г. в южном полушарии Марса, вызвана «облаками» мелких, по-видимому, пылеобразных частиц, покрывающих «материки» планеты. Вообще, пылевые бури на Марсе в 1956 г. были значительно интенсивнее, чем в прошлые годы, и было, между прочим, отмечено, что во время бури

пылевые частицы не поднимались в верхние слои атмосферы Марса, а располагались низко над его поверхностью.

В конце августа и в первой половине сентября пылевые облака покрывали значительную часть диска Марса. Из-за этого уменьшался контраст между темными и светлыми местами поверхности планеты и различные ее детали оказывались скрытыми от наблюдателя. С 29 августа пылевые облака повисли над «морями» Марса. На фотографиях, полученных в Харькове, хорошо заметна полоса, пересекающая «морья» и захватывающая также и северное полушарие. По-видимому, это пыль, переносимая воздушным течением.

Изменение яркости Марса в инфракрасных и красных лучах, пропускаемых атмосферой планеты и отражающихся от поверхности ее «материков» и «морей», подтверждает сделанный еще по наблюдениям в 1954 г. вывод, что поверхность «морей» Марса несколько более шероховата, чем поверхность суши. Что представляют эти неровности на «морях», пока еще остается не выясненным.

В ряде случаев «морья» Марса иногда наблюдались в синих и даже ультрафиолетовых лучах, что удается редко, так как в этих лучах атмосфера Марса дает наибольшее рассеяние и скрывает детали его поверхности. Наблюдения показали, что атмосфера Марса обладает не только рассеивающими, но и поглощающими свойствами. С начала наблюдений и до конца августа отражательная способность «морей» в инфракрасных,

красных, а также и в зеленых лучах заметно уменьшилась, после этого она сильно возросла. Очевидно, это произошло за счет пылевой бури.

Южная полярная шапка Марса была наиболее яркой (по отношению к центру диска планеты) в синих и ультрафиолетовых лучах. По отношению к белому экрану она была красноватой. Однако иногда шапка была почти нейтральной и отражала свет подобно снеговому или облачному покрову.

Интересно, что размеры южной полярной шапки Марса с наступлением лета уменьшались параллельно во всех лучах спектра. При этом колебания яркости шапки сходны во всей исследуемой области спектра. Это обстоятельство подтверждает предположение Райта, считающего, что тонкий слой инея или снега, образующий шапку, просвечивает сквозь атмосферу Марса, имеющую как рассеивающие, так и поглощающие свойства. Такое предположение согласуется с существующим мнением, что часть площади полярных шапок Марса представляет собой снежный покров толщиной не более 3—5 см.

С 30 августа по 14 сентября южная полярная шапка Марса не была видима. Временное исчезновение полярной шапки наблюдалось, по-видимому, впервые. Наблюдения, проведенные в Харькове, позволяют считать, что шапка в это время была закрыта облаком пыли, располагавшимся в самых низких слоях атмосферы Марса. Возможно, что так называемой «атмосферной» составляющей, которая представляет собой туманоподобные образования, у южной полярной шапки (по крайней мере в это время) не было вовсе. Такое предположение не противоречит и другим данным наблюдений Марса в 1956 г. После 14 сентября, когда южная полярная шапка снова появилась, яркость ее была значительно меньше, чем до 30 августа. Обращает на себя внимание то, что моменты максимальной яркости южной полярной шапки в синих и ультрафиолетовых лучах почти всегда соответствуют максимальной прозрачности атмосферы Марса. Этим подтверждаются упомянутые выше предположения о свойствах атмосферы Марса и о строении южной полярной шапки.

Темная кайма вокруг полярной шапки была наиболее заметной и широкой во время

быстрого уменьшения (таяния) шапки. Наиболее темной кайма была в зеленых лучах. В синих и ультрафиолетовых она была видна очень редко. По-видимому, происходило увлажнение части поверхности Марса из-за таяния полярной шапки.

В течение всего периода наблюдений на видимой в различных лучах спектра поверхности Марса был отмечен целый ряд светлых областей. Особенно яркие области на Марсе наблюдались в конце августа и в первой половине сентября 1956 г.

На снимках Харьковской обсерватории светлые пятна, хорошо выделяющиеся через инфракрасный, красный и зеленый фильтры, никогда не были заметны в синих и ультрафиолетовых лучах. Этим они отличаются от пятен, наблюдавшихся в прежние годы и заметных лишь в синих лучах. Пятна эти, по-видимому, участки поверхности, покрытые более светлым веществом, а не облачные образования в атмосфере, которых в 1956 г. на Марсе было очень мало и которые хорошо видны в синих и ультрафиолетовых лучах. Если предположение о существовании в августе—сентябре только «поверхностной» полярной шапки с альбедо нейтральным по спектру верно, то светлые пятна на Марсе, наблюдавшиеся в августе—сентябре 1956 г. и казавшиеся более красными, чем шапка, должны иметь иную природу. В противном случае эти пятна были бы (как и шапка) хорошо заметны в синих и ультрафиолетовых лучах.

Если же полагать, что полярная шапка и светлые пятна имеют общую природу, то необходимо признать, что вещество, образующее пятна, расположено над шапками, т. е. в атмосфере Марса. Следовательно, полярная шапка имеет атмосферную составляющую, которой присуще облачное строение.

В ходе наблюдений определялось значение барометрического давления в атмосфере Марса. При этом делалось допущение об одинаковом химическом составе атмосфер Марса и Земли. Оказалось, что давление в атмосфере Марса соответствует в среднем 37,5 мм по aneroidу, или 97,5 мм ртутного столба. Близкое к этому значение получил из прежних наблюдений автор этой статьи. Французский астроном Ж. Вокулер на основе обобщения многих определений вывел значение 60 мм по aneroidу.

Скорость таяния полярной шапки в августе составляла около 16 км в сутки. Уже к концу июля на краю шапки появились яркие пятна, которые казались сверкающими и быстро меняли яркость. В начале августа в ходе таяния шапка превратилась в неправильный овал. По наблюдениям Харьковской обсерватории, шапка была вытянута вдоль меридиана с ареографической¹ долготой 100°. Ареографические координаты центра шапки, по определению автора этой статьи, были $\varphi = -79^\circ$ и $\lambda = 100^\circ$.

7 августа на долготе около 150° был замечен отделившийся участок шапки («островок»), наблюдавшийся до 23 августа. Другой «островок» 27 августа отделился от шапки на долготе около 310°, когда в течение суток граница шапки отступила к полюсу почти на 200 км. Некоторые американские наблюдатели сообщили, что в этом районе выступ полярной шапки наблюдался еще с 11 августа. Положение этого выступа и указанного «островка» соответствует положению так называемых гор Митчелла, расположенных в южной полярной области и давно уже регулярно наблюдающихся.

Наиболее замечательные явления наблюдались на Марсе, начиная с 23 августа.

В этот день в 20 час. 10 мин. по мировому времени автором статьи было замечено у левого края диска планеты, севернее ободка южной полярной шапки, длинное светлое пятно, распространявшееся почти до центрального меридиана. Яркость пятна почти равнялась яркости шапки, а цвет его был желтовато-белый. Через зеленый фильтр пятно казалось слегка ярче, чем через красный фильтр и при наблюдениях без фильтра. В синий фильтр в эту и следующую ночь пятно не наблюдалось, а затем было видно очень слабо. Сообщения о появлении этого пятна были разосланы другим советским обсерваториям, и вскоре его увидели многие наблюдатели. Скорее всего, это была изморозь, покрывшая часть поверхности Марса, или туман, образовавшийся в самых низких слоях его атмосферы.

26 августа поевеление распространилось

на светлую область Noachis, соседнюю с областью называемой Argyre. Севернее темной каймы южной полярной шапки была видна светлая полоса, пересекавшая почти весь диск планеты. При помощи красного фильтра была заметна перемычка, делившая эту полосу по центральному меридиану. Однако через зеленый фильтр полоса казалась сплошной.

28 августа яркость шапки сильно ослабела и сравнялась с яркостью светлых пятен, расположенных севернее нее. В ночь с 1 на 2 сентября южная полярная шапка перестала быть видимой. Кайма передвинулась к северу и стала слабой и узкой.

Одновременно с появлением ярких пятен в областях Argyre и Noachis менее яркая светлая полоса, начинающаяся в Deucalionis Regio, пересекала темную область Pandora Fraetum и захватила Noachis, а северным концом как бы «обрубила» Sabaeus Sinus, придав ему форму острого клина. Область Sabaeus Sinus некоторое время была закрыта желтым облаком, замеченным многими наблюдателями в СССР и за границей. На третью ночь облако исчезло.

В начале сентября «моря» были едва заметны. В это время прозрачность атмосферы Марса была подвержена сильным колебаниям. Контраст между «морями» и «материками» резко уменьшился. Все это было следствием большой мутности атмосферы Марса, характерной для противостояния в 1956 г. Лишь в некоторые дни атмосфера прояснялась и «моря» были видны даже через синий и ультрафиолетовый светофильтры (например, 21 октября). В красных лучах контраст между «морями» и «материками» уменьшался до 0,030, тогда как данные прежних наблюдений давали для максимального контраста в этих лучах величину 0,44. Следует, однако, отметить, что в инфракрасных лучах этот контраст все время оставался заметным.

На месте исчезнувшей полярной шапки некоторые наблюдатели (в Абастумани, Сталинграде, Бухаресте и некоторых городах США) замечали, начиная с 4 сентября, светлые пятна. Но сама шапка появилась вновь только 14 сентября. По-видимому, до этого она была временно закрыта дымкой, образовавшейся в нижних слоях атмосферы Марса в результате пылевой бури. Это предположение подтверждается тем, что как исчезнове-

¹ Планета Марс названа по имени римского бога войны Марса, прообразом которого в греческой мифологии был бог войны Арес. Отсюда обозначения: ареография (география Марса), ареофизика (физика планеты Марс) и т. д.

ние, так и появление вновь полярной шапки происходило постепенно, и даже во время ее закрытия в ней наблюдались отдельные яркие пятна. Образование, закрывшее шапку, не могло быть обычным туманом, так как туман, если он был низко расположен над поверхностью Марса, был бы замечен через инфракрасный, красный или даже через зеленый фильтры. Если бы эти облака находились в верхних слоях атмосферы, то они были бы хорошо заметны через синий и ультрафиолетовый светофильтры. Между тем, в период своего исчезновения шапка вообще не была видна при помощи светофильтров.

Вероятнее всего, что шапка была закрыта пылью, но удивительно то, что при закрытии ее от наблюдателя исчезала не только поверхностная часть шапки, но и расположенная над ней атмосферная. Объяснить это явление станет возможным только после тщательного изучения полученных спектрограмм полярной шапки и снимков в коротких длинах волн (фиолетовых и ультрафиолетовых), полученных в обсерваториях, расположенных на разных долготах земного шара. По-видимому, пылевая буря действовала и на верхние слои атмосферы Марса и на время сделала их невидимыми. Интересно, что во время противостояния 1956 г. южная полярная шапка Марса часто не была видна через инфракрасный фильтр, а через красный фильтр была видна слабо. Но через зеленый, синий и ультрафиолетовый фильтры шапка была хорошо видна.

Принимая во внимание, что яркость центра диска Марса в красных лучах примерно в два раза превышает его яркость в синих лучах, можно сделать заключение, что шапка имеет красноватый цвет. К такому выводу автор настоящей статьи пришел и на основании своих наблюдений во время прошлых противостояний. Возможно, что снег или иней, из которых состоит шапка, не покрывают всю поверхность полярной области Марса, а располагаются пятнами, между которыми видна некоторая часть красноватой суши Марса.

Относительная яркость полярной шапки по сравнению с центром диска нередко оказывалась равной относительной яркости восточных и западных частей диска, столь же отдаленных от центра, как и полярная область. Из этого следует, что влияние вещества полярной шапки на яркость в инфра-

красных лучах не было велико и не вызывало заметного отклонения от закона отражения света, установленного для суши Марса.

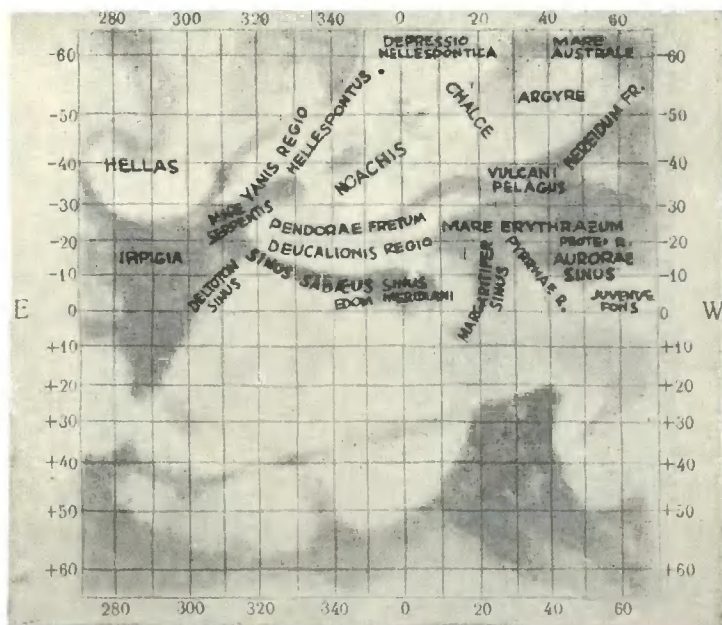
Можно предположить, что основная часть вещества полярной шапки не всегда лежит на поверхности планеты, а иногда находится на некоторой высоте над ней. По-видимому, высота эта подвержена некоторым изменениям.

Темная кайма вокруг полярной шапки была ясно и отчетливо видна за все время наблюдений. Ширина и цвет ее значительно менялись: иногда она была очень широкой и темной, иногда бледной и узкой. В разных местах и в разное время на ней наблюдались темные детали различной формы, в частности, большие остроконечные темные выступы, направленные своим острием к северу. В момент исчезновения полярной шапки кайма в собственном смысле слова также исчезала, а на ее месте появлялась темная дуга, ограничивающая полярную область. На этой дуге также были видны темные детали. Создавалось впечатление, что это та же кайма, но она сдвинулась к северу и расширилась. Иногда кайма была темнее всех других деталей Марса. Как правило, она была заметна в инфракрасных, красных и зеленых лучах, а также и без фильтра. Иногда, однако, она была заметна в синих и даже ультрафиолетовых лучах. Некоторые спектрограммы, полученные на Крымской астрофизической обсерватории Академии наук СССР, показывают, что кайма имела приблизительно такой же цвет, как и «моря» Марса.

Следует отметить, что в 1956 г. некоторые «материки» Марса были очень светлыми, особенно в инфракрасных лучах, причем их яркость довольно значительно менялась. Возможно, что в этих областях выпадал легкий иней или изморозь.

Исключительно яркие светлые образования в виде пятен и полос, о которых уже говорилось, по-видимому, возникли в результате выпадения легких твердых осадков на поверхность Марса или пылевых туманов, расположенных очень низко над поверхностью.

Очень интересным представлялось такое явление: после того как яркие полосы и пятна, появившиеся 23 августа в районе Аргуте, почти исчезли, на их месте осталась очень отчетливо видимая при помощи инфракрасного светофильтра яркая узкая каналоподоб-



Карта области Марса, где наблюдались изменения. Светлое образование на Марсе, по наблюдениям Н. П. Барбашова. а — 23 августа 1956 г. 20 час. 10 мин.; б — 24 августа 1956 г. 20 час. 00 мин. (время мировое)



Светлое образование на Марсе, по наблюдениям Н. П. Барбашова. *a* — 26 августа 1956 г. 19 час. 45 мин.; *z* — 27 сентября 1956 г. 18 час. 15 мин.; *o* — 28 сентября 1956 г. 18 час. 50 мин. (время мировое)

ная полоска, расположенная на самой южной границе «материка» и *Mare Erythraeum*. Возможно, ее происхождение имеет самую тесную связь со светлыми полосами и пятнами. Однако природа ее не ясна.

Каналы наблюдались в 1956 г. очень редко. На Харьковской обсерватории было замечено всего шесть наиболее широких каналов, расположенных в северном полушарии Марса. Правда, другие наблюдатели отмечали большее количество каналов (до 50). Облачных образований (так называемых синих облаков) в 1956 г. также наблюдалось очень мало, меньше даже, чем во время противостояний 1952 и 1954 гг.

Проф. В. В. Шаронов на основании наблюдений на Ташкентской астрономической обсерватории при помощи астрофотометра Розенберга, установленного на 10-дюймовом гиде нормального астрографа, выполнил ряд интересных исследований, в частности, провел определения контрастов на диске Марса. Они относятся к некоторым «морям» в центральной части диска. Из его наблюдений можно заключить, что с 12 по 27 августа контрастность «морей», а следовательно, и прозрачность атмосферы Марса была средней, с 26 августа по 12 сентября она была повышена, а с 14 по 25 сентября вновь наблюдалось резкое снижение контрастности, вызванное пылевыми туманами, широкое развитие которых и составляло основную особенность противостояния 1956 г.

В. В. Шаронов нашел в среднем для фактора желтизны Марса величину: $D = 1,066$. Систематических изменений этой величины с долготой центрального меридиана он не обнаружил. Для «материков» он нашел $D = 1,078$, для «морей» $D = 0,873$ и для временных ярких образований $D = 1,145$. Наблюдения В. В. Шаронова полностью подтверждают ранее высказанное нами мнение, что «морья» Марса имеют красноватый оттенок по отношению к белому экрану, но менее красноваты, чем суша Марса.

В. В. Шаронов считает, что диаграмма отражательной способности образцов земных пустынь, построенная по степени светлости и цвету, не обнаруживает никакого сходства с такой же диаграммой для Марса, поскольку поверхность Марса несколько темнее и значительно (примерно на 0^m,6) краснее. Он считает, что если поверхность Марса действительно представляет собой кору

выветривания, то накопление в ней красных пигментов должно происходить более интенсивно, чем в условиях пустынных ландшафтов Земли.

Проф. Н. Н. Сытинская выдвинула гипотезу для объяснения массового развития в атмосфере Марса туманов со специфической желтой окраской. Она предполагает, что плавающие в атмосфере частицы являются пылинками минерального происхождения. Особенность окраски дает повод считать, что пыль поднимается с «материков», поверхность которых можно рассматривать как сплошной слой мелких частиц алевритового или пелитового характера. Подтверждая заключение автора, Н. Н. Сытинская также допускает, что поверхностный покров «материков» Марса состоит из пылеобразного материала и что этот материал представляет собой порошкообразную охру или, по крайней мере, содержит в изобилии охристые частицы.

В то же время Н. Н. Сытинская считает, что вопрос о происхождении гидратов окиси железа, присутствующих на Марсе в огромном количестве, очень сложен и должен решаться на основе геохимических (точнее ареохимических) представлений. По мнению Н. Н. Сытинской, сравнительно крупные песчаные частицы не могут долгое время удерживаться в атмосфере Марса во взвешенном состоянии, а поэтому не могут давать и устойчивых помутнений большой протяженности. Следует, однако, учитывать, что сила тяжести на поверхности Марса значительно меньше, чем на Земле, да и частицы могут быть очень малыми.

На Крымской астрофизической обсерватории Академии наук СССР при помощи электронно-оптического преобразователя и телескопа МТМ-500 в излучениях с эффективными длинами волн 840 и 983 мμ М. М. Бутсловым, А. А. Калиняком и Л. А. Комионко получены абсолютные значения яркости Марса, выраженные в единицах яркости Солнца, равные $1,11 \cdot 10^{-6}$ для длин волн 840 мμ и $1,45 \cdot 10^{-6}$ для 983 мμ. Яркость рассеянного атмосферой Марса света была оценена ими в 20 % от яркости центра изображения, что обусловлено, по-видимому, сильным помутнением атмосферы Марса в период наблюдений.

Спектрограммы, полученные 2—5 ноября на 125-сантиметровом рефлекторе Крым-

ской астрофизической обсерватории Н. А. Козыревым, В. И. Езерским и А. Г. Чекирдой, свидетельствуют о наличии в момент наблюдения атмосферной составляющей полярной шапки Марса. Цвет ее, как и цвет всех образований Марса, оказался красноватым, т. е. снова подтвердилась обнаруженная нами еще в 1950 г. красноватая окраска полярной шапки и «морей» Марса. Это все было отмечено автором и на гиде 300 мм астрографа Крымской обсерватории с помощью светофильтров и при фотографических наблюдениях в Харькове. Подтвердилась также некоторая особенность в ходе спектральной отражательной способности деталей поверхности Марса, что было обнаружено Н. А. Козыревым.

В течение сентября 1956 г. на Горной обсерватории Астрофизического института АН Казахской ССР при помощи 8-дюймового рефлектора проводились фотографические снимки, визуальные зарисовки деталей, оценки контрастности различных деталей на диске Марса, в особенности измерения распределения яркости на диске и притом, по возможности, около самого его края, где особенно проявляется влияние атмосферы, а также эффект отражения света поверхностью планеты.

В секторе Астроботаники Академии наук Казахской ССР К. И. Козловой и Ю. В. Глаголевским проводились измерения на электрофотометре АФМ-3, прикрепленном к телескопу АЗТ-7 в эквивалентном фокусе 10 м.

Результаты этих измерений показали, что контраст между «материками» и «морями» 11—12, 15—16 и 22—23 сентября был малым

и цвет «морей» был практически равен цвету «материков». 8—9 и 13—14 октября был отмечен наибольший контраст деталей за весь период наблюдений. В это время в центре диска находился Большой Сырт. Наибольший контраст в синих лучах был 4%, а в красных — 12%. Отмечено было также некоторое увеличение покраснения цвета Марса между 12 сентября и 13 октября.

Интересно отметить, что вблизи противостояния Марса 1958 г. также наблюдалось заметное уменьшение прозрачности марсианской атмосферы. По наблюдениям В. В. Шаронова, это имело место 13, 17 и особенно 16 ноября, когда на Марсе было замечено довольно яркое белое облако. На Харьковской астрономической обсерватории в это время проводились спектрофотометрические наблюдения интегрального света Марса при помощи объективной призмы. Получен интересный результат. При уменьшении прозрачности атмосферы Марса заметно изменялся ход распределения интенсивности в участке спектра 520—650 в сторону уменьшения селективности. Если считать, что в момент пылевой бури роль устилающей поверхности играет самый нижний слой атмосферы Марса, заполненный пылевыми частицами, то можно примерно оценить размеры этих частиц. По данным, полученным на ХАО, их поперечник оценивается в 4—5 м.

Таким образом, основные результаты наблюдений Марса в 1956 и 1958 гг. показывают, что на этой планете, как в атмосфере, так и на поверхности, происходят иногда заметные изменения, детальное исследование которых представляет значительный интерес.



ГЕОХИМИЯ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Профессор В. И. Герасимовский

Институт геохимии им. В. И. Вернадского Академии наук СССР (Москва)



Под названием редкоземельные элементы, или элементы редких земель, объединяются химические элементы, которые в периодической системе Д. И. Менделеева имеют порядковые номера от 57 (лантан) до 71 (лютеций) включительно. Они носят также название лантаниды и к ним принято относить иттрий (см. табл. 1)

Название «редкие земли» устарело, поскольку некоторые из этих элементов встречаются в земной коре значительно чаще и в больших количествах, чем хорошо известные элементы, играющие значительную роль в технике. Так, например, содержание церия, неодима и иттрия в земной коре выше, чем бериллия, мышьяка, ниобия, молибдена, серебра, сурьмы, свинца, золота, платины и др.

Впервые редкоземельные элементы открыл в 1794 г. финский химик Ю. Гадолин при анализе минерала, названного впоследствии гадолинит. В 1797 г. шведский химик А. Экеберг назвал их иттриевой землей. В 1803 г. редкоземельные элементы одновременно были обнаружены немецким химиком М. Клапрот и шведским химиком Я. Берцелиусом в минерале церите. Первое деление редкоземельных элементов на две группы — иттриевую и цериевую — было предложено в 1814 г. Берцелиусом и Ганом.

К цериевой группе относятся: лантан, церий, празеодим, неодим, прометий, самарий и европий; к иттриевой — гадолиний, тербий, диспрозий, гольмий, эрбий, тулий, иттербий, лютеций и иттрий.

Редкоземельные элементы привлекают

к себе внимание многих исследователей, поскольку они представляют не только научный, но и большой практический интерес.

За последние годы значительно возросла добыча редкоземельных элементов. Так, за период 1930—1939 гг. в зарубежных странах она составила в среднем 4500 т, а в 1955 г. — 32 000 т. Значительно расширились области их применения¹. Причем, если до сих пор в промышленных масштабах получали лишь смеси редкоземельных элементов, то сейчас освоено производство отдельных элементов и использование некоторых из них приобрело большое значение.

В металлургии их применяют для легирования различных марок сталей, в цветной металлургии — для улучшения свойств ряда сплавов, особенно алюминиевых и магниевых.

Редкоземельные элементы входят в состав газопоглотителей, употребляющихся при производстве электронных ламп, и кристаллофосфоров, находящих себе применение в кинескопах телевидения, в электронно-лучевых трубках радиолокационных установок и др. В атомной технике некоторые из этих элементов применяются как поглотители тепловых нейтронов в ядерных реакторах, как γ -излучатели. Например, после

¹ См. Л. Н. Комиссарова, В. Е. Плющев. Современное состояние потребления редкоземельных металлов и их соединений. Сб. «Редкоземельные металлы», Изд-во иностранной литературы, 1957.

облучения в ядерном реакторе природного тулия-169 получают радиоактивный изотоп тулий-170, являющийся источником мягкого γ -излучения, заменяющим современные рентгеновские установки. Такой излучатель очень портативен (весом в несколько килограммов), не нуждается в электропитании и может работать в любой обстановке. Он также находит применение и в промышленной дефектоскопии. Редкоземельные элементы используются: в электротехнике при изготовлении углей (электродов) дуговых ламп и прожекторов, обеспечивающих исключительную яркость освещения; в химической промышленности — как катализаторы при производстве искусственного волокна, пластмасс, при крекинге нефти и т. п.; в легкой промышленности — при окраске кожи, тканей, придания водонепроницаемости текстильным изделиям и техническим тканям; в силикатной промышленности — в производстве стекла, обладающего свойством пропускать инфракрасные и поглощать ультрафиолетовые лучи, для окраски и обесцвечивания стекла, полировки оптического стекла и в целом ряде других отраслей народного хозяйства. Редкоземельные элементы привлекают к себе большое внимание и при решении геохимических проблем.

Значительный вклад в изучение геохимии редкоземельных элементов внесли русский ученый акад. А. Е. Ферсман и норвежский ученый В. М. Гольдшмидт.

Сравнение содержания отдельных редкоземельных элементов в земной коре (см. табл. 1 и рис. 1) показывает, что из двух соседних элементов в таблице Д. И. Менделеева элементы с четными порядковыми номерами находятся в больших количествах, чем соседние с ними нечетные элементы. Эта своеобразная геохимическая особенность неоднократно отмечалась Гольдшмидтом и другими исследователями.

Для семейства редкоземельных элементов (TR) от лантана (№ 57) до лютеция (№ 71), включая и иттрий (№ 39), характерно то, что они всегда содержатся вместе в одних и тех же минералах. Это обусловлено особенностями электронной структуры атомов редкоземельных элементов. При переходе от одного элемента к другому и, следовательно, по мере возрастания заряда их ядер, новые электроны размещаются в одном из внутренних слоев, а количество электронов во внешних слоях остается одинаковым. Сходство в расположении электронов внешних слоев у редкоземельных элементов объясняет исключительную близость их химических свойств и совместное нахождение в природе.

Редкоземельные элементы и их содержание в земной коре

№№ пп	Название элемента	Символ	Валент- ность	Ионные радиусы (3-валент- ные)	Содержание редкозем. элем. в земной коре (в г на 1 т)		
					А.Е. Ферсман	А.П. Ви- ноградов	В.М. Гольд- шмидт
39	Иттрий	Y	3	1,06	50	28	31
57	Лантан	La	3	1,22	6,5	18	19
58	Церий	Ce	3,4	1,18	29	45	44
59	Празеодим	Pr	3,(4)	1,16	4,5	7	5,6
60	Неодим	Nd	3	1,15	17	25	24
61	Прометий	Pm	3	—	?	?	?
62	Самарий	Sm	(2),3	1,13	7	7	6,5
63	Европий	Eu	2,3	1,12	0,2	1,2	1
64	Гадолиний	Gd	3	1,11	7,5	10	6,3
65	Тербий	Tb	3,(4)	1,09	1	1,5	1
66	Диспрозий	Dy	3	1,07	7,5	4,5	4,3
67	Гольмий	Ho	3	1,05	1	1,3	1,2
68	Эрбий	Er	3	1,03	6,5	4	2,4
69	Тулий	Tm	3	1,01	1	0,8	0,3
70	Иттербий	Yb	(2),3	1,00	8	3	2,6
71	Лютеций	Lu	4	0,99	1,7	1	0,7

В природных соединениях (минералах) редкоземельные элементы имеют валентность три, реже два и четыре. Валентность, равная четырем, наиболее характерна для церия.

Из редкоземельных элементов только европий встречается в природе в двухвалентном состоянии. Он концентрируется в минералах, содержащих калий, стронций и свинец, а именно, в калиевых полевых шпатах, сфене, стронцианите и пироморфите¹.

¹ См. В. М. Гольдшмидт. Принципы распределения химических элементов в минералах и горных породах. Сборник статей по геохимии редких элементов. ГОНТИ НКТП СССР, 1938.

В редкоземельных минералах европий часто содержится в значительно меньших количествах, чем другие редкоземельные нечетные элементы. Это объясняется тем, что европий находится в природе не только в трехвалентном состоянии, но и в двухвалентном, что приводит к его обособлению от других лантанидов.

В земной коре редкоземельные элементы либо образуют самостоятельные минералы, либо входят в состав минералов, замещая в них атомы или ионы других элементов, близких по величине радиуса, валентности и типу кристаллической структуры.

Во многих минералах наблюдается тесная связь редкоземельных элементов с кальцием и стронцием. Последние часто замещаются редкоземельными элементами, на что неоднократно указывал Гольдшмидт¹ и Ферсман². Это замещение особенно четко выражено в минералах, связанных с породами, богатыми щелочами (нефелиновыми сиенитами). В качестве примера можно назвать следующие минералы: апатит, лопарит, ринколит, эвдиалит и др., химический состав которых приведен в табл. 2. В этих минералах обычно содержится и натрий. Замещение в них кальция и стронция редкоземельными элементами схематически можно представить в следующем виде: $Ce^{3+} + Na^{1+} \rightarrow (Ca, Sr)_2^{2+}$.

Замещение двухвалентных элементов — кальция и стронция трехвалентными редкоземельными элементами обусловлено в первую очередь близостью размеров их ионных радиусов. Размеры последних для трехвалентных редкоземельных элементов цериевой группы равны от 1,22 Å (La) до 1,12 Å (Eu) и иттриевой группы — от 1,11 Å (Gd) до 0,99 Å (Lu), а для Ca^{2+} — 1,06 Å, Sr^{2+} — 1,27³.

В минералах наблюдается тесная связь редкоземельных элементов с торием, ураном,

цирконием, ниобием и танталом, например в окислах урана и тория: уранините и торините; силикатах тория и циркония: торите, цирконе и их разновидностях; фосфатах редкоземельных элементов, например монаците; и в минералах из группы титано-тантало-ниобатов.

В минералах, относимых к окислам и силикатам урана, тория и циркония, редкоземельные элементы, вероятно, четырехвалентны и замещают в них уран, торий и цирконий. Ионные радиусы этих элементов, когда они имеют валентность, равную четырем, близки друг к другу: Ce^{IV} — 1,02 Å, Pr^{IV} — 1,00, Tb — 0,89, Th^{IV} — 1,10. U^{IV} — 1,05 и Zr — 0,87.

В широко распространенном торийсодержащем редкоземельном минерале монаците ($CePO_4$) редкоземельные элементы трехвалентны и замещаются четырехвалентным торием, вероятно, по следующей схеме: $Th^{4+} + Ca^{2+} \rightarrow 2Ce^{3+}$ или $Th^{4+} + Si^{4+} \rightarrow Ce^{3+} + P^{5+}$.

В минералах из группы титано-тантало-ниобатов (фергусонит, эвксенит, поликразезинит, самарскит, пирохлор и др.) содержание редкоземельных элементов колеблется от нескольких десятых процента до 41%.

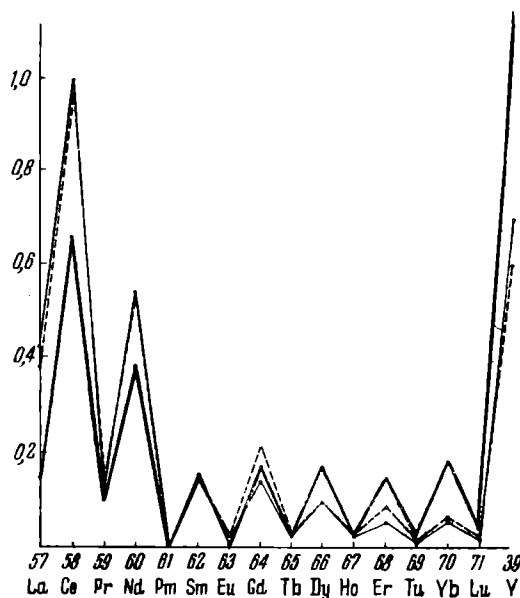


Рис. 1 Относительное содержание редкоземельных элементов в земной коре, по данным А. Е. Ферсмана (жирная линия), А. П. Виноградова (пунктирная линия) и В. М. Гольдшмидта (тонкая линия)

¹ См. В. М. Гольдшмидт. Геохимические законы распределения и частота элементов в космосе. Сб. «Основные идеи геохимии», вып. 1, Госхимтехиздат, 1933; В. М. Гольдшмидт и К. Петерс. О накоплении редких элементов в каменных углях. Сборник статей по геохимии редких элементов, ГОИТИ НКТП СССР, 1938.

² См. А. Е. Ферсман. Геохимия, т. 4, Госхимтехиздат, 1939; А. Е. Ферсман. Геохимические и минералогические методы поисков полезных ископаемых, Изд-во АН СССР, 1939.

³ См. V. M. Goldschmidt. Geochemistry, Oxford, 1954.

Таблица 2

Главнейшие минералы редкоземельных элементов

Название минерала	Формула минерала	Содержание в %			Генетический тип месторождения
		Σ Ce ₂ O ₃	Σ Y ₂ O ₃	TR ₂ O ₃	
Сложные окислы					
Конопит	(Ca, Ce)(Ti, Fe) O ₃	6,81	—	—	Контактово-метасоматический, магматический
Лопарит	(Na, Ce, Ca) (Ti, Nb) O ₃	31—33	—	—	
Пирохлор	NaCaNb ₂ O ₆	4,36—5,90	0,46	4,36—6,36	Магматический
Фергусонит	(Y, Er, Ce) (Nb, Ta) O ₄	0,2—4,0	28—40	31—41	Пегматитовый
Эвксенит	(Y, Ca, Ce, U, Th) (Nb, Ta, Ti) ₂ O ₆	0,4—2,4	24—28	25—30	Пегматитовый (граниты)
Поликраз	(Y, Ca, Ce, U, Th) (Ti, Nb, Ta) ₂ O ₆	0,6—2,6	25—27	26—29	
Эшинит	(Ce, Ca, Fe ²⁺ , Th) (Ti, Nb) ₂ O ₆	19,50	4,53	25,0	Пегматитовый (нефел. сиениты)
Приорит	(Y, Er, Ce, Ca, Fe ³⁺ , Th) (Ti, Nb) ₂ O ₆	2—4,3	17—29	21—30	Пегматитовый (граниты)
Самарскит	(Y, Ce, U ⁴⁺ , Fe ³⁺) (Nb, Ta) ₂ O ₆	0,9—4,2	8—17	10—19	
Хлопчинит	(Y, U, Fe) (Nb, Ta, Ti) ₂ O ₆	—	17,65	—	Пегматитовый (граниты)
Браниерит	(U, Ca, Fe) TiO ₆	0,3—7,3	1,8—4,3	до 7,35	Пегматитовый контактово-метасоматический
Простые окислы					
Уранинит	I(U, Th) O ₂ ·mUO ₃ ·nPbO	—	—	до 4,4	Пегматитовый (граниты)
а) брёггегрит	разн. уранинита (с сод. TiO ₂)	—	—	до 6,16	
б) клеверит	разн. уранинита (сод. TR, Th)	—	—	до 15,0	
Торианит	(Th, U) O ₂ ·PbO	до 8,04	—	до 8,04	Магматический, контактово-метасоматический, россыпи
Карбонаты					
Паризит	(Ce, La) ₂ Ca (CO ₃) ₃ F ₂	55—61	0,0—7,86	5,5—61,0	Пегматитовый, гидротермальный
Бастнезит	(Ce, La) (CO ₃) F	73—76	—	—	Контактово-метасоматический, гидротермальный
Фосфаты					
Ксенотим	YPO ₄	0,9—2,1	57—68	57—68	Пегматитовый (граниты)
Монацит	(Ce, La, Y, Th) PO ₄	52—74	1,1—5,0	56—75	Россыпи
Апатит	(Ca, Ce) ₅ (PO ₄) ₃ (F, Ce, OH)	0,7—4,9	—	—	Магматический (нефел. сиениты)
Силикаты					
Иттриалит	(Y, Th, U, Fe) ₂ Si ₂ O ₇	3,8—8,2	43,4—49,3	49—51	Пегматитовый (граниты)
Ортит	(Ca, Ce) ₂ (Al, Fe) ₃ Si ₃ O ₁₂ (OH)	11—22,5	0,1—6,1	11—23,3	Магматический, пегматитовый (граниты)
Циртолит	ZrSiO ₄ ·nH ₂ O (разновидность циркона)	до 1,16	до 8,93	до 10,1	Пегматитовый
Ринколит	Na ₂ Ca ₄ Ce Ti (Si ₄ O ₁₆) (F, OH) ₃	13,7—14,4	0,9—1,8	15,5—19,1	Пегматитовый (нефел. сиениты)
Гадолинит	Y ₂ FeBe ₂ Si ₂ O ₁₀	5—32	22—50	—	Пегматитовый (граниты)
Эвдиалит	Na ₃ Ca Fe ₂ ZrSi ₆ O ₁₈ (OH, Cl)	до 4,26	—	—	Магматич. и пегматит. (нефелин. сиениты)

В этой группе имеются самостоятельные редкоземельные минералы и минералы, в которых редкоземельные элементы находятся в подчиненном количестве. В последнем случае они, видимо, замещают кальций по схеме $Y^{3+}Ti^{4+} \rightarrow Ca^{2+}Nb^{5+}$. В минералах, относимых к титано-тантало-ниобатам, редкоземельные элементы в большинстве случаев представлены иттриевой группой.

Концентрация двухвалентного европия в минералах, содержащих калий, стронций и свинец, как было отмечено выше, объясняется близостью их ионных радиусов: $Eu^{2+} - 1,24\text{\AA}$; $Sr^{2+} - 1,27$; $Pb^{2+} - 1,32$; $K^{+} - 1,33$.

Минералы, содержащие редкоземельные элементы, по предложению Гольдшмидта и Томассена¹, обычно подразделяются на две группы:

а) комплексные минералы, имеющие в своем составе весь ряд редкоземельных элементов без резкого преобладания в количественном отношении цериевых или иттриевых элементов, например в редкоземельном флюорите, гадолините, пирохлоре и др.;

б) селективные минералы, в составе которых преобладают либо цериевые редкоземельные элементы (монацит), либо элементы иттриевой группы (ксенотим).

Е. И. Семенов² среди селективных минералов по преобладающему элементу выделяет следующие подгруппы: цериевую, неодимовую, гадолиниевую, диспрозиевую и иттербиевую.

В минералах между редкоземельными элементами выявлены определенные взаимосвязи и закономерности. Так, по величине отношения церия к неодиму — в селективных цериевоземельных минералах, или иттербия к эрбию — в селективных иттриевоземельных минералах, или церия, иттербия и эрбия к неодиму — в комплексных минералах можно определить соотношения между всеми редкоземельными элементами в минералах.

Намечается закономерность и в расположении атомов редкоземельных элементов в кристаллической решетке минералов.

¹ См. В. М. Гольдшмидт и Л. Томассен. Рентгено-спектрографические исследования распределения редких земель в минералах. Сб. «Основные идеи геохимии», вып. 1, Госхимтехиздат, 1933.

² См. Е. И. Семенов, Р. Л. Баринский. Особенности состава редких земель в минералах, «Геохимия», 1958, № 4.

В последних редкоземельные элементы имеют координационные числа от шести до двенадцати¹, причем высокие координационные числа: 10, 11, 12 характерны для селективных цериевых минералов, низкие: 6 — селективных иттриевых, а промежуточные: 7, 8, 9 — комплексных редкоземельных минералов и реже селективных иттриевых.

Напомним, что координационным числом того или иного иона (атома) называется число соприкасающихся с ним ионов (атомов) другого элемента, одинаково к нему расположенных в кристаллической решетке минерала.

Минералы, содержащие редкоземельные элементы, относятся к следующим группам (см. табл. 2): галоидные соединения — 3 минерала; окислы (в основном сложные окислы, содержащие Ti, Nb и Ta) включают свыше 40 минералов; карбонаты — 11 минералов, фосфаты — 12 минералов и силикаты — 33 минерала.

Большинство редкоземельных минералов обнаружено в пегматитах. Пегматит — это крупнозернистая порода, образовавшаяся из остаточного магматического расплава, обогащенного летучими веществами (вода, фтор, хлор и др.), редкими и рассеянными элементами (ниобий, литий, бериллий и др.), генетически связанная с гранитами и нефелиновыми сиенитами. В гранитных пегматитах в составе редкоземельных минералов иттриевые редкоземельные элементы обычно преобладают над цериевыми, в пегматитах нефелиновых сиенитов всегда наблюдается обратное соотношение.

В гранитных пегматитах из минералов, содержащих редкоземельные элементы, наиболее распространены минералы, относящиеся к группе сложных окислов, имеющие в своем составе, кроме TR, еще Ti, Nb, Ta, часто Th, U и др., а также некоторые силикаты (иттриалит, ортит, циртолит и др.) и фосфаты (ксенотим и монацит). Среди силикатов и фосфатов встречаются минералы, в составе которых редкоземельные элементы цериевой группы резко преобладают над иттриевой. К их числу относятся монацит и ортит.

В пегматитах нефелиновых сиенитов из минералов, содержащих редкоземельные эле-

¹ См. Е. И. Семенов. Изоморфизм и эндокрипция редких земель, «Геохимия», 1957, № 7.

менты, наиболее распространены силикаты, титано- и цирконо-силикаты (стенструпин, ринколит, ловчоррит, эвдиалит и др.).

В пегматитах сконцентрировано лишь незначительное количество редкоземельных элементов, главная же масса их находится в магматических породах, из которых наиболее богаты редкими землями нефелиновые сиениты и граниты. В нефелиновых сиенитах основная масса редкоземельных элементов сконцентрирована в минералах из группы сложные окислы, содержащих титан и ниобий, (лопарит), в цирконо- и титано-силикатных (эвдиалит, сфен) и фосфатах (апатит). В этих минералах, исключая эвдиалит, редкоземельные элементы цериевой группы резко преобладают над элементами иттриевой группы.

Количественные соотношения редкоземельных элементов цериевой группы в минералах, генетически связанных с нефелиновыми сиенитами, содержащими много калия и натрия, обычно следующее:



Те редкоземельные элементы, у которых щелочные свойства проявлены сильнее (La и Ce), концентрируются в первую очередь в нефелиновых сиенитах, наиболее обогащенных щелочами. В этих породах появляется даже минерал нордит, в котором содержание нечетного лантана (N_{57}) больше, чем соседнего с ним четного церия.

В гранитах редкоземельные элементы сосредоточены в ортите, монаците, ксенотиме и в минералах, содержащих малые количества редкоземельных элементов — апатите, флюорите, сфене, цирконе, гранате и др.

В литературе имеются очень скудные данные о содержании редкоземельных элементов в горных породах. Они сведены в работе А. П. Виноградова². Содержание редкоземельных элементов (за исключением иттрия) увеличивается от основных пород к кислым. В глинистых сланцах в среднем 0,015% редких земель, в глубоководных отложениях Черного моря — от 0,013 до 0,040%³, в фосфо-

ритах — до 0,13%, а иногда до 0,67%¹. В почвах Русской равнины от 0,01 до 0,02%, а в почвах США—0,024%. В морской воде найдено $3 \cdot 10^{-8}\%$ лантана, $3 \cdot 10^{-8}\%$ церия и $3 \cdot 10^{-8}\%$ иттрия; кроме того, количественно обнаружены неодим, празеодим и самарий. Последние три элемента найдены также в известковых водорослях в количестве $5 \cdot 10^{-6}\%$ ². Редкие земли [тысячные, сотые и даже десятые доли процента] найдены в золе каменных углей. В среднем в осадочных породах [глинах и сланцах] содержится³:

$4 \cdot 10^{-3}\%$ La, $3 \cdot 10^{-3}\%$ Ce, $5 \cdot 10^{-4}\%$ Pr, $1,8 \cdot 10^{-3}\%$ Nd, $5 \cdot 10^{-4}\%$ Sm, $1 \cdot 10^{-4}\%$ Eu, $5 \cdot 10^{-4}\%$ Gd, $9 \cdot 10^{-5}\%$ Tb, $4 \cdot 10^{-4}\%$ Dy, $1 \cdot 10^{-4}\%$ Ho, $2,5 \cdot 10^{-4}\%$ Er, $2 \cdot 10^{-5}\%$ Tu, $2,2 \cdot 10^{-5}\%$ Yb, $2 \cdot 10^{-5}\%$ Lu и $3,3 \cdot 10^{-3}\%$ V.

Редкоземельные элементы можно рассматривать как индикаторы геологических процессов. Впервые на это обратил внимание В. И. Вернадский⁴, указав, что составы редкоземельных минералов пегматитов вряд ли тождественны составам тех же минералов пород.

Сведения, имеющиеся в литературе по этому вопросу, очень ограничены, но они представляют большой интерес, поскольку помогают ориентироваться в выяснении условий образования минералов и установления генетической связи между различными породами и между породами и оруденением. На пример, соотношение редкоземельных элементов внутри цериевой группы в апатите из основных пород ($\text{Ce} > \text{Nd} > \text{La} > \text{Pr}$) иное, чем в апатите из нефелиновых сиенитов ($\text{Ce} > \text{La} > \text{Nd} > \text{Pr}$). В апатите из габбро иттрий резко преобладает над лантаном (5000 г/т Y и 1000 г/т La), в то время как в апатите из гранодиорита лантан преобладает над иттрием (500—700 г/т Y, 2000—3000 г/т La)⁵.

¹ См. И. Д. Борнеман-Старынкевич, С. А. Боровик, И. Б. Боровский. Редкие земли в растениях и почвах, «Доклады Академии наук СССР», т. XXX, 1941, № 3.

² См. А. П. Виноградов. Химический элементарный состав организмов моря. Труды Биогеохимической лаборатории АН СССР, т. VI, 1944.

³ См. А. П. Виноградов. Закономерности распределения химических элементов в земной коре, «Геохимия», 1956, № 1.

⁴ См. В. И. Вернадский. Об элементах редких земель в массивных горных породах, «Доклады Академии наук СССР», 1929, № 2.

⁵ См. статью С. Р. Нокколдс и Р. Л. Митчелл в сб. «Редкие элементы в изверженных горных породах и минералах», Изд-во иностранной литературы, 1952.

¹ См. И. Б. Боровский, В. И. Герасимовский. Редкие земли в минералах, «Доклады Академии наук СССР», т. XIX, 1945, № 5.

² См. А. П. Виноградов. Геохимия редких и рассеянных химических элементов в почвах, Изд-во АН СССР, 1957.

³ См. Э. А. Остроумов. Редкие земли в глубоководных отложениях Черного моря, «Доклады Академии наук СССР», т. XCI, 1953, № 5.

Установлено, что соотношение редкоземельных элементов в монаците из пегматитов разных районов различное. В одних монацитах (Украина, Якутия, Корея) соотношение редкоземельных элементов такое же, как и в гранитах ($Ce > La > Nd > Pr > Sm > Gd$)¹, а в других (Бразилия и другие районы) оно отличается уменьшением содержания лантана и церия и заметным обогащением самарием и другими редкоземельными элементами с большим атомным весом. Монациты же гидротермально измененных пегматитов, карбонатных и кварцевых жил имеют резко повышенное содержание церия и лантана и очень низкое самария.

Интересны сведения² о составе редкоземельных элементов в минералах месторождений полезных ископаемых. В флюорите, встречающемся совместно с галенитом и сфалеритом (Англия), установлено до $4 \cdot 10^{-4}\%$ Eu на 1 г минерала, в то время как в флюорите, ассоциирующимся с дымчатым кварцем (Швейцария), определено около $10^{-4}\%$ иттербия. В шеелите из кислых гранитных пегматитов и гранитных остаточных растворов устанавливаются элементы иттриевой группы — тербий, диспрозий и эрбий, а в шеелите из месторождений, связанных с основными породами, — европий и самарий.

Изучение соотношений редкоземельных элементов в жильных и рудных минералах месторождений полезных ископаемых представляет большой интерес для выяснения условий формирования месторождений. Микропарагенезисы этих элементов служат диагностическими признаками, весьма харак-

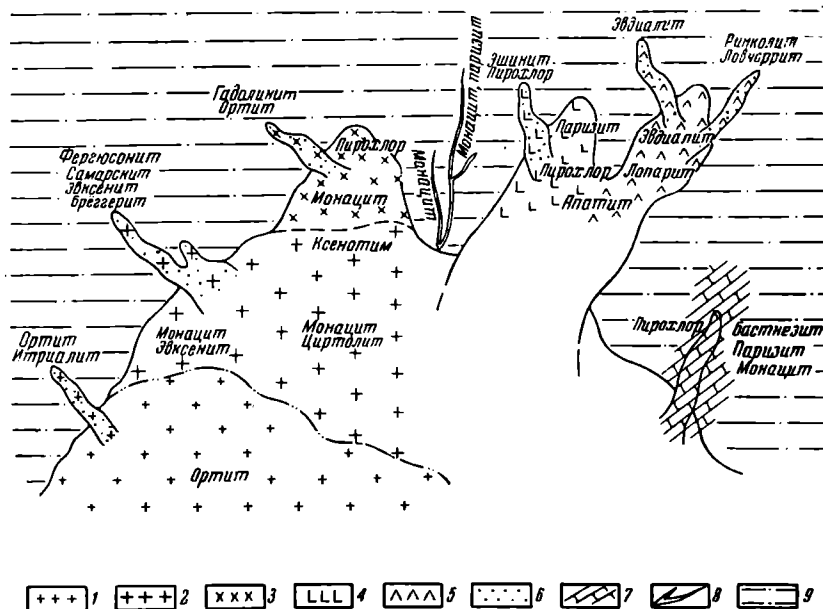


Рис. 2. Схема распределения редкоземельных минералов в горных породах. 1 — гранодиориты, 2 — граниты, 3 — щелочные граниты, 4 — нефелиновые сиениты (миаскитовый тип), 5 — нефелиновые сиениты (аппаитовый тип), 6 — пегматиты, 7 — карбонатиты, 8 — гидротермальные жилы, 9 — осадочно-метаморфические породы

терными для определения условий образования минералов и могут быть широко использованы в поисково-разведочной работе.

Основной источник редкоземельных элементов — монацит $(Ce, La, Y, Th)PO_4$, в котором 52 — 72% $(Ce, La)_2O_3$, 1,15—5,08% Y_2O_3 и 6—12% ThO_2 — добывается из прибрежно-морских россыпей Индии, Бразилии, Цейлона, Австралии и др., из аллювиальных (речных) россыпей США (Айдахо, Северная и Южная Каролина), Малайи, Индонезии, а также частично из коренных месторождений. Самые крупные промышленные месторождения монацита за рубежом известны в Индии (особенно в Траванкуре), пески которых содержат от 3 до 10% монацита. Общие запасы монацита оцениваются свыше 1 млн. т. Второе место занимает Бразилия (штат Байя, Эспириту-Санту, Рио-де-Жанейро). Из крупных коренных месторождений монацита следует отметить месторождение в районе Ван-Рейнсдорп (Капская провинция, Южно-Африканский Союз). Оно представлено кварц-монацитовыми жилами.

Главными поставщиками монацита были Индия и Бразилия. Например, за период

¹ См. «Доклады Академии наук СССР», т. 104, 1956, № 2, стр. 268—271.

² См. статью Х. Хаберландт в сб. «Редкие элементы в изверженных горных породах и минералах». Изд-во иностранной литературы, 1952.

1893—1945 гг. было добыто 130 тыс. *т* монацитовых концентратов, из них экспорт из Бразилии составил 70 тыс. *т*, а из Индии — 52 тыс. *т*.

Сейчас первое место по добыче монацита занимает США. В этой стране, кроме монацита, источником редкоземельного сырья является бастнезит, фтор-карбонат цериевой группы редкоземельных элементов (Ce, La) (CO₃) F¹. В его составе 74—77% (Ce, La)₂O₃. Разрабатываемые месторождения бастнезита в США находятся в Маунтин-Пасс (штат Калифорния) и в районе Галлинас (штат Нью-Мексико).

В штате Калифорния месторождения редких земель (бастнезит) совместно с барием (барит) и торием (монацит, торит и торогумит) расположены в зоне длиной 10 км среди докембрийских карбонатных пород и генетически связаны с изверженными породами, богатыми калием. В штате Нью-Мексико бастнезит встречается в флюоритовых месторождениях, совместно с баритом и гетитом. Флюорито-бастнезитовые месторождения образовались из гидротермальных растворов, связанных с интрузивной деятельностью. Промышленные месторождения бастнезита известны также в Бельгийском Конго. Какие минералы в зарубежных странах в данный момент являются главным источником сырья для получения редкоземельных элементов иттриевой группы, неизвестно, в литературе об этом нет достоверных данных.

Цены на монацитовый песок в США колеблются от 40 до 150 центов за 1 кг. В марте 1955 г. цена 1 кг металлического Ce составляла 40 долларов, а цена 1 кг окисла La—22 доллара.

¹ См. В. С. Твенховел и К. Л. Бак. Геология месторождений тория в США, Геология атомных сырьевых материалов, Госгеолтехиздат, 1956.

Мы видим, что, хотя по геохимии редкоземельных элементов проведены большие работы, многое еще остается не ясным. В дальнейшем необходимо провести исследования по следующим направлениям.

Определение в минералах и породах общего содержания редкоземельных элементов и количественных соотношений между отдельными элементами. Это важно и для их промышленного использования.

Изучение условий миграции и концентрации редкоземельных элементов при различных процессах минералообразования (магматическом, пегматитовом, гидротермальном, осадочном и др.), а также и условий, благоприятствующих формированию промышленных месторождений редкоземельных элементов.

Решение проблемы: редкоземельные элементы — индикаторы геологического процесса. Для этого необходимо детальное изучение количественных соотношений редкоземельных элементов в минералах различного генезиса и возраста. Нужно обращать внимание не только на редкоземельные минералы, но и на минералы, содержащие небольшие и очень малые количества редкоземельных элементов. Важное значение имеет и установление микропарагенезисов редкоземельных элементов в минералах месторождений полезных ископаемых. Проведение указанных исследований будет способствовать установлению генетической связи между различными породами, формирующимися в результате развития того или иного магматического очага или осадконакопления. Кроме того, появится возможность установить связи между тем или иным типом редкоземельного или иного оруднения с определенными магматическими или осадочными породами.



АГРОНОМИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Профессор З. И. Журбицкий

*Институт физиологии растений им. К. А. Тимирязева
Академии наук СССР (Москва)*



По определению акад. Д. Н. Прянишникова, основателя советской школы агрохимиков, задачей агрохимии является изучение круговорота веществ в земледелии и выявление тех мер воздействия на химические процессы, протекающие в почве и растении, которые могут повышать урожай или изменять его состав. Главный способ вмешательства в этот круговорот — это применение удобрений. В таком определении выявлена специфическая особенность агрономической химии, исследующей процессы и взаимодействия природных факторов и деятельности человека.

Характерная черта агрохимии заключается также и в том, что она занимается, в первую очередь, изучением действия удобрений, а растение и почва изучаются в агрохимии с точки зрения влияния на них удобрений. Это обуславливает еще две особенности агрохимии: она занимается только культурными растениями и только возделываемыми почвами, чем определяется связь теоретических положений агрохимии с практической деятельностью человека.

В постановлении пленума ЦК КПСС по докладу товарища Н. С. Хрущева, принятом 19 декабря 1958 г., указывается, что «на нынешнем этапе роль и значение науки в решении задач увеличения производства сельскохозяйственных продуктов должны значительно возрасти». Это в большой мере относится к агрономической химии.

В контрольных цифрах развития народ-

ного хозяйства СССР на 1959—1965 гг. намечен ряд мероприятий, которые должны привести к решению важнейшей народнохозяйственной задачи — повышению урожайности сельскохозяйственных культур и продуктивности животноводства.

Одно из основных мероприятий, обеспечивающих запланированное увеличение сельскохозяйственной продукции, это предусматриваемый контрольными цифрами рост химической промышленности. В 1965 г. сельское хозяйство получит 31 млн. т минеральных удобрений, что в три раза превысит продукцию удобрений в 1959 г.; кроме того, для целей удобрения будет расширено производство извести и гипса, а также различных химикатов для уничтожения сорной растительности и борьбы с болезнями и вредителями сельскохозяйственных культур.

По подсчетам проф. А. Н. Лебедянцева, основанным на шестилетней работе географической сети опытов, в которой принимало участие 317 сельскохозяйственных учреждений Союза, в нечерноземной зоне удельный вес удобрений в повышении урожайности составляет 60—75%, а в черноземной зоне 40—55%, тогда как обработка и селекция дают только 30—50% общего повышения урожайности. То, что было реализовано тогда в опытной работе за 1925—1930 гг., теперь может быть осуществлено в производственных условиях.

Очень трудно дать наглядное представ-

ление о том, что сулят сельскому хозяйству эти 31 млн. *т* удобрений. Интересные расчеты произвел проф. А. В. Соколов; они показывают, что применение 31 млн. *т* удобрений настолько увеличивает валовые сборы сельскохозяйственных культур, как если бы посевная площадь в стране увеличилась примерно на 70 млн. *га*, т. е. почти на 50%. Это может давать ежегодно более 2 млрд. пудов зерна, 180 млн. пудов сахара, 2 млн. *т* волокна, 40 млн. *т* картофеля и соответственное увеличение количества других сельскохозяйственных продуктов, т. е. за счет применения одних минеральных удобрений должно быть получено около 25% продукции сельского хозяйства, намеченной контрольными цифрами на семилетие. Значение всех удобрений в повышении валовой продукции еще больше, поскольку применение навоза и других органических удобрений также играет в этом отношении все возрастающую роль в соответствии с развитием животноводства.

Очень важные особенности применения удобрений как средства повышения урожайности — это то, что они могут быть использованы в любом районе СССР, где нужно увеличить продовольственные ресурсы или производство технических культур. К тому же затраты на удобрения с лихвой окупаются в первый же год их применения.

Необходимо, однако, подчеркнуть, что удобрения дадут ожидаемый от них эффект только при правильном их применении. Большую роль в этом отношении должна сыграть агрохимическая наука.

К настоящему времени советская агрохимия накопила громадное количество опытных материалов по эффективности удобрений в различных почвенных зонах под разнообразные культуры. Но, к сожалению, объединению и сколько-нибудь обстоятельной научной обработке подверглись только опыты, проведенные до 1931 г., в сводке НИУ (ныне Научный институт удобрений и инсектофунгицидов). За последние годы выработан и проверен ряд частных способов применения удобрений (грануляция удобрений, внекорневые подкормки, органоминеральные удобрения, очаговое внесение удобрений). Выявлены и объяснены новые факты: отзывчивость растений на некоторые микроэлементы: Mo , Mn , Cu и др.; синтетическая роль корневой системы, связи над-

земных органов растений с корневой системой, влияние отдельных факторов климата на минеральное питание и ряд других.

Сейчас, в порядке подготовки к использованию громадных количеств минеральных удобрений, запланированных к выпуску в предстоящем семилетии, необходимо не только свести и обобщить накопленный материал, но и развить такие новые теоретические представления, которые позволили бы на основе использования имеющихся материалов и методов исследования в каждом отдельном случае предсказывать размеры эффективности удобрений и строить рациональные системы их применения. Этих обобщающих теоретических положений, которые позволили бы широко охватить вопросы применения удобрений и найти место каждому приему в общей системе применения удобрений, нам до сих пор не хватает.

Необходимо обобщить накопленные опытные данные для обоснования распределения удобрений по всему Союзу, а также доработать методы агрохимических исследований, нужных для установления рациональных доз удобрений на каждом отдельном поле под выращиваемую культуру. Для каждой естественной природной зоны должны быть созданы мощные агрохимические лаборатории, которые могли бы давать авторитетные рекомендации по применению удобрений.

Важнее всего в агрохимических исследованиях отойти от упрощенного эмпиризма, в первую очередь в методике полевого опыта. По инициативе Менделеева в 1867 г. были проведены первые опыты по изучению эффективности удобрений в четырех губерниях России; затем эти исследования постепенно расширялись и в наше время, после Октябрьской революции, достигли громадных размеров. Упомянутая выше сеть полевых опытов установила основные закономерности эффективности удобрений в зависимости от почвенных типов для ряда культур. Опыты Всесоюзного института удобрений и агропочвоведения в основном подтвердили эти закономерности и дополнили их некоторыми новыми положениями. Отраслевые институты и их опытные станции провели еще большее число аналогичных опытов.

На основе проведенной работы были рекомендованы дозы местных и минеральных

удобрений, способы и сроки их внесения, формы удобрений.

Однако лучшие варианты применения удобрений находятся эмпирически, почвенное плодородие отдельных полей в хозяйствах непрерывно изменяется и нет никакой возможности охватить его изучением с помощью полевых опытов. С расширением применения удобрений запросы к проведению полевых опытов будут все увеличиваться, и нельзя рассчитывать, чтобы, используя обычную методику, когда-нибудь эти запросы можно было удовлетворить.

Необходимо разработать такой подход к изучению вопросов применения удобрений, чтобы можно было предвидеть, какой вариант может оказаться лучшим по сравнению с применяемым на практике, и чтобы анализ почвы в лаборатории позволял обосновывать необходимые изменения в дозировках удобрений.

Полевой опыт, по своему существу синтетический, дает результат, обусловленный одновременно потребностями растений, плодородием почвы, климатическими условиями и применяемой агротехникой. Без вычленения роли отдельных составляющих нельзя объяснить результатов опытов и нельзя на их основании предвидеть, какие варианты окажутся лучшими.

Значительную ясность в толкование результатов полевого опыта можно было бы внести, зная потребности растений в питании, потому что дозы удобрений в основном определяются двумя условиями: потребностью растений в питании и плодородием почвы.

Знать потребность растений в питании необходимо для того, чтобы подбирать дозы удобрений и устанавливать рациональные приемы их применения не эмпирически, а со знанием дела, исходя из теоретических положений. К настоящему времени еще нет даже общепринятых показателей, по которым можно было бы устанавливать потребность растений в питании. Для этой цели надо иметь по меньшей мере два показателя: интенсивность нарастания потребности растений в питании и изменение соотношений усваиваемых питательных элементов по мере роста растений. Достаточно беглого взгляда на рис. 1, где приведены кривые интенсивности поглощения азота некоторыми овощными культурами, чтобы убедиться,

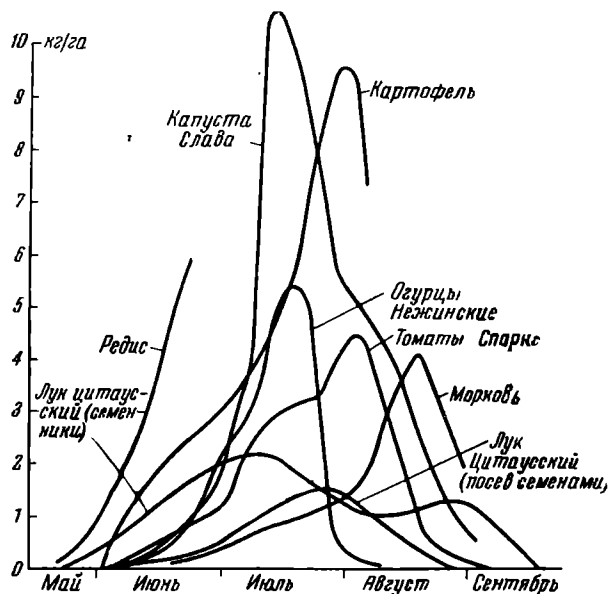


Рис. 1. Кривые интенсивности поглощения азота овощными культурами в течение вегетации (в кг. за 1 день)

что подход к удобрению этих культур должен быть различен.

Растения, потребляющие азот в ранние летние месяцы (как семенники лука) или потребляющие его в больших количествах (как капуста), не могут быть обеспечены питанием азотом только за счет разложения навоза в почве, поскольку темпы минерализации навоза не будут поспевать за потребностью этих растений. Гораздо легче обеспечить питание этих растений азотом, применяя минеральные удобрения. Данные, представленные на рис. 1, помогают в решении ряда основных вопросов применения удобрений: о дозах удобрений, о глубине их заделки, о сроках проведения подкормок и т. д.

Еще более важными оказались данные, показывающие изменение соотношений питательных элементов в растениях с возрастом. На рис. 2 представлены изменения соотношений азота, фосфора и калия в рассаде капусты и помидоров с возрастом. За 100 принята сумма усвоенных растениями питательных элементов $N + P + K$ и показано, какой процент от этой суммы приходится на каждый элемент в том или другом возрасте растений. Используя эти цифры,

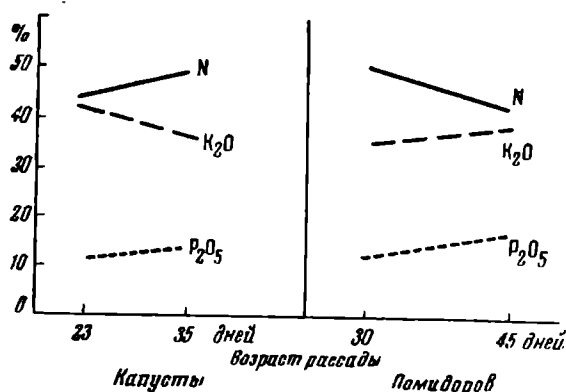


Рис. 2. Кривые изменения соотношений питательных элементов в рассаде капусты и помидоров с возрастом (за 100% принята сумма NPK)

можно при помощи удобрений управлять ростом и развитием растений.

В капустной рассаде с возрастом относительно увеличивается содержание азота. Улучшение азотного питания рассады будет, следовательно, способствовать ускорению получения урожая капусты. Результаты опытов, представленные на рис. 3, показывают, что с повышением содержания азота в рассаде завязывание кочнов дей-

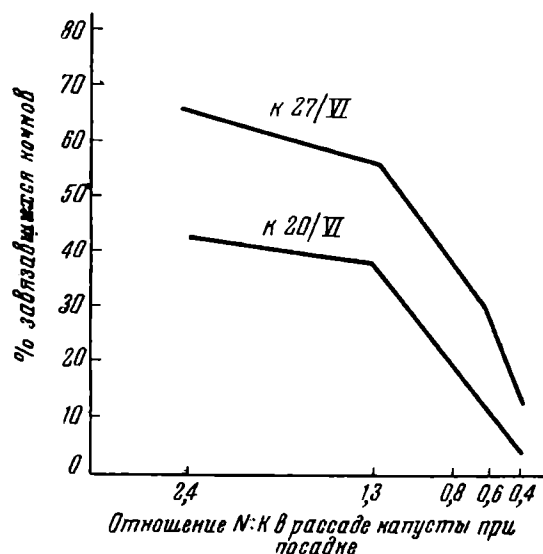


Рис. 3. Кривые изменения влияния питания рассады капусты на ее химический состав и на скорость завязывания кочнов

вительно ускоряется. Аналогичный опыт, проведенный с яровизированной рассадой капусты, показал, что усиление азотистого питания увеличивает число цветущих растений.

Состав рассады помидоров изменяется в другом направлении — в этом случае усиление питания рассады помидоров фосфором и калием ведет к более раннему цветению растений и завязыванию плодов.

Динамика изменения соотношений питательных элементов у озимой пшеницы, по данным Е. Т. Музычкина (Почвенный институт АН СССР), представлена на рис. 4. Полученные кривые объясняют, почему так важна ранняя весенняя подкормка озимых азотом, высокий эффект от которой хорошо известен производителям. Потребность озимой пшеницы в азоте в условиях Ростовской области увеличивается по сравнению с потребностью в калии только до третьей декады апреля; именно удовлетворение этой потребности растений ранней подкормкой азотом и обеспечивает увеличение урожая. Более поздняя подкормка азотом в мае уже не может дать таких хороших результатов, потому что у растений, в связи с переходом их от фазы кущения к фазе выхода в трубку, в это время возрастает потребность в калии, и на почвах, бедных калием, хороший эффект может дать калийная подкормка. В дальнейшем, в период цветения и налива зерна, вновь усиливается потребность пшеницы в азоте, которая обычно удовлетворяется за счет энергично протекающих процессов нитрификации в почве. Подкормка растений азотом в этот период также дает хорошие результаты, о чем свидетельствует распространение такого приема за последние годы во Франции. При этом не только повышается урожай зерна, но и увеличивается в нем содержание белка.

Анализ растений кукурузы, имеющиеся в литературе, указывают на резкие изменения ее потребности с возрастом. Как видно из рис. 5, в первый период роста растения усваивают примерно в 1,5 раза больше калия, чем азота, но к моменту выбрасывания метелок потребность в азоте оказывается уже большей, чем в калии, а в период образования и налива зерна, в общем количестве усваиваемых элементов азот занимает доминирующее положение. Потребность растений в фосфоре с возрастом постепенно возрастает.

Зная потребность кукурузы в питании, при помощи полевых опытов можно гораздо быстрее разработать правильную систему применения удобрений под кукурузу, чем просто испытывая разные дозы и разные соотношения питательных элементов, как это делается в настоящее время.

Как видно из приведенных примеров, данные анализов растений могут значительно помочь в разработке системы применения удобрений.

Опыты с разными культурами показали, что если система применения удобрений построена таким образом, что она способствует быстрейшему прохождению тех изменений в составе питательных элементов, которые наблюдаются у хорошо развивающихся растений по мере их роста, то развитие ускоряется, в противном случае оно задерживается.

Зная потребность растений в питании на основе проведенных анализов, для полевых опытов можно будет поставить более определенную задачу — учитывая плодородие почвы, установить необходимые дозы и сроки внесения удобрения, обеспечивающие своевременное и правильное питание растений. Это наиболее простой путь к разработке системы питания отдельных культур.

При установлении правильности доз удобрений остается еще одно большое затруднение. До сих пор не установлено, насколько полно и как быстро используют растения внесенные удобрения. Опыты с применением изотопа фосфора P^{32} показали, что наши представления об использовании фосфорных удобрений растениями были неправильны, поскольку агрохимия до открытия изотопных методов исследования не располагала удовлетворительными методами изучения этого вопроса. В действительности растения лучше используют фосфор из удобрений, чем это было принято считать. Как оказалось, при внесении фосфорных удобрений в обычно рекомендуемых дозах, растения в меньшей мере используют фосфор почвы. Этот факт мог быть установлен только при помощи метода изотопов.

Доступность растениям питательных элементов из удобрений не определяется однозначно; она зависит от свойств почв, от техники внесения удобрений, форм удобрений, вида и возраста растений, погодных условий, поэтому ее изучение потребует времени даже при наличии хорошего метода исследования.

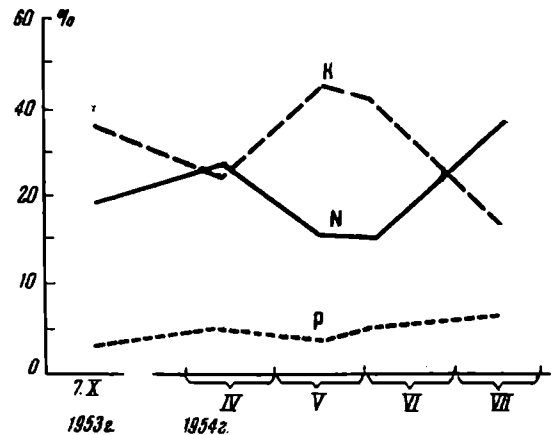


Рис. 4. Кривые изменения соотношений питательных элементов во время роста у озимой пшеницы. Пшеница уборки 1954 г. Ростовская обл., предкавказский выщелоченный чернозем

Во всяком случае, сейчас, располагая изотопным методом, можно рассчитывать на успешное решение этого вопроса, который является очень важным звеном в обосновании доз удобрений.

Говоря о правильной системе удобрений,

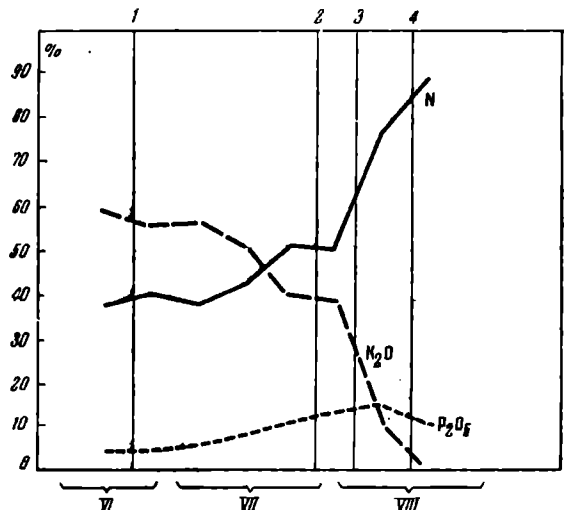


Рис. 5. Кривые изменений соотношений NPK, усваиваемых кукурузой в отдельные периоды роста. 1 — в возрасте 30 дней, 2 — выбрасывание метелок, 3 — начало образования пестичных нитей, 4 — максимальный вес вегетативной массы (за 100% принята сумма NPK)

нельзя не затронуть вопроса о пополнении запасов питательных элементов в почве. От того, какая часть урожая будет создаваться за счет вносимых удобрений, а какая за счет почвенного плодородия, в значительной степени зависит направление изменений почвенного плодородия и размеры урожая.

Возможно, что большая часть зерновых культур еще долго будет в основном выращиваться за счет почвенного плодородия и удобрения будут применяться лишь как средство, облегчающее растениям использование почвенного плодородия.

Внесение небольшой дозы удобрений перед посевом под борону или в рядки при посеве позволяет растениям быстрее расти в молодом возрасте и облегчает в дальнейшем поглощение питательных веществ из почвы хорошо развитой корневой системой. Весенняя подкормка озими азотом помогает растениям в критический период роста и в дальнейшем тоже усиливает использование растениями почвенного плодородия. Таким образом, маленькие дозы удобрений, улучшающие только начальное питание молодых растений, не снижают, а, наоборот, повышают использование почвенных запасов питательных элементов.

Для получения высоких урожаев технических культур — сахарной свеклы, хлопка и ряда других, а также овощей и во многих случаях картофеля — применяется такое количество удобрений, которое в основном обеспечивает потребности выращиваемых растений. При этом может быть достигнуто целесообразное использование почвенного плодородия и удобрений, обеспечивающее и высокие урожаи и повышение плодородия почв. Иногда встречается избыточное внесение удобрений, сверх потребности растений, как это имело место при удобрении хлопчатника, что привело к избыточному накоплению фосфора в почвах и к непроизводительной трате удобрений.

Чтобы обеспечить хорошее питание растений, необходимо знать, кроме их потребностей в питании, также и возможность использования почвенного плодородия. Поэтому исключительное значение имеют анализы почв с полей, намечаемых к удобрению, так как только при недостаточном содержании доступных растениям питательных элементов в почве получается высокий эффект от удобрений.

Подсчеты, проведенные в Англии на основании многочисленных анализов почв с 1936 по 1946 г., показали, что при содержании в почве меньше 8 мг P_2O_5 , растворимой в лимонной кислоте на 1 кг почвы, внесение суперфосфата повышало выход сахара на 4,1 ц/га, тогда как при 12 мг P_2O_5 и выше прибавка составляла только 1,1 ц/га. В среднем, из 25 случаев применения калийных удобрений при выращивании гороха прибыль составила всего 4 шиллинга на акр, когда же калийные удобрения применялись с учетом анализов почв, то прибыль достигала 94 шиллингов на акр. Применение калия на почвах, богатых калием, приносило убыток в 38 шиллингов.

Пестрота почвенного покрова в отношении содержания отдельных питательных элементов у нас очень мало изучена, и без организации хорошо оснащенных и хорошо руководимых из центральных институтов агрохимических лабораторий затраты государства на туковую промышленность могут оказаться в значительной мере напрасными.

Перечисленными вопросами не исчерпываются, конечно, задачи агрохимии, оставшиеся до сих пор не разрешенными, несмотря на многолетние исследования; важнейший из них — вопрос о дозах удобрений. Для построения заданного урожая, например 30 ц/га пшеницы, растения должны использовать определенные количества питательных элементов.

В упоминавшемся уже опыте Е. Т. Музычкина на 1 ц зерна и соответствующие ему 2,5 ц соломы в растениях содержалось 4 кг N, 1 кг P_2O_5 и 2,5 кг K_2O . Количество питательных элементов может в известных пределах изменяться в зависимости от соотношения между зерном и соломой в урожае, а также в зависимости от климатических условий, но, тем не менее, они характерны для данной культуры. Другие растения потребляют удобрения в иных количествах и иных соотношениях. Для образования 1 ц зерна кукурузы растения должны усвоить примерно 2,5 кг N, 0,8 кг P_2O_5 и 2,0 кг K_2O . При выращивании помидоров на 10 ц плодов растения поглощают из почвы 2,8 кг N, 1,1 кг P_2O_5 и 4,2 кг K_2O ; на 10 ц кочнов капусты растения усваивают 3,8 кг N, 1,4 кг P_2O_5 и 4,6 кг K_2O .

Каждая культура имеет свою специфическую потребность в питательных элементах,

и без удовлетворения этой потребности, естественно, не может иметь места ни рост растений, ни образование урожая. Построить урожай без затраты соответствующего количества питательных элементов невозможно. Поэтому если применение небольших доз каких-нибудь удобрений, гранулированных, органо-минеральных или обычных, дает большую прибавку урожая, то это означает, что урожай создан, в основном, за счет почвенных запасов питательных элементов.

Разработка приемов, обеспечивающих более интенсивное использование почвенного плодородия, очень важное дело, но применять их надо с известной осторожностью, учитывая целесообразность и возможные размеры использования почвенного плодородия.

Вопросы динамики почвенного плодородия культурных почв еще недостаточно изучены. Известно, что при распашке целины, вследствие создания аэробных условий в почве, органическое вещество начинает подвергаться более сильной минерализации и содержание гумуса уменьшается, пока не будет достигнуто равновесие на новом уровне, определенном создавшимися условиями. При попадании в почву большого количества органических остатков и в условиях ослабленного их разложения, вследствие меньшей аэрации почвы, лучшего увлажнения, более низкой температуры и т. п., в почве сохраняется более высокое содержание гумуса; в противоположных условиях содержание гумуса резко снижается. В соответствии с изменениями содержания гумуса изменяется и питание растений азотом. В первый период, пока не достигнуто новое равновесие, усиленное разложение гумуса обеспечивает лучшее питание растений азотом, но зато новое равновесие устанавливается на более низком уровне.

Питание растений фосфором, калием и другими минеральными элементами без применения удобрений зависит от их общего первоначального содержания в почве и от того, в какой мере, при существующих почвенных условиях, эти соединения переходят из форм недоступных для растений в доступные формы. Обогащение почвы всеми элементами минерального питания, кроме азота, может происходить только за счет их внесения с удобрениями.

Часто встречаются случаи, когда почва

богата только одним или двумя какими-нибудь питательными элементами; задача агрохимии выявить такие почвы, потому что в подобных случаях всегда следует использовать имеющийся избыток элементов и экономить соответствующие удобрения.

Сельскохозяйственной практикой выдвигается ряд новых задач. Нужна разработка системы применения удобрений с учетом новых возможностей более обильного применения минеральных и органических удобрений. Сельское хозяйство получает время от времени новые виды удобрений, для которых надо устанавливать наилучшие приемы использования. Сейчас возникли в новой постановке вопросы минерального питания растений через листья; проведено мало работ по вопросам питания растений микроэлементами, нужны надежные методы для оценки почвенного плодородия. Кроме того, у агрохимии возникают новые задачи на стыке разных наук, и требуется совместная работа различных специалистов. В свое время агрохимиками установлено, что причина различного отношения бобовых и небобовых растений к азотному питанию объясняется деятельностью клубеньковых бактерий, живущих в симбиозе с растениями. Разработка этого вопроса была затем продолжена микробиологами. В лаборатории Д. Н. Прянишникова впервые была разработана технология переработки отечественных фосфоритов на суперфосфат и некоторые другие вопросы технологии удобрений; теперь этим занимаются соответствующие специалисты, химики-технологи.

Сейчас возникает новый большой круг исследований на грани двух наук; в разработку их должны, в первую очередь, включиться опять-таки агрохимики. Это вопросы, связанные с влиянием климатических условий на размер урожаев и их качество и на эффективность удобрений.

Решающее влияние климатических условий на урожай сельскохозяйственных культур и эффективность удобрений общеизвестно. Однако этот важнейший, решающий фактор в агрохимии не изучается и воспринимается лишь пассивно, как нечто неизбежное; считается, как будто, бесполезно искать путей смягчения неблагоприятного влияния климатических условий. Между тем, изучение влияния отдельных элементов климата на биохимические процессы в растениях и на усвоение растениями питательных элементов

из почвы позволяют рассчитывать на разработку приемов, обеспечивающих повышение урожая и при неблагоприятных погодных условиях.

При изучении влияния пониженных температур почвы, которые наблюдаются в весенний период, на усвоение питательных элементов растениями нами было установлено, что поглощение азота и фосфора тормозится в большей степени, чем поглощение калия, который усваивается одинаково хорошо при значительных колебаниях температуры. Понижение температуры воздуха по сравнению с почвой, что наблюдается чаще осенью, не влияет на усвоение питательных элементов, но задерживает их передвижение, а также передвижение ассимилятов по растению. Учет всех этих особенностей может помочь преодолеть влияние пониженных температур почвы и воздуха на питание растений.

Известно, что наша пшеница в Поволжье отличается исключительно высоким содержанием белка; это связывается с засушливым климатом данной области и объясняется обычно высокой нитрификационной деятельностью местных почв. Однако опыты говорят о другом: при одинаковом корневом питании состав растений резко изменяется в зависимости от относительной влажности воздуха. В условиях повышенной транспирации рост листьев возможен только после накопления достаточного количества белков, обеспечивающих сохранение минимальной оводненности листьев. Белки, накопившиеся в листьях, впоследствии обеспечивают высокое содержание белка в зерне.

Если для пшеницы подобные климатические условия оказываются благоприятными в смысле повышения качества продукции, то для сахарной свеклы они ведут к резкому ухудшению ее качества. Как ясно из сказанного, уменьшение доз азота приведет в данных условиях в большей степени к снижению урожая, чем к улучшению качества свеклы. Улучшения качества свеклы в засуш-

ливых районах можно при одновременном повышении урожайности достигнуть умеренным дождеванием ее посевов, повышая относительную влажность воздуха.

В вегетационные периоды, отличающиеся повышенной влажностью и облачностью, наблюдаются большие эффекты от применения калийных удобрений. Объяснения этому явлению до сих пор не дано; можно было бы предполагать, что при недостатке инсоляции растения нуждаются в больших количествах калия для обеспечения нормальной интенсивности фотосинтеза, однако опыты показали другое. Оказалось, что при недостатке инсоляции растения плохо поглощают калий и повышенные дозы калийных удобрений необходимы для облегчения усвоения растениями нужных количеств калия.

Всеми этими вопросами, особенно теми, которые связаны с эффективностью удобрений, могут и должны заняться агрохимики.

В контрольных цифрах развития народного хозяйства на 1959—1965 гг. сказано, что необходимой теоретической предпосылкой для подъема сельскохозяйственных наук является развитие биологии. Значение комплекса биологических наук будет особенно возрастать по мере использования в биологии достижений физики и химии. При этом большую роль будут играть такие отрасли науки, как биохимия, агрохимия, биофизика, микробиология, вирусология, селекция, генетика.

Сейчас в агрохимии все шире применяются новые физические и химические методы исследования: методы радиоактивных и стабильных изотопов, спектральный анализ, хроматография, электронная микроскопия и ряд других. Это позволит агрохимикам решать более глубокие теоретические вопросы, касающиеся отдельных процессов и явлений, и строить более широкие обобщения, что обеспечит более правильное направление сельскохозяйственной деятельности в нашей стране.



НАУЧНАЯ ВАХТА У СЕВЕРНОГО ПОЛЮСА

К ПЯТИЛЕТИЮ НЕПРЕРЫВНОЙ РАБОТЫ СОВЕТСКИХ ДРЕЙФУЮЩИХ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ СТАНЦИЙ

П. А. Гордиенко

Кандидат географических наук

*Арктический и Антарктический научно-исследовательский институт
Главсевморпути (Ленинград)*



Каждую весну, начиная с марта 1954 г., из Ленинграда и Москвы самолеты полярной авиации доставляют на дрейфующие льды высокоширотной Арктики новые смены научных работников — сотрудников дрейфующих научно-исследовательских станций «Северный полюс». На этих же самолетах возвращаются на Большую Землю ученые, уже проводившие в дрейфе год, полный увлекательных и напряженных исследований, рискованной борьбы с коварной арктической природой. Полярники привозят с собой материалы наблюдений огромной научной ценности.

Начиная с весны 1954 г., две советские научные дрейфующие станции стали постоянными, наиболее северными форпостами непрерывного комплексного наблюдения за природой Арктики.

История этого крупного научного мероприятия — организация постоянных дрейфующих станций в центре Арктики — начинается с блестящего осуществления в 1937 г. идеи об использовании дрейфующего ледяного покрова для научных исследований. Ранним утром 22 мая 1937 г. радио оповестило весь мир о том, что накануне самолеты Советской воздушной высокоширотной экспедиции, руководимой акад. О. Ю. Шмидтом, совершили посадку на дрейфующие льды в районе Северного полюса. А еще через несколько дней сюда же прибыла группа в составе И. Д. Папанина, океанолога П. П. Ширшова, геофизика Е. К. Федорова и радиста Э. Т. Кренкеля. На ледяном поле

был разбит лагерь научной дрейфующей станции, получившей название «Северный полюс-1».

В течение 9 месяцев полярники, преодолевая стужу высокоширотной зимы и трудности жизни на часто взламываемой льдине, вели метеорологические, океанографические, геофизические наблюдения, пока, покрыв расстояние более 2000 км, не были взяты на борт ледокольного парохода «Мурман».

Научные наблюдения станции СП-1 уже тогда имели практическое значение: сводки погоды, ежедневно передаваемые по радио на Большую Землю, использовались экипажами В. Чкалова и М. Громова во время их трансполюсных перелетов из СССР в Соединенные Штаты Америки.

В апреле 1950 г. примерно в 600 км к северо-востоку от о-ва Врангеля на дрейфующий лед было высажено 14 полярников во главе с океанографом, ныне Героем Советского Союза, доктором географических наук М. М. Сомовым. Ученые этой станции («Северный полюс-2») провели в дрейфе 374 дня, а их льдина переместилась в северном направлении почти на 650 км. Таким образом, к началу организации постоянных станций полярные ученые имели богатый опыт работы, жизни, исследований на дрейфующих льдах. Были выработаны наиболее рациональные виды приборов, снаряжения, одежды, продовольствия, жилья, транспортных средств, наиболее пригодных для применения в специфических условиях дрейфа.

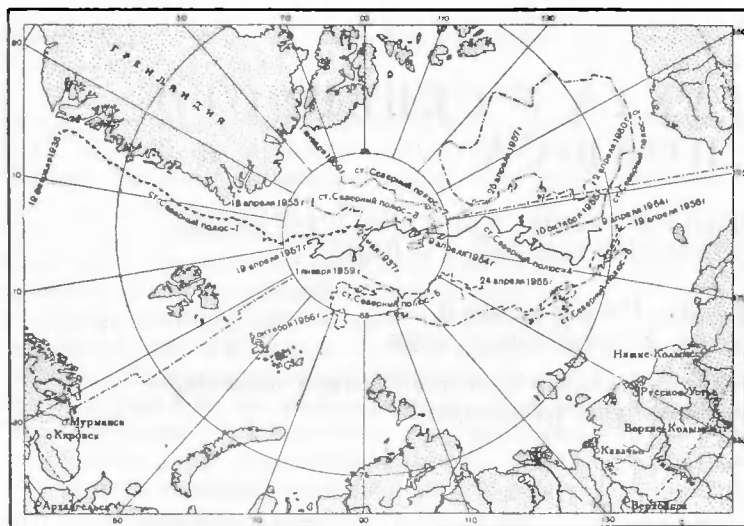


Схема дрейфа советских станций по состоянию на 1 января 1959 г.

В настоящее время на каждой станции работает от 14—18 до 22—25 сотрудников, специалистов в различных отраслях науки. Кроме этого, на базе станций развертываются специальные, кратковременные (на 1—2 месяца) исследования, которые ведут нередко группы ученых университетов, институтов Академии наук СССР, гидрометслужбы и т. п.

Когда та или иная льдина станции выносятся из океана (например, приближается к Гренландскому морю) или же попадает в районы, опасные в смысле сжатия и разлома льдов, полярники при помощи самолетов перебазироваться на новое, интересное в научном отношении место. Здесь станция под влиянием течений и ветра снова включается вместе с массами льдов в общую циркуляцию. Некоторые станции просуществовали по несколько лет, и на них сменялось по несколько коллективов ученых.

Станция СП-6, открытая в 1956 г. и устроенная на ледяном острове, дрейфует и теперь. Всего советские дрейфующие станции на 1 января 1959 г. проработали в общей сложности около 3500 суток. Если по генеральным направлениям суммарная длина извилистых траекторий дрейфа станций (см. схему) несколько больше 9000 км, то с учетом этой извилистости протяженность дрейфа станции уже превышает 25 000 км, т. е.

в 7—8 раз более ширины Северного Ледовитого океана по его длинной оси и свыше чем в 3 раза длиннее маршрута знаменитого дрейфового плавания норвежцев во главе с Тором Хейердалом через Тихий океан на плоту «Кон-Тики» (1947 г.). А работы все продолжаются, годичные смены полярников следуют одна за другой.

Что такое дрейфующие станции и для чего несут ученые непрерывную суровую вахту на приполюсных ледяных пространствах?

Огромные пространства Советского Союза — почти одна треть территории всей страны — лежат за Северным полярным кругом. Материковые берега СССР на севере омы-

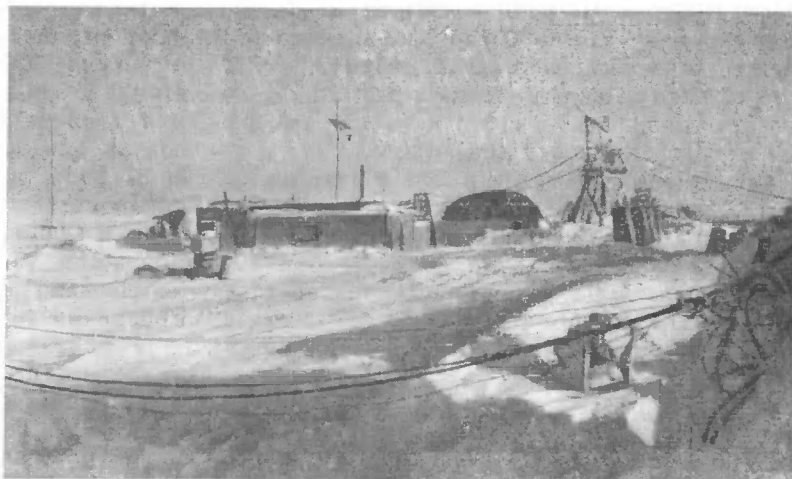
ваются арктическими морями, по которым проходит гигантский Северный Морской путь — кратчайшая транспортная магистраль, соединяющая североευропейские порты страны с дальневосточными. С этим путем смыкаются речные пути из глубин Урала, Сибири, Европейского Севера.

В настоящее время на Северном Морском пути сооружены арктические морские порты, а в Арктике ежегодно плавают многие десятки транспортных судов. Но для плановой эксплуатации этой огромной магистрали нужно знать, какое препятствие в каждом навигационном периоде представит собой мощный арктический лед, преодоление которого весной и осенью, а зачастую и летом не под силу даже мощным ледоколам. Разрабатываются прогнозы состояния льдов в арктических морях заблаговременно — от нескольких дней до 5—6 месяцев. На самолетах ледовой разведки ученые вместе с летчиками отыскивают пути кораблям во льдах.

Выяснено, что движение (дрейф) льдов диктуется режимом течений и ветра, а их мощность определяется температурным состоянием атмосферы, теплозапасом моря, количеством солнечной энергии, поглощаемой поверхностью льда и другими природными факторами. Для наблюдения за этими элементами на высокоширотных островах и на арктическом побережье вдоль трассы СМП бы-

ло выстроено около 100 полярных гидрометеорологических станций. Непрерывно, по 8 раз в сутки, скромные труженики этих станций производят свои многочисленные измерения и по радио передают эти данные в Арктический и Антарктический институт и в другие научные центры. Ежегодно морские экспедиции отправляются в полярные плавания для изучения режима морей.

Уже в 30-х годах стало ясно, что для составления качественных прогнозов состояния льда недостаточно сведений, получаемых только непосредственно с трассы Северного Морского пути. Арктические моря, по которым он проходит, особенно такие, как Чукотское, Восточно-Сибирское и Лаптевых, по существу лишь крупные заливы Северного Ледовитого океана, подпревалирующим влиянием которого находится режим льдов, течений и погоды в этих морях. Встала задача — распространить всестороннее изучение и на широкие просторы практически неизученно-



Общий вид дрейфующей станции

го глубоководного Центрального Арктического бассейна Северного Ледовитого океана. Необходимость такого изучения диктовалась и огромной ролью атмосферных процессов в высокоширотной Арктике в формировании погоды не только на территории СССР, но и во всем Северном полушарии. Кроме того, интересы мореплавания, авиации и радиосвязи в Арктике требовали изучения геомагнитного поля, ионосферы и других элемен-

Данные о дрейфе советских научно-исследовательских станций в Центральной Арктике

Название станции	Начало дрейфа		Конец дрейфа		Длина пути станции (в км) по генеральному курсу	Продолжительность дрейфа в сутках	Средняя суточная скорость (в км) по генеральному курсу	Руководитель станции
	Время	Координаты	Время	Координаты				
СП-1	21 мая 1937 г.	89°41' с. ш. 87 00 з. д.	19 февр. 1938 г.	70°54' с. ш. 19 48 з. д.	2050	274	7,5	И. Д. Папавин
СП-2	2 апреля 1950 г.	76 03 с. ш. 166 36 з. д.	11 апреля 1951 г.	81 45 с. ш. 163 48 з. д.	640	374	1,7	М. М. Сомов
СП-3	9 апреля 1954 г.	62 10 с. ш. 174 28 з. д.	20 апреля 1955 г.	86 00 с. ш. 31 45 з. д.	825	376	2,3	А. Ф. Трешников
СП-4	8 апреля 1954 г.	75 39 с. ш. 178 25 з. д.	19 апреля 1957 г.	85 52 с. ш. 0 00 з. д.	1920	1106	1,7	Е. И. Толстиков П. А. Гордиенко А. Г. Дралкин
СП-5	24 апреля 1955 г.	82 16 с. ш. 157 05 в. д.	8 октября 1956 г.	84 18 с. ш. 63 20 в. д.	1080	531	2,0	Н. А. Волков А. Л. Соколов
СП-6	19 апреля 1956 г.	74 24 с. ш. 177 10 в. д.	дрейф продолжается (до 1/IV 1959 г.)		2095	802	1,9	К. А. Сычев В. М. Дриацкий С. Т. Серлапов
СП-7	23 апреля 1957 г.	82 06 с. ш. 164 11 з. д.	11 апреля 1959 г.	85 14 с. ш. 33 00 з. д.	1230	798	1,7	В. А. Ведерников Н. А. Белов

тов геофизики. Но на огромном пространстве центральной части Северного Ледовитого океана, превышающем по площади 7,5 млн. км², кроме сплошных движущихся льдов, не было ни одного острова или другого удобного места. Поэтому после предварительного изучения закономерностей дрейфа льда в океане и обобщения опыта дрейфа станций СП-1 и СП-2, было решено устроить постоянные научно-исследовательские обсерватории непосредственно на дрейфующих льдах.

О том, из чего складывается научная деятельность дрейфующих станций, мы расскажем на примере станции СП-7 в смене 1958—1959 гг.

Метеорологические и актинометрические наблюдения. В их программу входят: измерение через каждые три часа давления, температуры воздуха, направления и скорости ветра, влажности, количества и характера осадков, снежного покрова, облачности, определение элементов солнечной радиации — прямой, рассеянной, отраженной, альбедо снега, общего баланса радиации.

Аэрологические наблюдения. В программе этих работ ежедневное двукратное радиозондирование атмосферы до высот стратосферы, с определением скорости и направления ветра, температуры и влажности воздуха на различных высотах. Эти наблюдения сопровождаются радиотеодолитными измерениями.

Океанографические наблюдения включают ежедневное измерение глубины океана и регулярное выполнение гидрологических станций. На этих станциях, помимо измерения температуры воды на различных горизонтах океана, берутся также образцы морской воды для гидрохимического анализа океанологами. Ведутся также биологические и ледовые наблюдения. В ведении зимовщиков также автоматические приборы, непрерывно регистрирующие скорости и направления течений на различных глубинах.

Геофизические наблюдения за состоянием ионосферы производятся через каждые 30 минут. Кроме того, ведутся наблюдения за полярными сияниями и над возмущенностью магнитного поля Земли.

Геологические наблюдения. Эти трудоемкие работы имеют целью сбор образцов грунта со дна океана на глубинах, превышающих тысячи метров.

Кроме научного персонала, включающего обычно 8—14 специалистов, в состав коллектива станции входят: врач (он же заведующий хозяйством), механик, ведающий электростанцией, трактором и другими механическими средствами, два радиста, обеспечивающие непрерывную радиосвязь с береговыми пунктами, и повар. В распоряжении станции — вертолет с экипажем в 4 человека. Летчики — активные помощники ученых

в их повседневных наблюдениях. Хотя практика взаимопомощи и широко применяется в коллективе, рабочий день всех участников дрейфа все же напряжен и редко бывает короче 11—12 час.

Лагерь современной советской дрейфующей научно-исследовательской станции — это небольшой поселок, расположенный на одном из крепких, многолетних ледяных полей, толщиной в 2,5—4,5 м, обычно со гладженной поверхностью.

Из-за неоднократных разломов размеры и форма льдин часто меняются. Так, льдина станции СП-4, имевшая



На дрейфующую станцию прибыл самолет с новой сменой

вначале площадь около 25 кв. миль, через два года сократилась до 1,5 кв. мили. Но затем, после смерзания с соседними обломками, льдина снова несколько увеличилась. Лагерь станции состоит из легких (весом около 1 т), но прочных и теплых домиков, напоминающих небольшие вагончики, с утепленными пенопластовым слоем стенками и полом. Домики устанавливаются на полозьях и при необходимости их можно передвигать по льдине. В домиках, площадью в 12—14 м², проживают по 1—3 человека. В таких же отдельных домиках располагаются кают-компания, камбуз и научные лаборатории, которые устраиваются также и в полукруглых палатках системы Шапошникова. В районе каждой станции полярники готовят посадочные полосы.

Почти ежемесячно самолеты доставляют на дрейфующие станции свежие овощи и фрукты, а также почту, литературу и новые кинофильмы, которые просматриваются в кают-компаниях через каждые два-три дня. У каждого сотрудника станции несколько комплектов одежды специального покроя, соответственно для каждого сезона, легкой, прочной и теплой.

Главные трудности в жизни и в работе людей на дрейфующих станциях обусловлены долгой (до 4—5,5 мес.) полярной ночью, частыми и продолжительными снежными бурями, низкими (до —52°) температурами воздуха (зимой), частыми туманами (летом и осенью). Летом, когда температура держится в пределах +1°, —3°, досаждают интенсивное таяние, при котором на льду образуются довольно глубокие (до 1 м) многочисленные озерки.

Человек обладает удивительной способностью быстро привыкать к любым обстоятельствам, особенно если он живет, трудится и борется в дружном и жизнерадостном коллективе. Тем не менее, особенно в начале дрейфа, почти у всех зимовщиков невольно возникают опасения о возможности раскола льдины. Но уже через несколько дней после прибытия на станцию это неприятное ощущение исчезает, заменяясь, однако, постоянно необходимой, спокойной бдительностью по отношению к природе. А следует сказать, что расломы ледяных полей, на которых дрейфовали научные станции, — явление нередкое.

В феврале 1951 г. полярникам пришлось полностью перебазировать на новую льдину



На дрейфующей станции летом

станцию СП-2 из-за появления многочисленных трещин и валов торошения, надвинувшихся на лагерь.

В районе станции СП-5 в 1955—1956 гг. наблюдалось 111 случаев разлома льдины, причем нередко трещины проходили через лагерь станции. За год дрейфа поле этой станции уменьшилось почти в 100 раз. В конце декабря 1958 г., в предновогодние дни, раскололась на две части льдина станции СП-7, трещина и валы торосов прошли через лагерь. Но научные наблюдения продолжались непрерывно.

На случай угрожаемого положения участники дрейфа обеспечены индивидуальными и групповыми средствами питания и обогрева, аварийными палатками, коллективными энергетическими и радиотелеграфными средствами, вертолетом, трактором; вокруг лагеря расположены запасные склады всего необходимого.

Главный залог живучести советских дрейфующих станций, конечно, в организованности, коллективности в работе, бдительности и, конечно, в большом опыте преодоления природных трудностей, полученном за многие годы исследований. Интересно отметить, что американцы, открывшие в период Международного геофизического года дрейфующую станцию на ледяном поле, в 200 км от нашей станции СП-7, эвакуировали свою станцию 6 ноября 1958 г. при появлении первых трещин.

Значительно меньше, конечно, вероятность разлома льдин, подобных ледяному острову, на котором устроена станция СП-6, имеющему толщину более 10 м.

Наблюдения, которые ведутся на дрейфующих станциях, вносят крупный вклад в науку. О масштабах этих наблюдений можно судить хотя бы по тому, что за три предыдущих года на советских станциях выполнено более 21 000 метеорологических наблюдений, выпущено в верхние слои атмосферы свыше 8000 аэрологических радиозондов, измерено более 3000 глубин океана, автоматическими приборами получено 100 000 записей скорости и направлений течений в различных слоях океана, сделано более 40 000 измерений температуры воды в этих слоях. Эта деятельность способствовала многим открытиям в познании природы Арктики. Так, измерения глубин океана позволили уточнить положение хребта Ломоносова и состояние его грунтов, открыть другие крупные хребты и возвышенности.

Анализ дрейфа и многочисленных метеорологических и океанологических наблюдений станций помогает уточнить меняющуюся роль влияния течений и атмосферных процессов на перемещение масс льда.

Новые данные заставили пересмотреть представления о распространении тихоокеанских водных масс, водной флоры и фауны в Северном Ледовитом океане, о распространении атлантических вод в высоких широтах и их пульсациях. Актинметрическими наблюдениями установлено, что поступление солнечной энергии на поверхность Земли в высоких широтах весной и летом выше, чем

в более южных широтах, но белая поверхность льдов и снежного покрова отражает до 90% этой энергии.

Особую ценность имеют метеорологические и аэрологические наблюдения. Этими исследованиями установлен режим в высотных слоях атмосферы, уточнены особенности поведения и структуры верхней границы тропосферы (в тропопаузе) и в нижней части стратосферы, а также связи циркуляции атмосферы в приполюсных районах с процессами в южных широтах. Метеорологические сводки станций «Северный полюс» стали необходимым элементом каждой современной синоптической карты Северного полушария и способствуют повышению качества прогнозов погоды для территорий Азии, Европы и Америки.

Геомагнитные наблюдения близ магнитного полюса дают возможность глубже объяснить природу магнитных возмущений (бурь). Ионосферные исследования дали новые данные для разработки теоретических и практических вопросов прохождения радиоволн в высоких широтах.

* * *

К концу марта 1959 г. станции СП-6 и СП-7, дрейфуя по направлению к Гренландскому морю, сосредоточились в приатлантическом секторе Арктики. Чтобы возобновить наблюдения за природными процессами в части Северного морского пути, проходящей через Чукотское и Восточно-Сибирское моря, решено было закрыть станцию СП-7, а вместо нее открыть новую станцию СП-8.

1 апреля станция СП-7 была эвакуирована, а вместо нее в середине апреля в 600 км к северо-востоку от о-ва Врангеля летчики высадили коллектив станции СП-8 во главе с метеорологом В. М. Рогачевым. Станция СП-6 с новой сменой полярников во главе с океанологом В. С. Антоновым продолжает дрейф на своем ледяном острове по пути, близкому к линии дрейфа папавинцев. Можно полагать, что к весне 1960 г. ледяной остров будет вынесен в Гренландское море.

Планомерные исследования Центральной Арктики продолжаются.

СЕМИЛЕТКА И ПРОБЛЕМЫ НАУКИ

ГОРНАЯ НАУКА И НОВЕЙШАЯ ТЕХНИКА ДОБЫЧИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Академик А. М. Терпигорев

Москва



Новые виды энергии революционизируют и меняют технику. Пар изменил примитивную технику, а электричество сделало возможным создание высокопроизводительных сложных агрегатов, автоматических поточных линий, электрифицированной автоматикой, значительно облегчающих труд человека.

Мы упорно ищем пути использования и освоения в мирных целях атомной энергии, что значительно изменит технику завтрашнего дня, а равно и направление всех отраслей науки. Новый неиссякаемый источник энергии таится в разрешении проблемы освоения термоядерной реакции.

Трудно даже предусмотреть направление будущей науки и техники в связи с освоением новых видов энергии. Очевидно, они откроют новые, исключительно грандиозные возможности в машиностроении и приборостроении и значительно изменят технологию любого производства, в том числе и разработки недр, и выплавки металла.

XXI съезд Коммунистической партии вооружил нашу страну развернутой программой развития всех областей народного хозяйства. Поистине грандиозен план создания целого ряда энергетических систем, объединение их в единую энергетическую систему СССР с единым топливно-энергетическим балансом.

Одно это уже ставит перед геологами и горняками исключительно важные задачи в повышении интенсивности поисковых и

добычных работ на ближайшие 15 лет, так как пока все-таки большинство электростанций Союза в качестве топлива используют главным образом уголь.

Огромную роль в повышении добычи должно сыграть широкое внедрение комплексной механизации и автоматизации производственных процессов — главнейший рычаг дальнейшего технического прогресса.

Подземная разработка угля и любого полезного ископаемого сопряжена с целым комплексом сложных условий работы человека и машины под землей. Это прежде всего горное давление, газоносность пластов, внезапные выбросы, горные удары, поведение горных пород в процессе их разрушения, выход подземных вод и целый ряд других проблем. Чрезвычайно важны вопросы применения новых видов энергии под землей. Немалые трудности встают при размещении и подчинении автоматическому управлению в ограниченном пространстве под землей машинного оборудования для различных и сложных процессов добычи полезных ископаемых.

За годы Советской власти в стране выросла горная наука, многое сделавшая для прогресса разработки полезных месторождений. Отечественное горное машиностроение создало мощные экскаваторы и транспортное оборудование, дающее возможность вести горные работы на очень большой глубине открытым способом. Прогрессивны методы гидро-механизации, которые можно использовать и на открытых работах и под землей.

Но поскольку не все месторождения возможно разрабатывать этими способами, в нашей стране осуществляется реконструкция и механизация старых шахт и строительство полностью механизированных новых крупных шахт. Однако автоматизация производства, широко проводящаяся во всех отраслях народного хозяйства, в горном деле еще внедряется недостаточно. Многие процессы труда горнорабочих под землей и на открытых участках еще не механизированы.

Над созданием оптимальных режимов комплексной автоматизации горных работ предстоит упорно работать. Физика, математика, механика, радиоэлектроника ушли далеко вперед, и ссылки на особые условия подземного труда и невозможность механизации некоторых процессов звучат неубедительно. В нашей стране созданы прекрасные врубовые машины, комбайны, экскаваторы, прицепное оборудование для отвалообразования и транспорта, совершенные насосы, землесосы, вентиляторы — трудно перечислить то действующее машинное оборудование, которое изготовлено за годы Советской власти отечественными заводами. Однако актуальные задачи семилетнего плана требуют, чтобы наше горное машиностроение, особенно для открытых работ, быстрее двинулось вперед по пути конструирования автоматически управляемых агрегатов с использованием электронной техники. Последняя должна стать основой конструирования горных машин, автоматически действующих по заданной программе без участия человека. Следует смелее привлекать к этому важному делу наших молодых талантливых математиков, физиков, механиков и радиоэлектроников, которые изучили бы работу механизмов и людей под землей и на открытых работах. Сосредоточив свое внимание на закономерностях технологии ряда процессов подземного труда, они смогут усовершенствовать эту технологию, с тем чтобы подчинить ее управлению в комплексе агрегатов.

В свете новых современных направлений науки и стремительного роста новой техники народнохозяйственная оценка и значение той или иной отрасли промышленности коренным образом меняется. Не так давно уголь рассматривался только как топливо для металлургических заводов, топков паровозов и пароходов, как источник получения энергии на электростанциях. В течение по-

следних десятилетий из угля стали вырабатывать смолы, бензол, толуол, лаки, краски, лекарства, пластмассы, искусственный каучук и др. Сейчас из угля синтезируют и получают на основе высокомолекулярных и кремнийорганических соединений все новые и новые искусственные и синтетические материалы.

Будущее промышленности органической химии безусловно связано также и с твердым топливом, так как запасы угля и сланцев по Советскому Союзу составляют 8 669 млрд. т и значительно превышают запасы газа и нефти.

Даже с приходом новых видов энергии, атомной, а затем и термоядерной, ископаемый уголь останется верным другом человека. Используя уголь, люди обеспечивают себя теплом, светом, красками, лекарствами, изделиями из каучука, пластмасс и др. Трудно перечислить все вещества, к производству которых еще приведет химическая переработка угля.

Нефть и природные газы сейчас открывают большие возможности в производстве алифатических углеводородов, однако преимущество в использовании кислородных, сернистых и азотных соединений углеводородов остаются за твердым топливом, которое по химическому составу разнообразно и дает более широкий ассортимент продуктов, чем нефть и природный газ.

Химия в нашей стране развивается невиданно быстрыми темпами, и потребность в сырье растет. Но надо вспомнить, что не так еще давно смола считалась бичом коксования угля, ее не умели использовать. Сейчас при коксовании получают смолы различного состава и из них получают бензол, толуол, нафталин, антрацен и др. Над органическим синтезом угля химики будут усиленно работать, так как много еще пропадает не уловленными и не переработанными ценных веществ.

Синтетические и искусственные материалы исключительно важны. Они уже играют роль не заменителей, а незаменимых веществ. Автомобильные шины, изготавлиющиеся сейчас из синтетического каучука, более прочны, чем из натурального. Некоторые пластические массы по крепости превосходят металлы. Из эпоксидной смолы изготавливаются пластмассы, пригодные для штампов, которые применяются в производстве изделий из ста-

ли. Эпоксидные смолы с соответствующим наполнителем легко переходят в твердое состояние. Пластмассы из них обладают высокой механической прочностью и не подвергаются коррозии.

Однако металл остается одним из самых необходимых материалов в народном хозяйстве. Угольное и металлургическое производство до сих пор развивалось попутно. Запасы руд и угля в нашей стране неисчерпаемы. В ближайшие семь лет в Восточной Сибири будет создана крупная металлургическая и энергетическая база. Добыча угля в этом районе должна возрасти на 44%.

В Восточной Сибири сосредоточены крайне разнообразные богатства. Геологические запасы угля исчисляются в триллионах тонн и составляют 80% всех запасов Советского Союза. Горно-геологические условия залегания этих углей разрешают применять открытую разработку их. Пласты основных угольных бассейнов Восточной Сибири отличаются мощностью и неглубоким залеганием. При разработке, например, углей Канско-Ачинского бассейна открытым способом можно достичь производительность труда в 20 раз более высокую, чем в Донбассе. Дешевые угли Канско-Ачинского, Иркутского бассейнов, угольные месторождения Забайкалья находятся в непосредственной близости к железнодорожным линиям, где могут строиться и тепловые станции, что значительно снизит стоимость энергии.

В недрах Восточной Сибири залегают различные ценные руды в промышленных размерах, которые также разрабатываются открытым способом. Запасы одной железной руды в Красноярском крае, Иркутской области, Якутии, в Читинской области достигают внушительной цифры около 12—13 млрд. т.

В Восточной Сибири расположены мирового значения месторождения алмазов, золота, слюды. Богата Сибирь и цветными рудами и редкими металлами: оловом, вольфрамом, молибденом, никелем, свинцом, цинком, медными рудами для производства алюминия, магния, титана. Имеются также богатые месторождения графита, асбеста, талька, магнезита, плавикового шпата, пьезокварца.

Значение угля для металлургии пока еще очень велико. Это сохранится на два десятка лет, а затем наука все-таки приведет к тому, чтобы обойтись при плавке металла без кок-

са. Однако никогда человек не бросит земных залежей своей страны и всегда будет стремиться к их разработке.

* * *

По мере роста технической вооруженности зависимость человека от природных условий уменьшается. Но природные явления всегда будут интересовать человека. Уже сейчас человек пришел к тому, что многие явления природы должны быть разрешены и выявлены комплексным исследованием и трудом ученых всех стран нашей планеты. Таковы — геофизические явления, ядерная физика, использование атомной энергии в мирных целях, управление термоядерными реакциями.

Наука нашей страны показывает огромные возможности и достижения советских ученых. С первых дней Советской власти Коммунистическая партия стала на путь всемирного развития науки на благо человеку.

Человек будет трудиться всегда, какой бы степени познания природы он не достиг. При использовании термоядерной реакции мы научимся, может быть, снимать и земные толщи, застилающие ценные залежи. Возможно, человек создаст мощные реактивные буры и машины, разметающие сверхнастилающие породы. Может быть, будут созданы сверхавтоматизированные горные предприятия для разработки недр с управлением с поверхности. Одно верно: человек порожден трудом и без труда он жить не может.

Человек научится многому, но он будет создавать все новое, новое в науке, технике, в быту.

Горное дело давно уже переросло в горную науку, которая координирует и использует свои достижения с другими смежными науками. Трудно предусмотреть будущее развитие горной науки: она должна быть на уровне современного познания. Сейчас делается все, чтобы труд человека при добыче ископаемых был предельно облегчен, выведен из-под земли. Однако разработка человеком земных недр извечна. Она будет иметь другую технику, применять другую энергию, но на нашей планете еще много ценных ископаемых, и человек их будет разрабатывать и, может быть, перенесет законы этой разработки и все, что он узнал и постиг на Земле, и на другие планеты.

НАСУЩНЫЕ ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ И ПРОИЗВОДСТВА СИЛИКАТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

*Член-корреспондент Академии наук СССР П. П. Будников
Москва*

Семилетний план развития народного хозяйства СССР на 1959—1965 гг. предусматривает широкую индустриализацию строительства с применением механизации сборки и монтажа зданий, сооружений из блоков, частей и деталей, изготовленных в заводских условиях.

Для обеспечения намеченного грандиозного государственного плана строительства необходимо в первую очередь увеличить производство цемента к 1965 г. до 75—81 млн. т, т. е. в 2,2—2,4 раза по сравнению с его производством в 1958 г. Это позволит удовлетворить нужды народного хозяйства в различных видах этого необходимого строительного материала.

В течение 1959—1965 гг. намечено строительство новых цементных заводов производительностью 650, 950 и 1350 тыс. т в год, причем мощность отдельных предприятий, расположенных в районах с богатой сырьевой базой, будет доходить до 1800 тыс. т в год.

Заводы будут оборудованы длинными вращающимися печами с цепными завесами, фильтр-подогревателями и теплообменниками, наиболее надежными в использовании тепла и более простыми в эксплуатации. На заводах должны быть усовершенствованы и другие стороны технологического процесса — улучшение охлаждения клинкера и подогрева до более высоких температур вторичного воздуха, а также повышение интенсивности работы цементных мельниц. Очень важно также усовершенствовать процесс помола: чтобы повысить качество портландцемента и расширить производство высокопрочных и быстротвердеющих цементов, цементные заводы должны перейти на более тонкий его помол. Необходимо в ближайшие же годы перевести заводы на полную автоматизацию технологических процессов производства цемента.

За семилетие намечено увеличить выплавку чугуна с 39 до 65—70 млн. т, что связано с увеличением выхода доменных шлаков (на 1 т чугуна около одной тонны шлаков). Это ставит вопрос об использовании доменных гранулированных шлаков для производства шлакопортландского, бесклинкерного и малоклинкерного цементов повышенных марок, а также высококачественных литых строительных изделий из огненно-жидких шлаков, например дорожная брусчатка, канализационные трубы, архитектурные строительные детали и др. Дальнейшее широкое развитие в нашей стране должна получить и гипсовая промышленность.

Мощные залежи гипса и ангидрита в СССР исключительно велики; они находятся в различных районах нашей страны. Необходимо расширить комплексную механизацию добычи гипсового камня и его сортировку на карьерах. Гипсовые заводы должны выпускать не только строительный гипс высокого качества, но и ангидритовый цемент и эстрих-гипс, а также строительные изделия.

Гипс и ангидрит — сырье не только для получения ряда строительных деталей и ангидритового цемента, но и серной кислоты или сульфата аммония. Отходящие в процессе производства от разложения гипса сернистые газы перерабатываются в серную кислоту.

Серноокислый аммоний, необходимый для удобрений, получается при обработке смеси измельченного гипса и доменного шлака в воде аммиаком и углекислым газом. Образующийся в растворе сульфат аммония отделяют и упаривают, а остаток обжигают во вращающейся печи. Полученный клинкер размалывают на цемент. Заводы серной кислоты и цемента на основе гипса и ангидрита целесообразно строить в Донбассе, а также в Татарской АССР и среднеазиатских республиках.

ликах, исключительно богатых сырьевыми ресурсами.

Дальнейший мощный подъем строительной промышленности и строительства требует резкого увеличения производства и улучшения качества термо- и звукоизоляционных материалов. Это позволит не только уменьшить расход основных строительных материалов, но и в значительной мере способствовать индустриализации производства строительных работ. Термоизоляция нужна не только для гражданских и промышленных зданий, для холодильников, тепловых станций, трубопроводов, теплообменных аппаратов, электростанций, но и для промышленных печей, паровозов и судов. Более широкое распространение в строительстве должны получить древесно-волоконные плиты, фибролиты, древесно-стружечные плиты, гипсовые и бескартонные плиты, пенокералит, пеностекло, пеношлаковые строительные изделия и др.

Наша страна располагает огромными залежами горных пород вулканического происхождения в Приморье, Бурятской АССР, в Казахстане, Таджикистане, в Иркутской и Читинской областях, в Закарпатье, на Северном Кавказе, в Закавказье и других местах. Если эти вулканические стекла раздробить на кусочки от 3 до 15 мм и нагревать до температуры 1100—1200°, то они очень быстро увеличиваются в объеме в 5—10 раз. Объемный вес вспученного вулканического стекла самый меньший из известных до настоящего времени минеральных заполнителей. Вспученные вулканические стекла пригодны для получения облегченных крупных блоков, панелей и других эффективных конструкций из бетона и железобетона, их используют в качестве наполнителя ряда синтетических смол для получения звуко- и термоизоляционных материалов. Широкое внедрение в практику строительства высокоэффективных легких материалов и конструкций позволит не только снизить вес зданий, но и сэкономить расход строительных материалов.

Необходимо развивать производство природных пиленых легких строительных материалов: туфа, диатомитов, опоки, ракушечника, оолитовых известняков и др., что особенно важно для безлесных южных областей СССР.

Должно быть развито производство изделий из каменного литья с использованием

распространенных у нас горных пород — андезито-базальтов, диабазов, порфиритов и пр. Эта отрасль промышленности — петрургия — позволит значительно расширить ассортимент изделий, применяемых в химической и электрохимической промышленности, в строительном деле в качестве долговечного облицовочного материала, брусчатки для устройства мостовых и пр.

Значительные сдвиги должны произойти в производстве автоклавных известково-песчаных и известково-глинисто-песчаных кирпича и пустотелых блоков, бетонных, железобетонных и асбоцементных изделий с сокращенным циклом производства.

В ближайшую семилетку в 1,7 раза увеличится производство в стекольной промышленности: в 1965 г. будет выпущено 220 млн. м² оконного стекла. Если это стекло, шириной в один метр, вытянуть в одну линию, то оно протянется на 220 тыс. км. Это огромное увеличение произойдет не только за счет строительства новых заводов, но и механизации процессов обработки материалов и улучшения существующих конструкций и методов производства.

Для повышения качества стекла необходимо обработку сырьевых материалов производить на местах их добычи, где должны быть развернуты работы по совершенствованию техники горных работ и обогащению материалов. Это позволит ликвидировать на стекольных заводах цехи по переработке сырья и производить только шихтовку материалов.

Там, где это целесообразно, стекловарные печи должны быть переведены на высококачественное топливо — естественный газ и жидкое топливо, что позволит повысить количество и качество выпускаемой продукции, снизить удельный расход топлива.

Необходимо широкое внедрение электроварки стекла и комбинированной газо-электрической варки, применение специальных охлаждающих устройств в стекловарных печах, улучшение изоляции печей, качества их огнеупоров и др. — все это является насущной задачей развития стекольного производства.

Нужно увеличить производство стеклянного волокна, столь необходимого при изготовлении ряда изделий, в том числе стеклопластов. Должны быть созданы печи, вырабатывающие стеклянное волокно как непо-

средственно из шихты, так и из готового стекла.

Мощное развитие в семилетии черной и цветной металлургии, энергетической, цементной, стекольной и других отраслей промышленности, а также интенсификация тепловых процессов производства требуют не только строительства ряда новых огнеупорных заводов, расширения их и реконструкции действующих, но и существенного повышения качества огнеупоров. Производительность, например, мартеновских печей значительно возросла у нас за счет применения новых и повышенного качества огнеупоров. Но это конечно, не предел, на котором можно остановиться. Работы над повышением качества огнеупоров должны развиваться. Расход огнеупоров в металлургии еще велик, а поэтому изыскание путей повышения их химической и термической стойкости и нахождение новых, удовлетворяющих повышенным требованиям металлургии — актуальная задача наших исследовательских организаций. Надо смелее внедрять в промышленность наши достижения по получению, например, водостойкого доломитового и стабилизированного огнеупоров, которые, как показывает практика, отличаются высокой химической стойкостью.

Семилетним планом предусматривается

увеличение выпуска минеральных удобрений почти в три раза. Важный источник получения фосфорных удобрений — широко распространенные в СССР апатито-нефелиновые руды. Так как апатитовые руды загрязнены примесями различных минералов и особенно нефелином, то их перед химической переработкой подвергают обогащению, освобождению от нефелина. Нефелиновые отходы, так называемые «хвосты», содержат до 30% глинозема, около 20—22% щелочей, кремнезем и другие примеси — ценное сырье для выработки глинозема, соды и поташа. Остаток после выделения глинозема и щелочей твердый остаток и представляет собой главным образом кальциевый силикат, который перерабатывается на портландский цемент.

Такое комплексное использование апатито-нефелинового сырья освоено на Волховском заводе и высоко оценено: работники этого завода получили в 1957 г. Ленинскую премию. Учитывая практически неисчерпаемые запасы в СССР апатито-нефелиновых пород, необходимо широко использовать этот новый вид сырья не только для получения фосфорных удобрений, но и других ценных в народном хозяйстве материалов — алюминия, щелочей и портландского цемента.



ЛАУРЕАТЫ ЛЕНИНСКИХ ПРЕМИЙ

ВАЖНЫЙ ШАГ К ОСВОЕНИЮ КУРСКОЙ МАГНИТНОЙ АНОМАЛИИ

И. С. Бурдюгов

Кандидат геолого-минералогических наук

Министерство геологии и охраны недр СССР (Москва)



Курская магнитная аномалия находится в центре Европейской части СССР и по своим размерам далеко превосходит все известные магнитные аномалии земного шара. Несмотря на это, проводившиеся на КМА широкие поисковые и разведочные работы до 1953 г. не дали больших результатов. Масштабы открытых и разведанных к этому времени месторождений богатых железных руд (Михайловское, Лебединское и др.) были относительно скромны (от 200 до 500 млн. т). Это приводило к неправильной ориентации промышленного развития КМА на преимущественное использование бедных железных руд — так называемых железистых кварцитов.

Поворотным пунктом в истории геологического изучения КМА явилось открытие в 1953 г. огромных залежей богатых руд в районе известных еще с прошлого столетия магнитных аномалий у Белгорода.

История этого открытия тесно связана с поисками углей в пределах северных окраин Донецкого каменноугольного бассейна, так как специальные поисковые работы на железные руды здесь не проводились из-за большой мощности покрывающих докембрийских пород. Правда, проф. Воронежского государственного университета А. А. Дубянский еще в 1936 г. рекомендовал этот район для поисков богатых железных руд. Однако при последующем геологическом изучении КМА стремились выявить месторождения, лежащие возможно ближе к поверхности.

Первая скважина, вскрывшая белгородскую железную руду, бурилась геолого-разведочной партией, руководимой геологом М. И. Яковлевым, занимавшимся здесь поисками угольных месторождений. В соответствии с техническим проектом, эта скважина после пересечения толщи каменноугольных известняков была углублена до докембрийских кристаллических пород. Здесь и были обнаружены высококачественные железные руды значительной мощности.

Учитывая выгодное географическое положение Белгородского района, в частности, близость его к Донбассу и к металлургическим заводам Юга и Центра, а также высокое качество и большую мощность оруденения, Министерство геологии и охраны недр СССР развернуло здесь с 1954 г. широкие поисковые и разведочные работы.

В результате творческих усилий всего коллектива Белгородской железорудной экспедиции, под руководством Н. И. Иванченко и Д. Ф. Тартасюка, в короткий срок было пробурено большое число глубоких скважин, установивших огромные масштабы железорудного бассейна.

Коллектив геологов Белгородской экспедиции, возглавляемый С. И. Чайкиным и М. Н. Доброхотовым, расшифровал условия залегания, морфологию и генезис месторождения и дал обоснованную оценку его запасов.

Параллельно выполнялся комплекс геофизических исследований, оказавших боль-

шую помощь коллективу геологов в правильном выборе направления поисково-разведочных работ и способствовавших повышению их эффективности. Ведь поиски и прослеживание рудных тел, залегающих под толщей осадочных пород мощностью свыше 400—500 м, — технически сложная и практически трудновыполнимая задача. Успешно решить ее можно было только с привлечением всего комплекса новейших геофизических методов. Коллектив геофизиков под руководством Н. Г. Шмидта с честью справился с этой задачей, составив подробные геофизические карты.

Одновременно значительные разведочные работы проведены в Белгородском районе на Гостипцевском месторождении. Этими работами руководит И. А. Русинович.

Изучение минералогии богатых железных руд, а также их текстуры и структуры по материалам разведочных работ производилось при участии М. И. Калганова.

Многолетняя творческая работа большого коллектива геологов КМА ознаменовалась крупным успехом. В течение рекордно короткого срока детально разведан крупнейший в мире железорудный бассейн с уникальными по качеству рудами. Запасы богатых руд Белгородского железорудного бассейна оцениваются в настоящее время огромной цифрой — свыше 20 млрд. т, причем на долю детально разведанного и переданного для промышленного освоения Яковлевского месторождения приходится 9 млрд. т, что примерно в четыре раза превышает суммарные запасы всемирно известного Криворожского железорудного бассейна. Для сравнения напомним, что первоначальные запасы железных руд горы Магнитной на Урале составляли всего 500—600 млн. т.

По качеству железные руды Белгородского района не имеют себе равных среди других известных месторождений Советского Союза. В рудах Яковлевского месторождения содержится 61 % железа, 5 % кремнезема, 0,1 серы и 0,2 фосфора. Основная масса руд может быть использована непосредственно в мартеновском производстве. Столь качественными сортами обладают только некоторые залежи Криворожского бассейна.

Существенное преимущество Белгородских железорудных месторождений — боль-

шая мощность и огромная протяженность рудных тел. Так, на Яковлевском месторождении буровыми скважинами констатированы мощности богатого оруденения, превышающие 350 м, а по простиранию оруденение прослежено более чем на 30 км. Гостипцевское месторождение имеет длину более 15 км при средней мощности 100—120 м. Это создает благоприятные условия для строительства крупных рудников с годовой производительностью в десятки миллионов тонн каждый: фронт развития добычных работ и запасы руды практически не ограничены. Только детально разведанные запасы Яковлевского и Гостипцевского месторождений уже позволяют довести здесь добычу до 100 млн. т богатой руды в год, что в переводе на металл составит не менее 50 млн. т чугуна.

Промышленное освоение месторождений Белгородского района во многом будет зависеть от успешного выполнения технически сложных задач по проходке глубоких шахт в условиях обилия высоконапорных вод как в покрывающих породах, так и в самом рудном теле. Исследователи пришли к выводу, что осушение потребует сравнительно небольших затрат.

Сложные горнотехнические условия месторождений Белгородского железорудного района потребовали больших усилий и со стороны коллектива Министерства геологии и охраны недр СССР для доказательства технической возможности и экономической целесообразности быстрого вовлечения в эксплуатацию этих крупнейших в мире месторождений.

За открытие и разведку месторождений богатых железных руд Белгородского района Курской магнитной аномалии присуждена за 1958 г. Ленинская премия коллективу советских геологов: А. А. Дубянскому, С. И. Чайкину, М. Н. Доброхотову, И. А. Русиновичу, Н. Г. Шмидту, М. И. Калганову и М. И. Яковлеву.

В настоящее время уже ведутся подготовительные работы по промышленному освоению Яковлевского месторождения. Недалек тот день, когда высококачественная белгородская железная руда начнет поступать на металлургические заводы Юга и Центра нашей страны.

КРУПНЕЙШЕЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ ПРИРОДНОГО ГАЗА

И. А. Блинников

Министерство геологии и охраны недр СССР (Москва)

Месторождения нефти и газа на территории Западной Украины известны еще с начала XVII в. С тех пор в районе Дрогобыча разведку и хищническую разработку нефти производили десятки промышленных компаний и частных лиц, быстро истощая известные в то время месторождения.

Только после воссоединения Западных областей в Украинской ССР начались планомерные научно-исследовательские, геологопоисковые, разведочные работы и разработка месторождений нефти и газа в этом единственном в то время нефтегазодобывающем районе республики.

Но гигантские масштабы развития народного хозяйства Украины и всего Советского Союза требовали расширения топливной базы. Необходимо было разведывать новые районы, открывать новые месторождения нефти и газа. Выбор пал на территорию, расположенную между Днепром и Северским Донцом. В геологическом отношении эта обширная область, протянувшаяся в длину более чем на 500 км, от Донбасса до Чернигова, и в ширину в среднем на 200 км, от Харькова до Днепропетровска, представляет собой гигантский грабен, образовавшийся в результате расколов кристаллического фундамента юго-западной части Русской платформы. Здесь за длительный период от девона до четвертичного времени накапливалась многокилометровая толща осадков. Эта область, получившая наименование Днепро-Донецкой впадины и северо-западных окраин Донецкого складчатого сооружения, в нефтегазоносном отношении весьма перспективна.

Богатый геологический материал, полученный в процессе многолетней разведки и разработки угольных полей Донецкого бассейна, нефтегазопроявления в горных выработках — все это помогло геологам-нефтя-

никам обосновать необходимость проведения разведочных работ именно в этом районе. Геолого-геофизические исследования позволили в 1936 г. начать глубокое разведочное бурение в районе Ромны, а также бурение генерального поперечного профиля глубоких скважин в центральной части Днепро-Донецкой впадины. Великая Отечественная война прервала геологопоисковые работы, но уже с 1945 г. они возобновились с новой силой.

В основу поисков была положена методика регионального изучения геологического строения впадины и окраин Донбасса, с целью выявления структурных зон и крупных площадей, в которых наиболее вероятно было обнаружить залежи нефти и газа.

В первую очередь изучались северо-западные окраины складчатого Донбасса. В 1947 г. полевая геологическая партия треста «Укрвостокнефтеразведка» обнаружила в районе междуречья Северский Донец — Оскол ряд тектонических поднятий. Одно из них было выявлено близ старинного украинского села Шебелинка, Балаклейского района, в 60 км к юго-востоку от Харькова. Начальником этой партии был геолог Н. Ф. Балуховский.

В 1948 г. Шебелинское поднятие было оконтурено бурением мелких структурно-поисковых скважин и в ноябре 1949 г. началось глубокое разведочное бурение. Инициаторами ввода площади в разведку и руководителями разведочных работ были С. Е. Черпак, Л. С. Палец, Н. А. Горев, В. Р. Литвинов, Н. Ф. Балуховский.

В мае 1950 г. в скважине № 1 с глубины 1464 м ударил мощный газовый фонтан под давлением свыше 200 ат. Это был день открытия крупнейшего в Советском Союзе месторождения природного газа. В июне 1956 г. была начата пробная эксплуатация,

а в январе 1957 г. промышленная разработка месторождения. Одновременно продолжались разведочные работы, выявившие новые залежи газа в триасовых, пермских и каменноугольных отложениях. В настоящее время общие запасы газа в Шебелинском месторождении составляют более 150 млрд. м³.

В строении месторождения, как это установлено скважинами, пробуренными на глубину более 3000 м, участвовали осадки кайнозойского, мезозойского и палеозойского возрастов. Наибольшее развитие получили пермские и каменноугольные отложения. Месторождение представляет собой крупную складку длиной около 30 км и шириной до 12 км. Целым рядом разломов, возникших в различные геологические эпохи, сравнительно спокойная, пологая складка разбита на отдельные вертикально смещенные поля, блоки.

В настоящее время на Шебелинском месторождении открыто восемь промышленно-газоносных горизонтов, залегающих на глубине от 800 до 2500 м и более. Основные запасы газа (свыше 56 млрд. м³) сосредоточены в так называемой свите медистых песчаников (пермь), залегающей на глубинах 1800—2300 м и имеющей мощность свыше 400 м. В разрезе этой свиты обнаружено пять горизонтов мощностью от 30 до 60 м, в которых пластовое давление составляет около 240 ат, а дебиты скважин в сутки достигают 2 млн. м³.

Перспективы использования Шебелинского месторождения будут расширяться по мере уточнения запасов в уже вскрытых горизонтах и разведки нижележащих отложений. Чтобы выяснить перспективы нефтегазоносности отложений карбона, закладывается поисковая скважина для бурения на глубину до 4000—4500 м.

Шебелинский газ, наряду с метаном, содержит до 6% тяжелых углеводородов и значительное количество конденсата (13 см³ на 1 м³ газа). Это не только дешевое топливо, но и ценное химическое сырье. Огромное народнохозяйственное значение Шебелинского месторождения определяется весь-

ма крупными запасами газа, высокими дебитами скважин, многопластовым характером и значительными размерами нефтегазоносной площади.

Исключительно выгодное географическое положение Шебелинки в центре Европейской части СССР дает возможность широко использовать газ при сравнительно небольших затратах времени и средств на сооружение газопроводов. В настоящее время уже введены в эксплуатацию газопроводы к Харькову, Днепропетровску, Днепродзержинску и к Белгороду. Газопровод от Белгорода будет продлен до Брянска, от Днепропетровска — до Одессы и Кишинева, будет построен также газопровод от Шебелинки до Лисичанска и Луганска.

Благоприятное сочетание условий эксплуатации месторождения позволило к настоящему времени довести уже суточный отбор газа из месторождения до 22 млн. м³. Только за период разработки месторождения до 1 октября 1958 г. себестоимость 1 м³ газа составила 0,3 коп. Использование шебелинского газа уже дало возможность покрыть все расходы по разведочным и эксплуатационным работам, а также затраты на строительство газопроводов и получить прибыль свыше 250 млн. руб. За открытие и разведку Шебелинского месторождения природного газа Ленинская премия в 1959 г. присуждена Н. Ф. Балуховскому, Б. С. Воробьеву, Н. А. Гореву, В. Р. Литвинову, Л. С. Палец, С. Е. Черпаку.

Открытие Шебелинского месторождения выявило новую высокоперспективную газоносную провинцию на территории Сумской, Полтавской, Харьковской и Луганской областей Украинской ССР. Здесь в различных геотектонических зонах Днепро-Донецкой впадины только за последние два года открыты новые газовые и нефтяные месторождения в отложениях карбона, триаса и юры (Бельское, Чернухинское, Глинско-Розбышевское, Кибицево, Качановское и др.). Но это только начало освоения высокоперспективных районов Восточной Украины.

В ЗАЩИТУ ПРИРОДЫ

ОХРАНА ПРИРОДЫ В ЭСТОНСКОЙ ССР

Профессор Э. В. Кумари

Председатель Комиссии по охране природы Академии наук Эстонской ССР (Тарту)



Еще в 1910 г., по инициативе Рижского общества естествоиспытателей, на небольших скалистых Вайкасских островах, у западного побережья о-ва Сааремаа, был учрежден первый в Прибалтике заказник морских птиц. С тех пор охрана птиц и их изучение в Эстонии проводились непрерывно. Накануне Второй мировой войны в республике было уже 47 постоянных заказников. Под охрану было взято 80 парков, 210 крупных эрратических валунов, 202 вековых дерева, ряд редких видов растений и животных. В 1955 г. решением Президиума Академии наук Эстонской ССР была создана Комиссия по охране природы при АН ЭССР, которая стала подлинным центром многообразной деятельности в этой области. Комиссия разработала проекты закона Верховного Совета ЭССР «Об охране природы Эстонской ССР», постановления Совета Министров Эстонской ССР об организации заповедников и заказников и т. д. Деятельность же секции охраны природы Общества естествоиспытателей при Академии наук Эстонской ССР (секция основана в 1920 г.) была направлена на сбор данных о требующих охраны объектах, проведение лекций по охране природы, пропагандирование идей охраны природы и т. д.

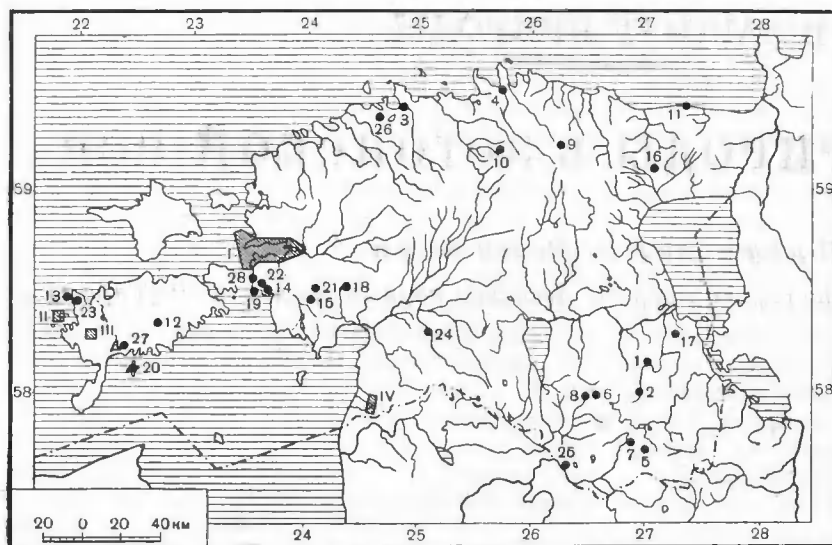
7 июня 1957 г. сессия Верховного Совета Эстонской ССР приняла закон «Об охране природы Эстонской ССР», в котором подчеркивается огромное значение этого дела для социалистического государства и всей советской

общественности. В законе указаны строгие меры наказания за намеренное повреждение или уничтожение взятых под охрану природных объектов.

11 июля того же года Совет Министров Эстонской ССР издал постановление «О мероприятиях по организации охраны природы в Эстонской ССР». Учреждено Управление по охране природы при Совете Министров ЭССР, на которое возложено руководство государственными заповедниками и работой добровольных уполномоченных по охране природы, надзор за сохранностью объектов охраны природы, установление новых объектов, требующих охраны, регулирование и контроль деятельности различных учреждений и организаций в области охраны природы, пропаганда идей охраны природы и т. д. Это управление работает в тесном контакте с Комиссией по охране природы Академии наук Эстонской ССР, с рыбохозяйственными и охотничьими организациями.

Тем же постановлением в Эстонской ССР было организовано 4 государственных заповедника (Матсалу, Нигула, Вайка и Вийдумяэ) и 28 постоянных заказников; из них 11 ландшафтных, 1 геологический, 9 ботанико-зоологических, 5 ботанических и 2 орнитологических (см. карту).

Крупнейший в Эстонии заповедник Матсалу занимает около 35 000 га. Это — богатейшее местообитание водяных и болотных птиц Прибалтики. На мощных тростниковых полях, покрывающих десятки квадратных



нейшее гнездовье морских птиц, в том числе гаги (перед войной гнезилось там до тысячи пар), турпана, большого и длинноносого крохалея, большой морской чайки, клуши и различных видов куликов. После восстановления заповедного режима в Вайках птичий мир начал быстро восстанавливаться.

Редкая флора Эстонии нашла свое яркое отражение в заповеднике Вийдумяэ. Как известно, о-ву Сааремаа вообще свойственен весьма интересный флористический состав с многочисленными редкими видами. а заповедник Вийдумяэ с его ключевыми болотами — настоящее сокровище редчайших растений Прибалтики. Здесь произрастает тупоцветковый ситник, эзельский погребок (эндемический вид о-ва Сааремаа), тисс, плющ, альпийская жирянка и другие интересные растения.

Заповедник Нигула, площадью 2730 га, основан для изучения еще не тронутой человеком природы верховых болот и болотистых лесов. Этот заповедник находится в юго-западной Эстонии¹, где на глазах современного поколения происходят своеобразные процессы заболачивания. Открытые болота, гряды, мочажины и озерки, болотные «острова», покрытые елово-широколиственными лесами, и примыкающие к болотам леса — прекрасные объекты для изучения природных сообществ растений, а также беспозвоночных и позвоночных животных. На болоте Нигула гнездятся типичные для вер-

¹ Заповедники и постоянные заказники в Эстонской ССР. Заповедники: I — Матсалу, II — Вайка, III — Вийдумяэ, IV — Нигула. Постоянные заказники: *Ландшафтные заказники*: 1 — древняя долина реки Ахья; 2 — долина Тиллеорг; 3 — долина реки Пирита; 4 — долина реки Валгейги; 5 — холмы Суур-Мунамяги и Вялламяги; 6 — холмы Вайке-Мунамяги и Тедремяги; 7 — система озер Рыуге; 8 — озеро Пюхярв; 9 — озы Нерути; 10 — Аэгвийду-Неллярв; 11 — глинт Сака-Онтика-Тойла; *геологический заказник*: 12 — метеоритные кратеры Каали; *ботанико-зоологические заказники*: 13 — полуостров Харилайд; 14 — болото Нехату; 15 — верховое болото Няпси; 16 — верховое болото Мурака; 17 — смешанный лес Ярвселья; 18 — смешанный широколиственный лес на болотном «острове» Вирусаар; 19 — широколиственный лес Пухту; 20 — широколиственный лес острова Абука; 21 — дубрава Михкли; *ботанические заказники*: 22 — лесолуг Лаэлату; 23 — лесолуг Тагамыйза; 24 — лесолуг Халлисте; 25 — лесолуг Койва; 26 — дендропарк Харку; *орнитологические заказники*: 27 — озеро Линцулахт; 28 — взморье Виртсу

километров, обитает множество гнездящихся серых гусей, уток, выпи, болотного луня и др. На приморских лугах и островах залива расположены гнездовья различных видов куликов и чаек. Во внешней (западной) части заповедника, на небольших островах пролива Суурвяйн, гнездятся даже такие редкие для Прибалтики виды, как гага, крачка-чеграва и другие морские птицы. В обширных тростниковых зарослях залива в середине лета скрываются линные утки; в оба сезона пролета на заливе и на проливе Суурвяйн останавливаются сотнями тысяч различные виды водоплавающих птиц, в частности десятки тысяч лебедей-кликун.

Не менее интересное местообитание птиц — небольшие скалистые Вайкаские острова на западном побережье о-ва Сааремаа. Заповедник Вайка представляет собой цен-

¹ О природе заповедника Нигула см. в статье Э. В. Кумари «Фауна птиц природных ландшафтов юго-западной Эстонии». Труды Зоологического ин-та АН СССР; т. XVII, 1955.

ховых болот Прибалтики белая куропатка, золотистая ржанка, фифи, сапсаны и другие виды птиц, в лесах обитают лось, косуля, дикий кабан и другие крупные млекопитающие.

Научная работа в заповедниках ведется круглый год. Кроме постоянного персонала, исследования проводятся силами научно-исследовательских учреждений, главным образом институтов Академий наук Эстонской ССР.

У заказников Эстонии сходные цели с заповедниками, но разнятся они тем, что в них охраняется не весь природный комплекс, а часть его (например, общий вид ландшафта, геологические обнажения, флора, фауна и т. д.). Охрана осуществляется в общественном порядке, научно-исследовательская работа — временными работниками. Тем не менее, эти заказники в деле охраны природы Эстонии имеют не меньшее значение, чем заповедники, поскольку их гораздо больше и их существование обходится государству значительно дешевле.

Из постоянных ландшафтных заказников Эстонии следует упомянуть живописную древнюю долину р. Ахья с ее великолепными обнажениями девонского красного песчаника, долины Тиллеорг, долины рек Пирита и Валгейги, моренный ландшафт юго-восточной Эстонии с красивыми холмами Суур-Мунамяги (317 м абс. высоты — наивысшая точка Прибалтики), Вялламяги, Вайке-Мунамяги и Тедремяги, красивые озера в моренном ландшафте Рыуге и оз. Пюхайрв, ледниковый рельеф с озами в Нерути, озерный лесистый ландшафт в Аэгвийду-Нелиярве и величественный северозэстонский глинт в Сака-Онтика-Тойла.

Из геологических заказников широко известны метеоритные кратеры Каали на о-ве Сааремаа. Это — одни из доступных и наиболее выраженных кратеров метеоритного происхождения Евразии.

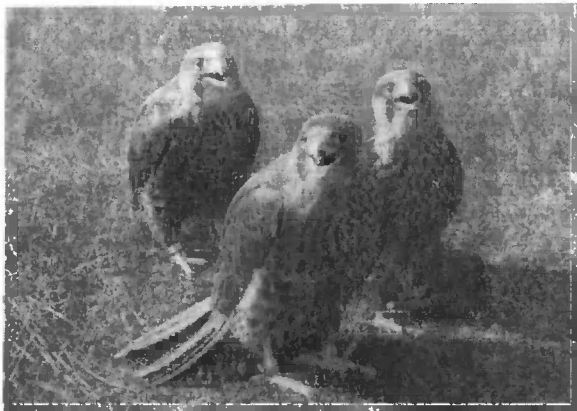
Заказники с ботаническим и зоологическим направлением охраняют различные типы ландшафта и различные растительные формации. Флора и фауна морского побережья представлена в постоянном заказнике на полуострове Харилайд. Наблюдения над низинным болотом с многочисленными мелкими водоемами ведутся в заказнике Нехату. Верховое болото западно-



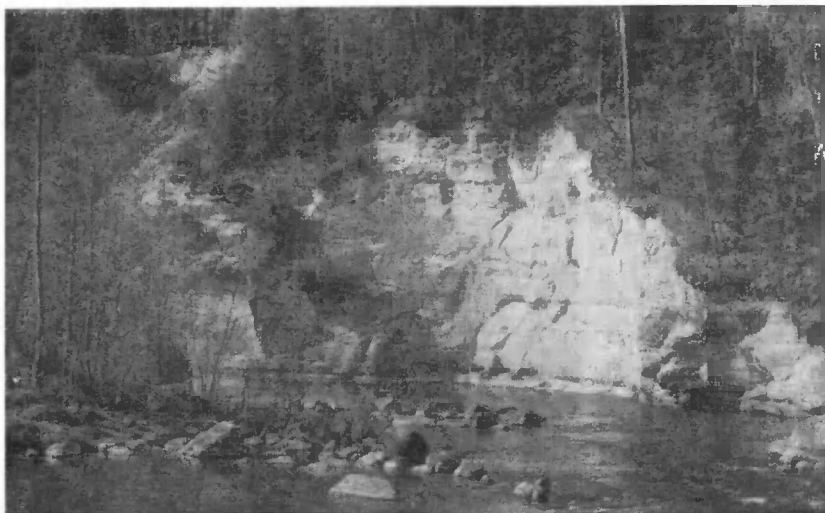
Скалистые острова заповедника Вайка



Большая морская чайка (*Larus marinus*) — властительница глухих островков Балтики
Фото А. Кумари



Молодые соколы - сапсаны (*Falco peregrinus*) — вид, редко гнездящийся на верховых болотах Эстонии; в гнездовое время взят под охрану



Высокая отвесная стена девонского песчаника — Суур - Таэваская — в склоне древней долины реки Ахья; ландшафтный заказник

эстонского типа представлено в заказнике Нятси, восточноэстонского типа — в заказнике Мурака. Ряд постоянных заказников учрежден для охраны лесных сообществ: смешанный лес в Ярвселья; смешанный широколиственный лес из ели, дуба, липы и др. на изолированном болотном «острове» Вирусаар; старый широколиственный лес с дубами, липами, ильмами и рядом интродуцированных видов деревьев в Пухту; крайне многообразный широколиственный лес на морском о-ве Аbruка; крупнейшая дубрава Эстонии в Михкли.

Ботаническими постоянными заказниками являются лесолуга в Лаэлату, Тагамыйза, Халлисте и Койва, а также дендропарк Харку. Это своеобразный прибалтийский тип растительности, где на лугах разбросаны группами деревья и кустарники, преимущественно лиственных пород; покрытию таких участков сплошным лесом препятствует ежегодное сенокосение.

Орнитологические заказники учреждены на оз. Линнулахт и на морском побережье Виртсу.

Кроме того, специальными постановлениями Совета Министров ЭССР охраняется ряд отдельных объектов, имеющих научное, педагогическое, историческое или эстетическое значение: 330 вековых

деревьев, 40 парков и дендрариев, несколько селекционных садов, 225 крупных эрратических валунов, 30 других различных геологических и географических объектов (обнажения, водопады, карстовые явления и др.), 50 видов редких растений и свыше 70 видов редких животных.

Из редких растений охраняются, в частности, различные виды орхидных, венерин башмачок, тупоцветковый ситник, ясколка альпийская, смолевка клейкая, мамура, щитolistник обыкновенный, синеголовник приморский, жирянка альпийская, эзельский погребок, полынь морская,

плющ, тисс ягодный, яблоня дикая, рябина круглолистная, терн и др.

Среди животных, в первую очередь, подлежат охране все орлы, аисты, серый журавль, бурый медведь, лось, летяга и некоторые другие. В списке охраняемых беспозвоночных животных — виноградная улитка, речная жемчужница и некоторые виды муравьев.



Венерин башмачок (*Cypripedium calceolus*) — одно из декоративных орхидных Эстонии, взятое под охрану

Фото А. Кумари

Заповедники и заказники, а также отдельные памятники природы снабжаются соответствующими вывесками с объяснительными текстами. Кроме того, на эти вывески нанесена эмблема охраны природы Эстонской ССР, изображенная также на значке, которым награждаются передовики по охране природы Эстонии.

Вопросы организации научно-исследовательской работы в заповедниках и заказниках занимали центральное место в работе последнего пленума по охране природы Эстонии (ноябрь 1958 г.). Пленум, материалы которого опубликовываются в виде особого сборника (Бюллетень по охране природы Эстонии, № 1), дал указания для составления перспективных планов и программ работ в заповедниках и заказниках. Предвидится составление детальных географических, геоботанических, почвенных и других карт заповедников и заказников. Намечается организация в них непрерывных метеорологических, гидрологических, фенологических и других наблюдений. Пленум отметил также важное значение международного сотрудничества в научных и научно-организационных вопросах по охране природы.

В настоящее время в Тартуском государственном университете и в Эстонской сельскохозяйственной академии читается специальный курс основ охраны природы. Работают студенческие кружки, ряд студентов летом занимается сбором материала по охране природы для своих дипломных работ по этой тематике.

Начиная с 1958 г. в Эстонии в первой декаде мая ежегодно проводится «День охраны природы», способствующий широкому распространению среди населения идеи охраны природных богатств страны. В последнем квартале каждого года созываются так называемые пленумы по охране природы



Озеро Пюхаярв — одно из живописнейших озер Прибалтики; ландшафтный заказник

Эстонии, где ставятся на обсуждение очередные насущные вопросы по охране природы республики. В пленумах принимают участие научные работники и любители природы; по существу это республиканские конференции по охране природы. В них принимают участие и представители организаций охраны природы соседних Прибалтийских республик.

В стране сейчас развернута широкая пропаганда идеи охраны природы, публикуются статьи в журналах и газетах, проводятся выступления по радио и телевидению по вопросам охраны природы. Издав богатый иллюстрированный фотоальбом «Прекрасная природа Эстонии».

В 1958 г. была написана (коллективно) книга «Справочник по охране природы Эстонии», выход в свет которой намечается в 1959 г. Разработана тематика плакатов и транспарантов по охране природы, объявлен новый фотоконкурс на лучшее изображение объектов природы.

Как видно из этой краткой обзорной статьи, организация охраны природы в Эстонской ССР за последние годы достигла определенных успехов. Однако это только начало, и главная работа еще впереди.

СОХРАНИТЬ БЕЛОКОГОТНОГО МЕДВЕДЯ В ГОРАХ УЗБЕКИСТАНА

Г. И. Ишунин

Кандидат биологических наук

Институт зоологии и паразитологии Академии наук Узбекской ССР (Ташкент)

Белокоготный медведь (*Ursus arctos leuconyx* Sev.) становится все более редким обитателем гор Узбекистана, а местами он уничтожен полностью. Местные жители охотятся за ним ради мяса, жира, а также печени, желчи, шерсти, зубов и когтей, применяющихся в народной медицине. Члены различных экспедиций, приезжающих для изучения недр и природы края, истребляют его из спортивного интереса. В бывшем Зааминском заповеднике медведь считался самым обычным обитателем леса, а в настоящее время там доживают свой век последние особи. Экспедицией Института зоологии и паразитологии Академии наук Узбекской ССР, работавшей с 26 мая по 25 июля 1958 г. по изучению охотничье-промысловых животных северных склонов Туркестанского хребта, медведь обнаружен только в верхней части Гуралаш-сая и в Ангырлы, затем в ущелье Джаман-кия и в верхней части Тангитаптысая. Во всех этих местах встречались одиночные особи, только в Ангырлы попала самка с медвежонком.

По нашим наблюдениям, зверь держится в ущельях, заросших арчей и кустарниками, поднимаясь вверх за пределы арчевой зоны.

Лежки медведь устраивает в глухих ущельях, в чаще древесно-кустарниковой растительности. В одном из ущелий Гуралаш-сая пышно разросшиеся кусты жимолости и барбариса были зимой согнуты под шапкой снега и из их ветвей образовались своеобразные шалаши. Весной снег растаял, но стволы кустов не расправились и «шалаши» так и остались, покрывшись сверху молодыми побегами. В этих «шалахах» медведи и устраивают свою лежку.

Питается медведь, судя по собранным материалам, преимущественно растительной пищей. Осмотр зарослей тарана, сделанный нами 22 июня в верхней части арчевников Гуралаш-сая, показал, что это растение поедается им в огромном количестве.

В зарослях арчи пайдены многочисленные раскопки, сделанные медведем в поисках пищи. Под пологом деревьев в богатой перегноем почве растет зонтичное растение *Scaligeria allioides*, которое образует клубень, состоящий из сладковатой крахмальной массы. Медведь с большим старанием выкапывает эти клубни и поедает во множестве. Охотно он поедает также мятлик, типчак, клевер, осоку, одуванчик и плоды туркестанской арчи и жимолости.

В осмотренных нами экскрементах остатков каких-либо животных не обнаружено, но при случае медведь не отказывается и от мясной пищи. Так, по сообщению охотника Л. А. Копылова, в ноябре 1957 г. в ущелье Исманы-су этот зверь утащил мясо, заготовленное для приманки куницы.

Желудок молодого медведя-двушлетка, убитого 19 июля 1958 г. в ущелье Ангырлы, находящегося между Кульсаем и Гуралаш-саем, оказался наполненным растительной пищей, но со значительной примесью из массы муравьев. Кроме того, в желудке оказалась лапа зайца. По всем признакам, грызуна съела рысь, обитавшая в том же ущелье, где находился и медвежонок с матерью, и медвежонок только подобрал остатки.

Говорить о хозяйственном значении медведя в горах Туркестанского хребта не приходится, так как этот зверь стал здесь редок, а местами выбит совершенно. В заготовках пушнины, например, Сары-Ассийского района, Сурхан-Дарьинской области, с 1935 по 1957 гг. шкур медведя сдавалось не более пяти в год. Рассказы чабанов о нападениях медведя на скот и людей не подтверждаются фактами и часто носят явно фантастический характер.

Требуется решительная охрана истребляемого охотничье-промыслового зверя, иначе он будет уничтожен окончательно по всей республике.

СЪЕЗДЫ И КОНФЕРЕНЦИИ

ФИЗИКА ДИЭЛЕКТРИКОВ

ВТОРАЯ ВСЕСОЮЗНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

А. Н. Губкин, Б. Н. Мацонашвили

Кандидаты физико-математических наук

Физический институт им. П. Н. Лебедева Академии наук СССР (Москва)



Физика диэлектриков изучает процессы, происходящие под действием электрического поля в твердых, жидких и газообразных веществах с малой проводимостью в связи с их структурой и составом. Бурный рост электротехники и радиотехники вызвал огромную потребность в материалах, обладающих высокой диэлектрической проницаемостью, малыми диэлектрическими потерями, высокой электрической прочностью и другими заданными физико-химическими свойствами. Исследование физических свойств диэлектриков и создание материалов, обладающих этими свойствами, приобрело исключительно важное значение.

Обсуждению этих проблем и была посвящена Вторая Всесоюзная конференция по физике диэлектриков, состоявшаяся в конце 1958 г. в Москве.

На девятнадцати заседаниях Конференции были заслушаны 92 доклада, по которым проводилась широкая дискуссия. В работе Конференции приняло участие около тысячи ученых и инженеров, представителей научных и отраслевых институтов, высших учебных заведений и предприятий Советского Союза, а также гости из зарубежных стран — ГДР, Польши, США, Франции, Чехословакии, Швейцарии.

В своем кратком вступительном слове Г. И. Сканави охарактеризовал развитие физики диэлектриков в СССР и ее место в общем развитии физической науки, а также осветил задачи, стоящие перед физикой

диэлектриков в связи с семилетним планом развития народного хозяйства СССР.

Физика диэлектриков¹ распадается на две области, слабого и сильного поля, отличающиеся одна от другой как методами исследования, так и изучаемыми процессами, которые происходят в диэлектриках. К первой области относятся проблемы, связанные с диэлектрической поляризацией веществ, ко второй — вопросы, связанные с нарушением электрической прочности диэлектриков. На Конференции были затронуты все основные проблемы физики диэлектриков: диэлектрическая поляризация и потери, электропроводность и электрический пробой диэлектриков. Из основных проблем физики диэлектриков можно выделить отдельные, более узкие вопросы: электреты в связи с поляризацией, поведение твердых диэлектриков в сильных электрических полях в связи с электропроводностью и пробоем, сегнетоэлектрики, влияние облучения на свойства твердых диэлектриков, физико-химические свойства диэлектриков. Ряд докладов был посвящен общим вопросам физики твердого тела и электродинамики.

Поляризация диэлектриков и диэлектрические по-

¹ См. «Природа», 1952, № 6, стр. 23—32; Г. И. Сканави. Физика диэлектриков (область слабых полей), ГИТТЛ, 1949; он же. Физика диэлектриков (область сильных полей), Физматгиз, 1958.

тери. Физика диэлектриков располагает в настоящее время большим количеством экспериментальных данных о закономерностях поведения газообразных, жидких и твердых веществ в слабом электрическом поле.

Доклады, относящиеся к области поляризации и потерь, можно условно разделить на три группы: работы, в которых, помимо экспериментальной части, предложен новый подход или метод к обработке результатов опыта; чисто экспериментальные и теоретические работы.

В ряде докладов, относящихся к поляризации и диэлектрическим потерям, рассматривались вопросы, связанные с ориентационной или релаксационной поляризацией.

Релаксационная поляризация в отличие от электронной или ионной поляризации упругого смещения связана с ориентацией полярных молекул диэлектрика или смещением слабосвязанных ионов (электронов) под воздействием электрического поля. При этом действию электрического поля, которое стремится расположить частицы диэлектрика в определенном порядке, противодействует тепловое движение. Поэтому время установления релаксационной поляризации, или время релаксации (время ориентации или смещения частицы), зависит не только от строения диэлектрика, взаимодействия его частиц и т. п., но и от температуры.

Релаксационная поляризация, в отличие от упругой, характеризуется уменьшением значения диэлектрической проницаемости ϵ и максимумом тангенса угла диэлектрических потерь ($\operatorname{tg} \delta$)¹, которые имеют место в некоторой определенной области температуры при условии если, ϵ и $\operatorname{tg} \delta$ диэлектрика измеряются при постоянной частоте. То же явление можно проследить при постоянной температуре, но с изменением частоты электрического поля. Изменяя температуру максимума в первом случае или частоту во втором, можно определить время релаксации, энергию, необходимую для ориентации диполя или смещения иона из одного положения равновесия

в другое (энергию активации), и другие величины, характеризующие строение и свойства диэлектрика. Классическим примером жидких диэлектриков, обладающих релаксационной поляризацией, является вода и спирты, молекулы которых имеют постоянный дипольный момент.

Релаксационной поляризацией обладают также многие твердые диэлектрики. Этой проблеме был посвящен ряд докладов на Конференции.

В работе Г. И. Сканави и сотрудников было продолжено изучение керамических диэлектриков системы $\text{SrTiO}_3 - \text{Bi}_2\text{O}_3 \cdot n\text{TiO}_2$, которые представляют собой твердый раствор титаната висмута в титанате стронция (СВТ). Для данных диэлектриков, так же как для сегнетоэлектриков, характерна весьма большая ϵ (около 1000)¹. У сегнетоэлектриков² (например, титаната бария) аномально большое значение ϵ объясняется наличием спонтанной поляризации. Было показано, что СВТ не имеют типичных для сегнетоэлектриков свойств и поэтому авторы доклада связывают аномально большое значение ϵ с релаксационной поляризацией, обусловленной слабосвязанными ионами. В работе вместо хорошо известных формул Дебая предложены новые формулы для ϵ и $\operatorname{tg} \delta$, а также получено новое условие для положения максимума релаксационных потерь. Согласно предложенной модели, релаксационную поляризацию твердых диэлектриков, обусловленную слабосвязанными ионами одного сорта, нельзя характеризовать только одним временем релаксации. В общем случае ионных дефектных структур всегда существует набор (спектр) времен релаксации.

В другом докладе сообщается об изучении релаксационной поляризации в щелочно-галогидных монокристаллах. Здесь делается попытка связать полученное из эксперимента уменьшение ширины релаксационных максимумов с соответствующими кривыми, построенными по формуле Дебая. Результаты объясняются зависимостью энергии активации слабосвязанных ионов от температуры.

¹ Величина $\operatorname{tg} \delta$ есть мера диэлектрических потерь, пропорциональная потерям энергии за один период изменения электрического поля при напряженности, равной единице.

¹ У обычных твердых диэлектриков (например, у многих щелочно-галогидных кристаллов) ϵ порядка 5.

² См. «Природа», 1952, № 3, стр. 54—62.

В другой работе (Г. А. Смоленский и др.) релаксационная поляризация изучалась на ряде искусственно синтезированных твердых диэлектриков сложного состава. Показано, что эти соединения также не являются сегнетоэлектриками, хотя обладают весьма высокой диэлектрической проницаемостью. Так, например, у соединения, имеющего кристаллическую решетку типа перовскита $\text{Pb}_2\text{NiNb}_2\text{O}_9$, ϵ равна 2000. В докладе высказано оригинальное предположение, что релаксационные процессы в этом соединении обусловлены не слабосвязанными ионами, а электронами или экситонами¹. Это предположение дает возможность объяснить высокую диэлектрическую проницаемость у ряда твердых диэлектриков, а также сопоставить в связи с этим свойства диэлектриков и ферритов².

В ряде работ советских физиков проводится мысль, что величина энергии, необходимой для образования решетки кристалла («энергия решетки»), определяет его диэлектрические потери. Действительно, чем больше энергия решетки, тем сильнее связаны частицы диэлектрика и тем меньше должны быть диэлектрические потери. Однако, как справедливо отмечалось на Конференции (М. П. Богородицкий и др.), изменение диэлектрических потерь щелочно-галогенидных кристаллов можно сопоставлять с энергией решетки и кристаллохимическими особенностями, но определяющим фактором являяются дефекты решетки.

Диэлектрические свойства полимеров, сложных органических соединений, широко применяемых в промышленности и быту, изучаются многими учеными. Известно, что некоторые полимеры имеют релаксационную поляризацию, при этом, как правило, на кривых температурной и частотной зависимости $\text{tg}\delta$ наблюдается несколько максимумов. Этот факт говорит о том, что в сложных органических молекулах, из которых построены полимеры, релаксация может иметь место как у отдельных звеньев моле-

кул, так и у различных полярных радикалов, входящих в состав молекулы.

В работе Г. П. Михайлова и др. получены результаты, из которых следует, что как в аморфных, так и в кристаллических полимерах в диапазоне сверхвысоких частот также наблюдаются релаксационные диэлектрические потери. Такие результаты исследования позволяют получить дополнительные сведения о строении полимеров.

В нескольких докладах рассматривались смежные с поляризацией явления. Так, в докладе Ф. И. Вергунас и др. обсуждался вопрос о фотодиэлектрическом эффекте в кристаллофосфорах, который представляет интерес для выяснения процессов, происходящих в веществе при действии на него электрического поля и света. Как известно, кристаллофосфор — это диэлектрик, который самостоятельно светится некоторое время после того, как он был ранее освещен. При этом оказывается, что диэлектрические свойства кристаллофосфора после освещения изменяются.

На Конференции было уделено внимание вопросам поляризации полярных жидкостей. Релаксационная поляризация жидких диэлектриков в отличие от твердых изучается давно. Существующие теории поляризации в постоянном и переменном электрических полях относятся в основном к жидким диэлектрикам. Строение дипольной молекулы жидкости в большинстве случаев также известно. Однако неясно, как молекулы взаимодействуют между собой и с электрическим полем и как протекает процесс релаксации. Все эти вопросы можно понять при более детальном исследовании диэлектрических свойств жидкости.

Р. Коль (США) в своем докладе дал обзор работ ряда лабораторий США по вопросам релаксационной поляризации полярных жидкостей (спиртов, галогенидных алкилов и растворов).

Результаты, полученные Р. Кодем, представляют большой интерес для объяснения характера взаимодействия между полярными молекулами жидкости. Этому же вопросу был посвящен доклад М. Мага (Франция).

Доклад Ч. Ф. Смайса (США) также представлял собой обзор работ автора по выяснению связи между диэлектрической релаксацией полярных жидкостей и структурой ее молекул.

¹ Экситон — возбужденное состояние системы электронов в твердом теле, не связанное с переносом электрического заряда. См. «Природа», 1958, № 5, стр. 11—20.

² Ферриты — сложные окислы металлов с общей формулой $\text{MeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ (Me — металл), обладающие ценными магнитными и диэлектрическими свойствами.

А. Пекара (Польша) сообщил об исследовании диэлектрической поляризации и жидких полярных диэлектриков в сильном электрическом поле. Диэлектрическая проницаемость ряда полярных жидкостей (эфир, хлороформ, хлорбензол и др.) в сильном электрическом поле уменьшается. Этот факт предсказывается известной теорией полярных жидкостей Дебая. Автор доклада обнаружил у полярных жидкостей с сильным межмолекулярным взаимодействием (нитробензол и др.) противоположный эффект, а именно—увеличение ϵ . Этот факт докладчик объясняет взаимодействием полярных молекул жидкости.

В ряде докладов освещались вопросы методики измерения ϵ и $\tan \delta$ при сверхвысоких частотах. Было заслушано также несколько теоретических работ, посвященных в основном проблемам релаксационной поляризации твердых диэлектриков.

Как уже указывалось выше, к области поляризации диэлектриков тесно примыкает вопрос об электретах¹, электрических аналогах магнита.

На Конференции было заслушано несколько докладов о теории электретов, о пьезоэффекте в них и о фотоэлектретах. Рассматривались также вопросы практического использования электретов: в качестве дозиметров проникающей радиации, для электрофотографии, т. е. для получения видимых изображений на пластинках из фотоэлектретных материалов и др.

Конференция уделила внимание сегнетоэлектричеству. Сегнетоэлектрики характеризуются наличием спонтанной (или самопроизвольной) поляризации отдельных областей кристалла (доменов). В связи с этим сегнетоэлектрики имеют большую ϵ , которая зависит от величины электрического поля. Они так же, как и ферромагнетики, обладают гистерезисом, т. е. нелинейной зависимостью величины поляризации диэлектрика от напряженности поля. У сегнетоэлектриков наблюдается пьезоэффект.

Большое внимание на Конференции было уделено свойствам титаната бария, сегне-

тоэлектрика, имеющего большое практическое значение. Так, например, в докладе С. В. Богданова и Б. М. Вула сообщалось, что одностороннее давление, приложенное к образцу титаната бария, изменяет его пьезоэлектрические свойства. Несколько сообщений было сделано об открытии и исследовании новых сегнетоэлектриков — Б. Т. Маттиас и Г. П. Ремейка (США) и др.

В. Мерц (Швейцария) рассказал о результатах исследования процесса, при помощи которого происходит перемена направления спонтанной поляризации. Эта перемена может быть обусловлена двумя механизмами: образованием зародышей новых доменов и ростом этих доменов при смещении доменных стенок. Как показали исследования, в сегнетоэлектриках, в отличие от ферритов, образование зародышей при перемене направления поляризации играет более существенную роль.

Ч. Киттель (США) сделал обзор по антисегнетоэлектричеству. Антисегнетоэлектричество часто определяется как состояние диэлектрика, при котором цепочка ионов в кристалле спонтанно поляризуется, а смежные поляризованные цепочки имеют антипараллельные направления, так что спонтанная макроскопическая поляризация кристалла равна нулю.

Электрический пробой. Анализ поведения твердых диэлектриков в сильных электрических полях и электрический пробой — вопросы, которые заняли видное место в работе Конференции. С интересом был заслушан ряд докладов об исследовании пробоа твердых диэлектриков при подаче коротких импульсов напряжения, а также о работах по предпробивному состоянию.

По импульсному пробую твердых диэлектриков о результатах своих исследований сообщили томские физики (А. А. Воробьев, Г. А. Воробьев, М. А. Мельников и др.). В основном ими изучалась зависимость напряжения пробоа от времени подачи напряжения (времени экспозиции). Кроме того, были измерены средние скорости распространения разряда в ряде твердых диэлектриков. На основе многочисленных экспериментальных данных авторами сделаны выводы, что импульсный пробой твердых диэлектриков во многих случаях аналогичен пробую газов.

¹ См. «Природа», 1959, № 5, стр. 77—81.

В двух докладах сообщалось о результатах измерения токов в щелочно-галогидных кристаллах в предпробивных полях. Обнаружено, что предпробивные токи, измеренные на импульсах, имеют очень большую величину (до 10^{-3} а). На основании этого делается предположение, что токи перед пробоем вызваны холодной эмиссией электронов из металлического катода. В сильном электрическом поле электроны, вырываемые из катода, попадают в диэлектрик и увеличивают его электропроводность.

Весьма интересное сообщение о механизме проводимости в области сильных электрических полей сделал К. В. Бёр (ГДР). Автор рассказал о новом электрооптическом методе исследования предпробивного состояния. Каждый диэлектрик характеризуется собственным спектром поглощения света. В сильном электрическом поле отдельные линии этого спектра смещаются вследствие взаимодействия поля с частицами вещества. Если теперь наблюдать смещение полосы поглощения в различных местах монокристалла, помещенного в сильное электрическое поле, то можно установить, как распределяется поле по длине кристалла. При этом было обнаружено, что перед пробоем в монокристаллах CdS наблюдается концентрация поля в некоторых определенных местах. На основании полученных результатов автор делает вывод, что наблюдаемые сильные токи перед пробоем связаны с увеличением электропроводности по всей толщине монокристалла, за исключением мест концентрации поля.

Из докладов, сделанных на Конференции по теории пробоя, следует упомянуть о сообщении В. А. Чуенкова. При помощи решения кинетического уравнения Больцмана, которое описывает поведение совокупности электронов в твердом теле, автор нашел критерий нарушения электрической прочности некоторых твердых диэлектриков.

С большим интересом были заслушаны доклады о влиянии радиоактивного облучения на диэлектрические свойства ряда веществ. При воздействии на вещество β -лучами, γ -излучением и особенно нейтронами свойства вещества, в том числе и диэлектрические, изменяются. Частицы, или кванты,

в процессе облучения, взаимодействуют с веществом, в результате чего структура его изменяется, например, вместо нейтральных атомов появляются ионизованные частицы, вместо атомов данного кристалла — чужеродные атомы или пустые узлы в кристаллической ячейке. Разумеется, при этом изменяется как диэлектрическая проницаемость, так и особенно диэлектрические потери и электропроводность, более чувствительные к изменениям структуры кристалла.

В работах, представленных на Конференции, показано, что электропроводность твердых и жидких диэлектриков при действии ионизирующих облучений в большинстве случаев возрастает, диэлектрическая проницаемость и потери возрастают также. При этом, как показано в одной из работ, после облучения медленными нейтронами может возникнуть релаксационная поляризация.

Сравнительно небольшое число докладов было посвящено физико-химическим свойствам диэлектриков. Так, например, было доложено о влиянии, какое оказывает термообработка на электрические свойства некоторых бесщелочных силикатных стекол, об электроочистке керамики и др.

Из общих докладов по вопросам электродинамики и теории твердого тела, доложенных на Конференции, следует отметить доклад В. Л. Гинзбурга об электромагнитных волнах в изотропных и кристаллических средах при учете пространственной дисперсии диэлектрической проницаемости, К. Б. Толпыго о теории не вполне полярных кристаллов, которые имеют большое принципиальное значение.

Вся работа Конференции показала, что физика диэлектриков в Советском Союзе выделилась за последние годы в самостоятельную дисциплину со своими задачами и целями. В развитии решения ряда вопросов физики диэлектриков советские ученые идут впереди многих ученых Запада.

Вместе с тем, Конференция показала, что у нас еще мало внимания уделяется исследованию жидких диэлектриков, недостаточно изучаются вопросы электропроводности диэлектриков в слабых полях. Относительно мало на Конференции было представлено теоретических работ.

ПРОБЛЕМЫ КИБЕРНЕТИКИ

Реже Тарян
Доктор технических наук
Будапешт



Предмет кибернетики, которая, как известно, занимается проблемами пограничных областей многих наук, не может быть в настоящее время четко определен. Биологи мыслят понятиями, которые до сих пор встречались в теории автоматических систем; инженеры используют в конструкциях биологические образы. Математики пытаются дать строгое логическое построение центральной нервной системы. Нам кажется, что для кибернетики, как вначале и для других наук, ныне считающихся классическими, образ мышления и метод более характерны, чем сам предмет изучения. В самом деле, каждый кибернетик рассматривает кибернетику, в первую очередь, с точки зрения той дисциплины, от которой он сам пришел к кибернетике. Нейрофизиолог хочет понять функции центральной нервной системы, запутанное взаимодействие нейронов; математическая логика и электронные модели служат для него лишь в большей или меньшей степени полезными высококачественными средствами для достижения его цели. Математик интересуется строением центральной нервной системы потому, что она является самой сложной и поэтому самой интересной из всех рассматриваемых систем.

Этим точкам зрения противоположна в своей основе точка зрения инженера. Если биологи и физиологи хотят понять заранее заданную систему, то задача инженера заключается в конструировании сложнейших ав-

томатических систем, которые до сих пор не существовали и которые должны наилучшим образом выполнять в совершенно определенном смысле заданную им практическую задачу. Направление интересов конструктора поэтому противоположно; его задача заключается не в анализе, а, скорее, в синтезе, т. е. организации определенных технических элементов. Наилучшей моделью этого служит живой организм, который, если рассматривать его с точки зрения функций, представляет собой наиболее высокоорганизованную систему.

Интерес техников к организации центральной нервной системы не случаен. Развитие техники в начале второй половины нашего столетия характеризуется, главным образом, тем, что возникают машины, вернее, даже комплексы машин недостижимой до сих пор сложности, правильная работа которых в значительной степени зависит от передачи информации внутрь машины. При изучении логической структуры таких систем выяснилось, что существующие функциональные связи, которые, если абстрагироваться от материального воплощения, так сказать, инструментовки, родственны, во многих случаях даже и идентичны тем организационным принципам, которые можно наблюдать в природе у живых организмов. Так, например, выяснилось, что различные биологические механизмы регулирования, например, температуры тела, содержания сахара в крови, содержания воды в тканях

и т. п., действуют на основе тех же принципов так называемой отрицательной обратной связи, что и процессы регулирования в производственных процессах. Само собой понятно, что инструментовка в природе и технике, исходя из соответствующих требований, существенно отличается одна от другой. Степень сложности в природе есть величина гораздо более высокого порядка, чем то, что техника до сих пор может себе представить, причем не только в отношении числа элементов системы или регулируемых параметров, но и в отношении связей. Однако принципы обратной связи присутствуют в обоих случаях. То, что такие общие принципы вообще существуют, является одним из важнейших открытий кибернетики. Исследование этих и, возможно, новых принципов представляет собой одну из ее первоочередных задач.

Не претендуя на точное определение, можно, исходя из точки зрения инженера, смело сказать, что кибернетика представляет собой первую сознательную попытку технически-конструктивно применить те принципы организации, которые мы можем наблюдать у высокоорганизованных систем, а именно, у живых организмов.

Так как кибернетика занимается проблемами пограничных областей многих наук, то становится вполне понятно, что самая характерная ее особенность заключается в тесной органически совместной работе представителей многих областей науки. Поэтому в кибернетике используются методы математики (математическая логика, теория вероятностей и в особенности теория информации), электроники и способы мышления, характерные для биологии, в частности физиологии.

Как пример совместной практической работы мы хотим описать общую работу двух академиков: нейроанатома Яноша Сентаготай (Janos Szentagotai) и математика Альфреда Рени (Alfred Renyi). Речь идет о следующей проблеме. Уже давно известно, что отдельные нервные клетки, воспринимающие раздражения извне, передают их в мозг в фор-

ме электрических импульсов. Эти импульсы играют в центральной нервной системе ту же роль, что и телеграфные сигналы на телеграфе — они служат носителями информации. Если на телеграфе расстояние между передающим и принимающим пунктами слишком велико, то включаются усилительные станции, которые усиливают приходящие сигналы и передают их дальше. Большей части нейронов принадлежит та же роль; расстояние от периферических органов восприятия до мозга и обратно преодолевается, в общем, посредством целой цепи нейронов, главная задача которых состоит в регенерации полученного нервного импульса.

Каждый отдельный нейрон связан с целым рядом других нейронов двояким образом. С одной стороны, при помощи разветвляющихся отростков, оканчивающихся на других нейронах, он передает им импульсы, с другой стороны, сам воспринимает импульсы от других нейронов, отростки которых образуют с ним контакты, так называемые синапсы. Эти связи схематично представлены на рис. 1. Такие связи называются *конвергентными*. Число синапсов может составлять от одного до нескольких сот, и оно особенно велико у двигательных нейронов спинного мозга, которые передают дальше нервные импульсы, связанные с движением.

На основании экспериментальных данных, в общем, преобладает представление, что в случае конвергентных связей дальнейшее распространение импульсов зависит от их числа. Если число поступивших импульсов слишком мало, то данный нейрон не может быть возбужден — информация задерживается. Таким образом, существует пороговая величина, которая должна быть пре-
взойдена суммой поступающих импульсов. Суммация может быть двух родов. С одной стороны, чтобы быть действительными, импульсы должны поступать в течение определенного отрезка времени (временная суммация), с другой стороны, возбужденные синапсы должны покрывать определенную поверхность тела клетки (пространственная суммация).

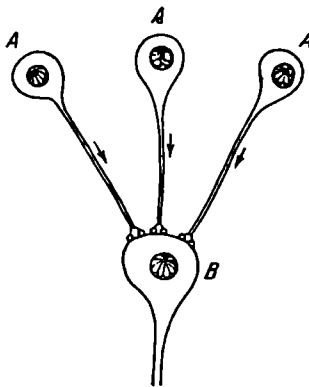


Рис. 1. Схема конвергентных связей нейронов. А — предсинапсовые нейроны; В — постсинапсовый нейрон

Однако из-за экспериментальных трудностей до настоящего времени еще не удалось установить, насколько велико должно быть участие синапсов, вернее, как велика должна быть раздраженная поверхность тела клетки определенного нейрона, чтобы импульс обязательно был передан дальше. Так как наблюдается, что двоякая связь пред- и послесинапсовых нейронов нервного узла распределена (с достаточным приближением) случайным образом, то мы подошли к объяснению этого вопроса при помощи простой теоретико-вероятностной воображаемой модели.

Мы рассматриваем систему двух нейронов: предсинапсовый нейрон (*A*) и послесинапсовый нейрон (*B*). Нейрон *A* и *B* — представители каждой своей группы. От каждого отдельного *A*-нейрона отходит некоторое число ответвлений, которые оканчиваются на разных *B*-нейронах. Опытным путем установлено, что число *A*-нейронов составляет примерно 50 000, число *B*-нейронов примерно 1000. Так как от каждого отдельного *A*-нейрона отходит примерно 10 ответвлений, то на один *B*-нейрон приходится примерно 500 поверхностных окончаний различных *A*-нейронов. Можно теперь с хорошим приближением предположить, что связь *A*- и *B*-нейронов осуществляется таким образом, что каждому *A*-нейрону случайно соответствует определенное число *B*-нейронов, с которыми они связаны. Далее, мы знаем, что для того, чтобы возбудить данный *B*-нейрон, какой-то определенный процент внешней поверхности телец клеток должен быть покрыт связанными синапсами и, по меньшей мере, определенная часть синапсов должна быть возбуждена *A*-нейронами.

Основываясь на таком предположении, которое очень близко к истине, можно поставить вопрос, какой процент *B*-нейронов будет возбужден, если известно, что возбужден определенный процент, скажем, $K\%$ *A*-нейронов. Расчет дает теоретическую связь, которая представлена на рис. 2, наряду с экспериментальными данными. Пунктирная кривая передает экспериментальные данные, сплошная — расчетные. Как показывает график, совпадение результатов следует считать качественно удовлетворительным, если учесть огромные экспериментальные трудности. Надо надеяться, что, по мере усовершенствования математической

модели и более точного определения констант путем лучших анатомических методов, может быть улучшено и количественное совпадение этих кривых.

Эти результаты сами по себе представляют большой научный интерес. Можно, однако, спросить, что в этих и подобных им проблемах важно для инженера, какие выводы можно сделать для решения практических задач? Что такие выводы в самом деле имеют место, удастся показать путем следующего рассуждения.

К современным автоматам предъявляется, в основном, два требования: во-первых, они должны наилучшим образом выполнять поставленную перед ними задачу относительно соответствию выбранного критерия, во-вторых, они должны, насколько это вообще возможно, работать надежно, т. е. безошибочно.

Как это доказано в теории автоматических систем, первая задача математически эквивалентна решению экстремальной проблемы с дополнительными условиями. Первое требование может быть поэтому выполнено, если соединить автомат со счетной машиной. Показатели фактического состояния системы непрерывно вводятся в счетную машину, машина также непрерывно высчитывает необходимые коррективы, нужные для оптимального действия на основе заданных критериев, и подает соответствующие контрольные сигналы, которые затем управляют машиной. Мы слишком отклонимся, если углубимся в интереснейшие подробности этого важного круга вопросов. Необходимо, однако, упомянуть, что советские ученые А. Я. Лернер, А. А. Фельдбаум, М. А. Гаврилов, В. С. Пугачев достигли в этой области очень важных результатов.

Более сложным и пока теоретически почти не затронутым вопросом является требование безошибочного, надежного функционирования, которое имеет решающее зна-

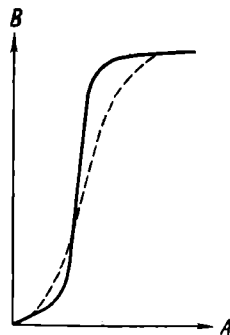


Рис. 2. Кривые зависимости процента возбужденных *B*-нейронов от процента возбужденных *A*-нейронов

чение как раз в современных электронных вычислительных цифровых машинах. Это можно видеть из следующих рассуждений, высказанных вначале недавно умершим известным математиком Дж. фон Нейманом. Числа в таких машинах записываются обычно в двоичной системе, т. е. при помощи соответственных комбинаций из нулей и единиц. Если в одном каком-нибудь месте нуль заменяется единицей, то мы получим принципиально другое число. Нуль и единица, следовательно, означают отсутствие или наличие электрического импульса. Элементарный акт машины состоит в передаче таких импульсов. Если в процессе счета произойдет замена нуля и единицы не намеренно, а в результате ошибочной работы одной из составных частей при проведении элементарного акта, то результат многочасового вычисления может оказаться неверным. Если счетная машина к тому же соединена с автоматической системой, то последствия одной единственной ошибки могут быть в некоторых случаях катастрофическими.

Чтобы понять всю серьезность этого требования, нужно принять во внимание, что при решении некоторых проблем, для которых применяют электронные счетные машины, встречается более десяти миллионов (10^7) умножений. Так как машина работает по двоичной системе, то это означает 10^7 умножений между собой примерно тридцатитрехзначных чисел двоичной системы. Как известно, при умножении каждый разряд множимого перемножается с каждым разрядом множителя. Каждое единичное умножение означает поэтому около 10^3 элементарных актов, а 10^7 умножений содержит, таким образом, 10^{10} элементарных актов. На протяжении этих 10^{10} элементарных актов не должно произойти ни одной ошибки. Это значит — вероятность ошибки должна быть меньше 10^{-10} .

Конструкторы, конечно, постоянно работают над тем, чтобы давать все более надежные составные части: электронные лампы вытесняются транзисторами и ферритами и т. д. Принципиально, однако, время существования каждой составной части ограничено и поэтому она может быть причиной ошибки. В настоящее время наши радиотехнические средства еще, видимо, не доросли до таких высоких требо-

ваний, поэтому мы стоим первый раз в истории техники перед принципиальной проблемой: возможно ли вообще, и если да, то каким образом, строить надежные автоматы из ненадежных элементов?

Этот вопрос впервые был поставлен Дж. фон Нейманом, который дал на него положительный ответ. Предположим, что какой-то автомат построен из составных частей, работающих с определенной вероятностью ошибок. Можно непосредственно увидеть, что вероятность ошибки в конечном результате автомата не может быть меньше, чем вероятность ошибки отдельных составных частей. Автомат в целом не может работать надежнее, чем его составные части. Нейман указал путь, по которому при надлежащей организации всех элементов можно довести конечную ошибку автомата, состоящего из ненадежных элементов, до самого большого приближения к этой нижней границе.

Основную мысль мы сможем наилучшим образом понять, если вспомним, как вычисления практически контролируются. Вычисления дают провести независимо друг от друга двум лицам. Если результаты совпадают, то вычисления признаются верными. Если результаты различны, то вычисления повторяются. В основу этого метода бессознательно взят закон теории вероятностей: вероятность того, что два независимых одно от другого события совпадают, равна произведению отдельных вероятностей. Если, например, вероятность того, что отдельные вычисления ошибочны, равна 1%, то вероятность того, чтобы вычисления одновременно дали неверный результат (который вследствие совпадения все же будет воспринят как верный) равна только 0,01%. Этот метод вскрывает, таким образом, ошибку 9999 раз на 10000. Метод этот используется на практике некоторыми счетными машинами. Машина состоит из двух совершенно одинаковых половин, работающих независимо одна от другой. Результаты каждый раз сверяются специальным контрольным устройством. Если они совпадают, то вычисления ведутся дальше, если они различны, машина останавливается и подает сигнал тревоги.

Тот недостаток, что машина останавливается после каждой ошибки, может быть устранен путем совершенствования метода:

включают параллельно не две, а три машины, которые так же работают независимо одна от другой. Вместо прежнего сверточного устройства применяют так называемый смеситель, при помощи которого результаты сверяются попарно: если по меньшей мере два из трех результатов совпадают, то вычисления ведутся дальше на основе совпавших результатов. Если все три результата различны, то машина останавливается. Смеситель Неймана устанавливает, так сказать «большинством голосов», можно ли и на основе каких результатов вести дальше вычисления.

Как видно, основная идея этого метода заключается в том, чтобы производить параллельные многократные вычисления, многократно проверять и сравнивать результаты. Нейман обобщил этот принцип и, исходя из общих предпосылок, доказал, что можно строить такие счетные машины, у которых вероятность того, что конечный результат будет ошибочным, может быть снижена до теоретической границы (т. е. до вероятности ошибок отдельных составных частей). Для этого необходимо следующее: число отдельных элементов переключения должно быть увеличено в достаточной мере. В соответствии с этим «единица» будет представлена не просто посредством наличия импульса, а только в том случае, если импульс будет передаваться по минимальному, заранее выбранному числу каналов, в то время как в случае «нуля» импульс будет передаваться по максимуму определенному числу каналов.

Отдельные элементы переключения могут сделать две независимые одна от другой ошибки: вообще не подать импульса, хотя это не обязательно, или же подать импульс, когда это не нужно. Из этого следует, что в процессе работы машины постепенно может исчезнуть разница между «нулем» и «единицей», — результат будет иметь тенденцию становиться ошибочным. Потребуется, следовательно, устройство, которое восстановило бы в первоначальное состояние проводящие каналы. Нейман указал метод, как этого достигнуть конкретно для специального элемента переключения.

Важнейшим свойством восстановительного устройства является, таким образом, то, что отдельные линии входа этого устрой-

ства должны подключаться к множеству входных цепей органов переключения случайным образом. Можно легко распознать, что данная Рени и Сцентаготаем математическая модель нейрона обладает в основном теми же свойствами, что и восстановительный орган или смеситель Неймана. Синапсы В-нейронов являются окончаниями случайно сцепленных боковых отростков А-нейронов. В соответствии с эффектом суммации нейрон возбуждается только тогда, когда по меньшей мере определенное число синапсов получает импульс, при этом, однако, со сколь угодно близкой к единице вероятностью. Отсюда следует важное заключение, которое невозможно сделать путем одних физиологических исследований. Нейрон же по своим функциям эквивалентен смесителям Неймана. Если удастся в дальнейшем физически промоделировать хотя бы важнейшие функции нейронов (а это возможно), то инженеры получат в руки средство, при помощи которого они смогут строить надежные автоматы и в особенности счетные машины из таких составных частей, которые принципиально могут давать ошибки.

Принципиальное значение исследований Неймана состоит в том, что он доказал возможность улучшить работу наших автоматов не только при помощи технических средств (лучшие составные части), но и посредством лучшей организации. Этими вопросами занимается абстрактная теория автоматики, одна из исключительно интересных частей математической логики, и одновременно кибернетика, которая находится только в начале своего развития.

Постановка вопроса Нейманом заключается в следующем: даны определенные органы переключения, которые принципиально обладают небольшой, но определенной постоянной вероятностью ошибки. Как же они должны быть организованы, чтобы из них можно было составить надежно работающий автомат? Здесь, таким образом, элементы органа переключения с самого начала специализируются. Ответом на этот вопрос явился принцип многократности и смесителя.

Мы подходим к проблемам особенно интересным, когда рассматриваем специальные переключательные устройства, например

нейроны, и ставим перед собой вопрос: какие автоматы могут быть построены из нейронов?

Исследованием этого вопроса занимался в США Н. Рочестер, который на электронной счетной машине IBM 701 моделировал поведение нейронных цепей. В Англии Уттли и Дж. Т. Аллансон достигли важных результатов, в то же время В. К. Тейлор также смоделировал такие цепи. В Венгрии этой проблемой занимался автор настоящей статьи. Важнейшие результаты, достигнутые до сего времени в теории нейронных автоматов, могут быть сформулированы следующим образом.

Предположим, что мы имеем переключательные элементы с следующими тремя свойствами, которыми обладают настоящие нейроны.

1. Они имеют одно и только одно стабильное состояние; получая импульс, они передают его с известным замедлением дальше и спонтанно возвращаются в состояние покоя.

2. Они имеют определенный порог, это значит, что они возбуждаются тогда и только тогда, когда сумма поступивших импульсов превышает значение этого порога (эффект суммации).

3. Элемент переключения имеет абсолютную рефракторную фазу определенной длины, во время которой система вообще не реагирует (порог бесконечно высок). К этому абсолютному рефракторному периоду примыкает относительная рефракторная фаза, в течение которой порог элементов переключения постепенно возвращается в состояние покоя.

Из этих постулированных трех свойств, которые в весьма наглядной форме моделируют важнейшие свойства настоящих нейронов, следуют важные и интересные отличия нейронов от переключательных элементов, применяемых в современных счетных машинах.

Переключательные элементы таких машин имеют два состояния, которые в двоичном исчислении соответствуют «0» и «1». Оба состояния стабильны. Получив импульс, они переходят в противоположное состояние («опрокидываются») и остаются в этом состоянии до следующего импульса. Они безразличны, таким образом, к продолжительности и интенсивности импульса, но

это значит, что переключательные элементы наших счетных машин могут только установить факт наступления или отсутствия данного события¹. Напротив, если длительность раздражения действует на переключательный элемент со свойствами нейронов, то, как можно доказать исходя из постулированных выше трех свойств, последний передает не один, а целый ряд импульсов, частота которых (число импульсов в секунду) пропорциональна их интенсивности, а длительность (всей посылки) равна длительности раздражения. Отсюда следует, что переключательный элемент с вышеуказанными тремя свойствами настоящих нейронов может воспринимать не только факт наступления данного события, но также его продолжительность и интенсивность.

Далее можно показать — мы сделаем это в другой статье, — что из такого рода переключательных элементов можно строить замкнутые цепи, которые выполняют функции памяти не только механически, но и таким же образом, как в живом организме. Если из таких искусственных нейронов построить «нейронную сеть», то это дало бы «память» такого качества, которое намного порядков величин превосходило бы все, что может применяться в современных счетных машинах.

В результате этого такая сеть, точнее, ее подсети имеют каждая свой порог, обладают определенными более или менее резко отличающимися собственными частотами, в которых они легче всего возбуждаются и которые характерны для данной ячейки. Ближайшая задача — найти во внешнем мире объект, относительно которого нейронная сеть будет носителем множества свойств этого объекта и каждому свойству объекта сопоставить ячейку в качестве «психического представителя». Эта ячейка возбудится тогда, когда частота нейронных импульсов, поступивших от рецепторного органа, соответствует определенному свойству объекта. Различные объекты могут быть представлены различными сетями. Два объекта сходны тогда и только тогда, когда представляющие их сети имеют общие подсети. На основе

¹ Прим. ред. Автор описывает лишь один из употребляемых в современной технике элементов — статический триггер.

этой модели и при помощи теории множеств можно строго определить понятие сходства (в смысле сходства отца и сына) и дать меру этому сходству.

Однако то, что такой нейронный автомат может почувствовать сходство в вышеупомянутом смысле (а не только его логически установить), достигается ценой того, что разницы между нулем и единицей становится расплывчатой. Это значит, что машина, в случае, если она применяется как счетная, будет не только делать ошибки, но и ошибаться в человеческом смысле.

Резюмируем: современная методика кибернетики опирается на два основных положения. Во-первых, существуют определенные организационные принципы, которые хотя и по-разному, но могут наблюдаться как в области биологии (физиологии), так и в области техники. Во-вторых, установлено, что известные функции живых организмов могут быть воспроизведены также и другими средствами, чем те, которые существуют в природе. Это гарантирует нам возможность моделировать биологические функции. При помощи таких моделей можно лучше изучить механизм биологических про-

цессов, с другой стороны, это дает возможность строить такие машины, которые ведут себя квазибиологически, т. е. «интеллигентнее», чем наши современные машины.

В настоящее время у нас еще нет таких машин. Мы также не знаем еще, как с ними работать. Но можно быть уверенным, что с дальнейшими успехами в деле познания функций центральной нервной системы мы сможем строить такие «интеллигентные» машины. Найдется им и практическое применение. Вся история развития техники показывает, что однажды уже созданная машина находит свои области применения и ее использование обуславливает дальнейшее развитие еще более совершенных машин.

Однако вопрос, пойдет ли применение машин на благо человечеству или на его истребление, зависит от устройства того общества, которое эти машины применит.

Достигнуть первой возможности и устранить вторую — в этом заключается благородная цель каждого настоящего ученого и в особенности кибернетика, если он хочет быть достойным высокого звания ученого.

Перевод с немецкого З. А. Филановской



ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ

ВЕЛИКИЙ МАТЕРИАЛИСТ ДРЕВНЕЙ ГРЕЦИИ

К 2300-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ ЭПИКУРА

Я. Я. Поварков

Москва



* * *

Среди славной плеяды мыслителей древней Греции, глубоко разработавших и широко распространивших материалистическую линию в философии, материализм в естествознании, особое место занимает величайший греческий просветитель Эпикур. Приняв атомистическое объяснение мира, данное Левкиппом—Демокритом, Эпикур создал свою философскую систему, преодолел в ней недостатки своих предшественников, развив дальше древнегреческий материализм.

Учение Эпикура, проникнутое духом материализма и атеизма, не только сыграло прогрессивную роль в развитии философской мысли древности, но и оказало значительное влияние на всю историю науки, на современное естествознание в особенности. «С тех пор как физика и химия,— писал Энгельс,— стали опять оперировать почти исключительно молекулами и атомами, древнегреческая атомистическая философия с необходимостью снова выступила на передний план»¹.

В наше время, спустя двадцать три века со дня рождения великого материалиста античности, не безынтересно вспомнить хотя бы основные положения его философских взглядов, вызвавших столь противоречивые толкования и ожесточенные споры среди ученых последующих поколений, не прекращающиеся и по сей день.

Отец Эпикура — Неокл — был школьным учителем на о-ве Самосе, куда его направил вместе с группой переселенцев Перикл после подавления там крупного восстания. Здесь, в 341 г. до н. э., родился Эпикур, старший сын Неокла и Хайрестраты. До 18 лет он живет на Самосе, учится в школе, обратив на себя внимание исключительными способностями. В 324 г. переезжает в Афины, продолжает учение и усиленно занимается философией. Вскоре начинает учительскую деятельность в Колофоне, Митилене и Лампсаке. Именно в этих местах в 310—309 гг. Эпикур разрабатывает теоретические основы своего учения. Возвратившись в 306 г. в Афины, организует школу—«Сад Эпикура», где до конца жизни (270 г. до н. э.) преподает свою философскую систему, защищая и развивая материалистическое миропонимание.

Литературное наследство Эпикура насчитывало до 300 работ, составлявших своеобразную энциклопедию древнегреческой науки. До нашего времени, к сожалению, дошла весьма малая часть этого огромного философского наследия. Нам известны лишь следующие отрывки из его трудов: фрагменты из двух книг 37-томного исследования «О природе»; письма Эпикура—к Геродоту, Пифоклу и Менекею; сборник изречений под названием «Главные мысли»; ряд отрывков, собранных из разных источников; фрагменты из работ последователей Эпикура, восстановленных

¹ Ф. Энгельс. Анти-Дюринг, 1953, стр. 312.

по геркулановским свиткам (раскопки в Геркулануме, проведенные в XVIII в.) и некоторые другие документальные свидетельства. Единственное произведение эпикуровского материализма, дошедшее до нас в целостном виде, — это гениальное творение Лукреция Кара «О природе вещей».

Историческая обстановка, в которой жил и творил Эпикур, характеризуется вступлением древнего мира в новый период своего развития — эллинистический период, связанный с крупнейшими социально-политическими сдвигами. В эту эпоху греческие ученые впервые стали развивать начатки точного и систематического исследования природы.

Центром естественно-научной мысли того времени была Александрия с ее знаменитой библиотекой, объединившая вокруг себя виднейших ученых древности. В эти годы Евклид создает «Начала», обобщившие достижения математики и изложившие основы геометрии, изучает механические явления Архимед из Сиракуз, обосновавший закон об удельном весе тел («Закон Архимеда») и сделавший ряд замечательных технических открытий (грузоподъемная машина, водоподъемный винт и др.). В это же время разрабатывает теорию видимого движения Солнца, Луны и планет Гиппарх, высказывает идею о движении Земли вокруг Солнца и вокруг своей оси Аристарх Самосский, предвосхищая гелиоцентрическую систему Коперника, вычисляет приближенно длину окружности земного шара и составляет каталог видимых в Египте созвездий астроном Эратосфен из Кирены. Плодотворны труды Герофила Халкедонского по физиологии, Негасфена и Дикеарха — по географии, Феофраста — по ботанике, агрономии и почвоведению.

В этих условиях протекает научная деятельность Эпикура. Основным источником, непосредственно питавшим его философские воззрения, был демокритовский атомизм. Разрабатывая атомистическое учение, Эпикур и его предшественники опирались на материалистическое понимание мира, выработанное философами древнего Востока, прежде всего древнекитайскими и древнеиндийскими. Восприняв материалистические воззрения народов древнего Востока, греческие мыслители развили их дальше, подняв материализм на высшую ступень.

Философия Эпикура материалистична в самой своей основе. Эпикур учил, что мир, природа существуют объективно, независимо от человеческого сознания, что предметы, вещи пребывают вне и независимо от нас, что материальное развивается по внутренне присущим ему законам, независимо от психического. Аристотель, знаток древнегреческого атомизма, вынужден был признать, что «они (атомисты) приняли начала соответственно природе, какова она в действительности есть». Объективный мир, по Эпикуру, развивается по свойственным ему законам, не подчиняясь никакому божественному провидению или человеческому произволу.

Материализм Эпикура исходит из вечности и неуничтожаемости материи. «Атомы, — писал Эпикур, — движутся непрерывно в течение вечности..., начала этому (движению) нет». Подчеркивая значение фундаментального закона естествознания о сохранении материи, о том, что ничто не возникает из несуществующего и ничто не переходит в несуществующее, Эпикур указывал, что это первая и основная отправная точка его учения.

Развивая материалистическую концепцию пространства и времени, Эпикур устанавливает, что «ничего нового во Вселенной не происходит, кроме уже возникшего безграничного времени». Нащупав, тем самым, связь времени и движения материальных тел, он называет время «следствием движений». Время, говорит Лукреций, не существует само по себе, вне связи с движением тел; времени нет самого по себе, но предметы, тела, явления ведут к «ощущению того, что в веках совершилось».

Центральное ядро натурфилософии, физики Эпикура составляет атомизм. Древнегреческие атомисты рассматривали мир как сложное сочетание мельчайших частиц вещества — атомов, движущихся в пустоте. Пустота (пространство), учили атомисты, необходимое условие существования атома. Атом так же неотрывен от пустоты, как пустота от атома, они не могут существовать друг без друга.

Разработанная Эпикуром теория строения и движения атома — важнейший момент в развитии древнегреческого материализма. Известно, что Демокрит допускал существование атомов любой величины, весь

ма больших размеров, равных миру. Эпикур признавал, что все атомы малого размера и потому чувственно не воспринимаемы. «Не следует считать, — писал он, — что атомы бывают всевозможных размеров, иначе мы можем впасть в противоречие со свидетельствами опыта, нужно признать лишь некоторые различия величин атомов». Демокрит допускал существование бесконечного количества атомных форм, Эпикур не соглашался с этим, ссылаясь на невозможность того, чтобы бесконечное разнообразие различий (в формах) вытекало из числа этих форм. Демокрит считал, что у атомов есть два свойства: величина и форма, Эпикур прибавил к ним третье — вес, ибо необходимо, говорил он, чтобы тела двигались под действием тяжести. Демокрит отрицал делимость атомов, наличие у них частей; Эпикур уточнял это положение, указав, что атом неделим не в смысле невозможности деления вообще и не потому, что он представляет самое малое элементарное тело, а потому, что части атома соединены между собой необычайно плотно, т. е. неразрывно стянуты силами, которые не могут быть преодолены.

Существенно новое, что внес Эпикур в теорию атомизма, было его учение об отклонении атома. Прямолинейное движение атомов, утверждал он, сочетается с их внутренне обусловленным отклонением, т. е. с свободным движением. «Атомам, — писал последователь Эпикура Диоген из Эноан-

ды, — присуще некоторое свободное движение, которое не открыл Демокрит, но которое вскрыл Эпикур, т. е. отклонение, и это он доказал, отправляясь от явлений (природы)». Отклонение движения атома от прямого направления есть, по его мнению, закон, специфическое качество, свойственное атому.

Классики марксизма-ленинизма высоко ценили эпикуровский атомизм. В. И. Ленин отмечал исключительно перспективное его значение для всего развития физики, современной в особенности, сравнивая движение атомов по Эпикуру с движением электронов.

Значительным достижением атомистического материализма была созданная им теория познания, развитая Эпикуром в сочинении «Канон». Чувственное восприятие предметов объективного мира, учил он, дается человеку через проникновение в органы чувств образов, впечатлов, слепков, или, как мы теперь говорим, снимков вещей. Согласно разработанной еще Демокритом теории, поверхность вещей испускает мельчайшие частички, которые представляют собой

точные слепки вещей; происходит истечение, по виду подобное вещам. От каждого предмета отделяется оболочка, толщиной в один атом, представляющая слепок вещей, по терминологии древних — «эйдолы». Истечение атомов, комплекса атомов с поверхности тел — непрерывно, и образы возникают со скоростью мысли. При этом истечение с поверхности предметов не изменяет



ЭПИКУР

сам предмет, так как ушедшие с поверхности тел атомы непрерывно заменяются другими, пришедшими из недр тела. Теория слепков вещей, как указывал С. И. Вавилов, если отвлечься от ее слишком «живописной вещественности», содержит зерно объективной истины с точки зрения современного учения о свете.

Истечение вещей, «эйдолы», достигая органов чувств человека, создает ощущение, ощущение дает образ вещи. Поскольку эти слепки адекватны телу не только по форме, но и по цвету, ощущения дают правильный образ вещи. Эпикур придавал важное значение чувственному восприятию, ощущению для познания, считая чувственное надежнейшим критерием истины.

Теория познания древнегреческих атомистов внесла большой вклад в науку, она явилась первоначальной формой учения об отражении. Создавая свою теорию познания, Эпикур, как отмечает Ленин, сделал гениальные догадки насчет света и его быстрой.

Весьма интересна разработка античными материалистами проблемы сознания. Еще Демокрит, исследуя связь материи и сознания, физического и психического, выдвинул следующие положения: душа состоит из тонких, гладких и круглых атомов, подобных атомам огня; эти атомы наиболее подвижны, проникают все тело и составляют основу всех жизненных явлений. Эпикур продолжил эту трактовку, рассматривая духовную сущность человека, как две связанные между собой функции — духа и души. Дух — это ум, главный орган мышления, душа — вся совокупность психических явлений, весь внутренний мир человека. Какова материальная сущность того, что атомисты называют душой, духом? Это — комплекс мельчайших, весьма подвижных, элементарных частиц теплоты, воздуха, ветра, а также частиц «четвертого рода», как наиболее мелких и подвижных, существующих в природе. Эпикур, а затем и Лукреций, отстаивали связь души и тела, смертность души. Критикуя Платона, Лукреций доказывал, что вне тела человека дух, сознание существовать не могут, что сознание рождается и умирает вместе с человеком, отвергая бессмертие души и ее перемещение из тела в тело. В. И. Ленин особо подчеркивает значение эпикуровской гипотезы со-

знания. «Эпикур о душе: более тонкие (NB) атомы, более быстрое (NB) движение их, связь (NB) их etc. etc. с телом... — очень наивно и хорошо!»¹... Это гениальные догадки и указания пути науке...»².

В философской системе Эпикура замечательны элементы диалектического взгляда на мир, элементы диалектических определений характера движения материи, позволившие в известной степени преодолеть механистическое понимание законов природы, уловить отдельные моменты взаимоотношения нового и старого, количества и качества, необходимости и случайности. Греческие материалисты были прирожденными, стихийными диалектиками и хотя в наивной форме, правильно представляли себе картину природы, в которой все находится во взаимодействии и взаимосвязи, ничто не остается неподвижным и неизменным, а находится в процессе возникновения и исчезновения.

В этой связи приобретают интерес космогонические и некоторые биологические гипотезы атомистов, развитые Эпикуром и его последователями. Атомисты признавали бесчисленность миров и различие их по величине, считая, что в то время как одни миры растут, расцветают, другие приходят в упадок, разрушаются. Глубокий смысл космогонической концепции атомистов состоит в том, что она разоблачает философско-идеалистские, пытающихся противопоставить вечный и неизменный небесный мир преходящему миру земному, отрицает теологические домыслы о якобы действующих в области небесных сфер законов вечного разума.

Эпикур высказал ряд предположений о происхождении животного мира и развитии организмов, что «животные произошли из изменений одних в другие». Лукреций решительно возражал против божественного понимания строения и жизнедеятельности организмов, зная, что между организмом и средой существуют отношения приспособленности. Эпикурейцы вплотную подошли к пониманию происхождения живого из неживого, психического из физического. «Из бесчувственных телец, — писал Лукреций, — живые создания возникли.

¹ В. И. Ленин. Соч., т. 38, стр. 292.

² Там же, стр. 290.

Таковы в основных чертах материалистические воззрения Эпикура, питавшие науку в течение многих веков; с этими воззрениями связана история создания и развития многих общетеоретических положений современного естествознания.

* * *

Возникновение древнегреческого материализма вызвало ожесточенную борьбу идеализма против новой материалистической философии. Наиболее яростными были и остаются нападки на материалистическую систему Эпикура. Стремясь дискредитировать эпикуровский материализм, идеалисты, церковники сфабриковали ряд нелепостей об аморальной проповеди эпикурейцами грубого и животного удовлетворения страстей, чувственных наслаждений, в корне искажая их учение о счастье как естественной основе нравственной жизни.

Прогрессивные мыслители еще в домарксовский период проделали большую работу, чтобы воссоздать учение Эпикура, представить его в действительном виде и смыть с эпикуреизма липкую грязь христианской клеветы. В эпоху Возрождения известный итальянский гуманист Лоренцо Валла высоко поднимает на щит этику Эпикура, его учение о том, что счастье человека — закон. Горячими поклонниками Эпикура и атомистов были Джордано Бруно и Галилео Галилей. Ярыми сторонниками Эпикура выступали французские материалисты XVIII в. Гольбах указывал на научную аргументированность системы Демокрита и Эпикура, подчеркивая, что атомы Эпикура, движение которых составляет основу явлений природы, несомненно, более реальные причины, чем теологический бог.

Большой интерес к материалистическому учению атомистов проявлял великий русский ученый М. В. Ломоносов, много работавший над переводами из поэмы Лукреция «О природе вещей». Известный русский историк первой половины XVIII в. Василий Татищев в книге «Разговор двух приятелей о пользе наук и училищ» отметил, что «Эпикур... за то, что поклонение идолом и на них надежду отвергал, и сотворение света не тем богом, которым протчие приписывали, но невидимой силе или разумной причине присвоил, угождению душевному через воздержание телесное учил,... многими не-

стовствы оклеветан ...»¹. Цитируя это место, Г. В. Плеханов отмечает, что, хотя Татищев и не был материалистом, он нашел нужным сказать слово в защиту Эпикура. Знал и придавал большое значение материализму Эпикура — Лукреция крупнейший представитель революционной мысли и материалистической философии А. Н. Радищев.

Огромную теоретическую значимость античных атомистов в истории философии неоднократно подчеркивали великие русские революционные демократы. «... Я с первой молодости, — писал Н. Г. Чернышевский, — был твердым приверженцем того строго научного направления, первыми представителями которого были Левкипп, Демокрит и т. д., до Лукреция Кара ...»². А. И. Герцен указывал на правильность основных этических представлений Эпикура. «Блаженство, без всякого сомнения, — цель жизни: все живое и сознающее имеет неотъемлемое право на наслаждение жизнью ...»³.

Подлинно научную оценку материалистической сущности философии древнегреческих атомистов, учения Эпикура, дали основоположники марксизма-ленинизма.

Карл Маркс еще студентом обратился к изучению эпикуровской философии. Подготовив в 1839—1840 гг. обширные материалы, Маркс в январе 1841 г. защищает в Иенском университете докторскую диссертацию по теме «Различие между натурфилософией Демокрита и натурфилософией Эпикура». Огромные аналитические способности Маркса и его революционно-демократические взгляды позволили ему, преодолев узость прежних идеалистических трактовок эпикуреизма, установить ряд новых принципиальных положений. Указав на ошибочность отождествления физики Демокрита и физики Эпикура, на различие между ними и их связь, Маркс особо отмечает глубокий философский смысл спонтанного отклонения атомов в эпикуровской системе. Маркс и Энгельс подчеркивали атеистическую направленность учения Эпикура, выступившего смелым богоборцем, разоблачителем духоведения, назвав его величайшим грече-

¹ Г. В. Плеханов. История русской общественной мысли, т. II, 1925, стр. 48.

² Н. Г. Чернышевский. Избранные философские произведения, 1951, т. III, стр. 690.

³ А. И. Герцен. Избранные философские произведения, 1946, т. I, стр. 186.

ским просветителем. «Эпикур,... — писали они,— был подлинным радикальным просветителем древности, он открыто нападал на античную религию, и от него ведет свое начало атеизм римлян, поскольку последний у них существовал. Поэтому Лукреций и прославлял Эпикура как героя, впервые низвергнувшего богов и поправшего религию, поэтому же у всех отцов церкви, от Плутарха до Лютера, Эпикур слышит безбожным философом...»¹. Касаясь социальных взглядов Эпикура и реальной базы его учения, основоположники марксизма отметили, что у него «впервые встречается представление о том, что государство покоится на взаимном договоре людей, на *contract social* (общественном договоре.— *Ред.*)»².

В. И. Ленин обращается к античной философии в связи с подготовкой теоретической работы против махистов. В 1909 г. вышел в свет выдающийся ленинский философский труд «Материализм и эмпириокритицизм», в котором сформулирован знаменитый тезис о двух линиях в развитии философии — линии Демокрита и линии Платона. Это положение Ленина служит указанием на исключительную роль древнегреческой атомистики в истории философии, как одной из первых целостных систем материализма.

В 1914—1916 гг. в Берне Ленин напряженно работает над изучением античной философии, конспектируя «Метафизику» Аристотеля, «Лекции по истории философии» Гегеля, книгу Лассалля «Философия Гераклита Темного из Эфеса» и другие источники. Эти ленинские конспекты, изданные ранее в виде сборника «Философские тетради» (недавно вышли с дополнением отдельным, 38 томом четвертого издания сочинений В. И. Ленина), представляют собой настоящую энциклопедию марксистских знаний в области античной философии.

В. И. Ленин устанавливает, прежде всего, что античный атомизм — определенная ступень в развитии материализма, обобщая это в формуле «Эпикур: предметы вне нас»³. Ленин решительно отвергает всю клевету, все наветы, которыми Гегель сопровождает каждое положение атомистов. Вскрывая гегелевское извращение теории познания Эпи-

кура, Ленин пишет: «Вовсе *скрал* (NB) Гегель *главное*: (NB) бытие вещей *вне* сознания человека и *независимо* от него...»¹. По поводу утверждения Гегеля, что, де, «невозможно иметь более скудную (теорию познания)», Ленин замечает: «Все будет *dürftig*², если исказить и обокрасть»³. Когда Гегель, окончательно потеряв чувство меры, ругает Эпикура за то, что у него нет «конечной цели мира, мудрости творца. Нет ничего, кроме происшествий, которые определяются случайным (??) внешним (??) столкновением сочетаний атомов», Владимир Ильич с гневом восклицает: «бога жалко!! сволочь идеалистическая!!»⁴.

Самое главное в ленинских замечаниях относительно философии Эпикура состоит в том, что в них неоднократно подчеркивается историческое значение древнегреческих атомистов как теоретических предшественников современной науки, современного естествознания. Так, отмечая то место в «Лекциях по истории философии», где Гегель говорит о том, что Эпикур «открыл эмпирическое естествознание», что он противопоставил рассудочным понятиям чувственную наличность, Ленин, имея в виду именно эту сторону эпикуреизма, пишет: «Это почти вплотную подход к диалектическому материализму»⁵.

На протяжении всей истории развития философии вокруг теоретического наследства античных атомистов, вокруг учения Эпикура, развернулось и до сих пор продолжается настоящее теоретическое сражение. Не было ни одного более или менее крупного материалиста, который не подчеркнул бы своего восхищения, своей глубокой идейной связи с Эпикуром. Не было также ни одного более или менее видного идеалиста, который не считал бы своим долгом оболгать и оклеветать этого мужественного мыслителя древности. Но главного не удастся оспорить и скрыть: греческие атомисты и их выдающийся представитель Эпикур обогатили идейную сокровищницу мировой цивилизации, высоко подняв в глубокой древности знамя материализма, знамя подлинной науки.

¹ В. И. Ленин. Соч., т. 38, стр. 288.

² Скудно. Ред.

³ В. И. Ленин. Соч., т. 38, стр. 289.

⁴ Там же, стр. 290.

⁵ Там же, стр. 292.

¹ К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. 3, стр. 127.

² Там же.

³ В. И. Ленин. Соч., т. 38, стр. 287.

ИССЛЕДОВАНИЯ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО СПЕКТРА СОЛНЦА

Даже с очень большими выдержками с поверхности Земли невозможно снять спектр Солнца в области длин волн короче $2850 \text{ \AA}$, так как эта часть спектра сильно поглощается озоном в верхних слоях атмосферы до 40 км над ур. м. А ведь именно в ультрафиолетовой области лежат основные резонансные линии водорода, азота, углерода, гелия, фтора и хлора, по которым наиболее уверенно можно установить присутствие данного элемента в атмосфере Солнца и оценить его количество. Еще дальше расположены резонансные линии однократно и многократно ионизированных атомов, изучение которых крайне затруднено в видимых лучах.

Только теперь, с развитием ракетной техники, стало возможным проникнуть и в эту важнейшую для изучения физики Солнца область спектра. Уже в 1946 г. при помощи ракеты типа V-2 и стеклянно-призменного спектрографа был снят¹ на высоте 110 км и ниже первый ультрафиолетовый спектр Солнца, простирающийся до $2000 \text{ \AA}$.

Рассмотрение снимка, полученного с выдержкой 5,2 сек. показало, что в этой еще не изученной области непрерывный спектр фотосферы пересечен многочисленными линиями поглощения, подобно тому как это наблюдается в видимой и других областях. Интересно, что в середине линий поглощения резонансного дублета ионизированного магния были открыты две линии излучения. Подобное «обращение» линий поглощения, особенно резонансных, хорошо известно² в звездах разного типа, например G, K и M.

В дальнейшем оказалось возможным снабдить спектрографы, расположенные в носовой части ракеты, термостатами и компенсировать вращатель-

ное движение ракеты. При помощи сервомоторов и фотогида спектрограф в течение 2—5 мин. направляется на Солнце.

Лучших результатов удалось достигнуть при запуске ракеты типа «Аэробы»¹ 21 февраля 1955 г., достигшей высоты 115 км при зенитном расстоянии Солнца в 45° .

Было сделано 12 выдержек продолжительностью от 0,5 до 30 сек. Спектр с 30-секундной выдержкой показан на рис. 1. Спектрограммы калибровались с целью дальнейшей фотометрической обработки. Полученная область спектра простиралась приблизительно от 950 и до $2500 \text{ \AA}$. Применялись специальные фотоэмульсии типа $IV = O = UV$ и SWR фирмы Истмэн—Кодак. В отличие от более длинноволновой области спектра в интервале $977—1850 \text{ \AA}$ зарегистрировано до 45 линий излучения, идентификация которых была произведена при помощи таблиц ультрафиолетовых мультиплетов Ш. Е. Мур². Большинство наблюдаемых линий резонансного типа в ультрафиолетовом спектре Солнца было предсказано Р. Вулли и К. В. Алленом³. Это линии однократно, дважды и трижды ионизированного углерода, четырехкратно — азота, пятикратно — кислорода, дважды и трижды ионизированного кремния. Исключение составляют отсутствующие линии N II $1086 \text{ \AA}$ и N III $990 \text{ \AA}$, которые должны были бы быть не слабее наблюдавшейся линии C III $997 \text{ \AA}$. Для водорода обнаружена резонансная линия L_α , которая фотографировалась и при более ранних запусках ракет. Но вторая линия лаймановской серии водорода L_β , $1025,7 \text{ \AA}$ зарегистрирована впервые и так же, как и L_α , является эмиссионной. Линия L_α водорода — резонанс-

¹ См. W. A. Baum etc. «Phys. Rev», vol. 70, 1946, p. 781.

² См. O. C. Wilson, M. K. Bappu, Vainu. Aph. J., vol. 125, 1957, p. 661.

¹ См. F. S. Johnson, H. H. Malitson, J. O. Parcell, K. Toussy, Aph. J., vol. 127, 1958, p. 80.

² См. Ch. E. Moore. Ultraviolet Multiplet Table (NBS, Circ. 488) Sec. 1, 2.

³ См. R. Wolley v. d. R. C. W. Allen, 1950, MN 110, p. 358.

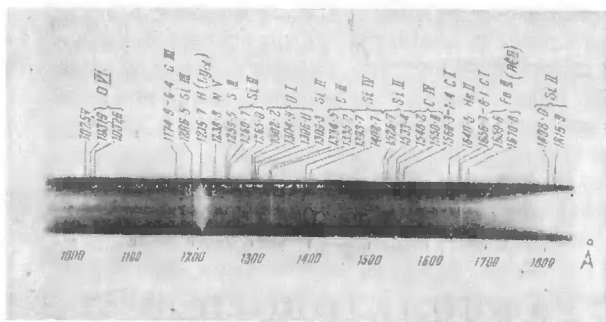


Рис. 1. Спектр излучения Солнца в области длин волн 950—1850 Å.

ная, а по терминологии количественного спектрального анализа А. де Грамонта (1909—1922), это «последняя» линия¹ далекого ультрафиолетового спектра. Зарегистрирована слабая, первая линия «балмеровской» серии дважды ионизированного гелия He II (B_{α}) 1640,5 Å. Менее яркая вторая линия этой серии отличается по положению от первой линии балмеровской серии водорода на 0,5 Å.

Из наблюдаемых пяти линий нейтрального углерода, двух линий однократно, одной линии дважды и шести линий трижды ионизированного углерода — линии CI 1657,0 (бленда) и CII 1335,7 являются последними для ультрафиолета, а линии CIII 970,0 и CIV 1548,2, 1550,8 — резонансными.

Ионизированный азот представлен только одной линией NV 1238,8 Å, а кислород — «последней» линией OI 1302,2 Å, резонансной OVI и др. Наблюдается последняя линия однажды ионизированного алюминия 1670,8, но в качестве бленды с FeII. Резонансные линии алюминия 1854,7 и 1862,8 не

¹ Т. е. линия, которая в данном участке спектра исчезает последней, когда количество данного вещества в смеси становится ничтожно малым, меньше 0,1%.

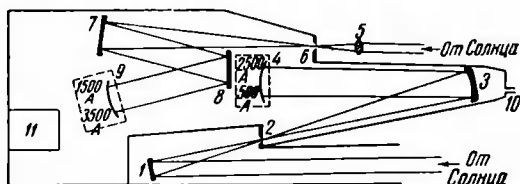


Рис. 2. Ракетный спектрограф (сдвоенный), употреблявшийся во время запуска ракеты 21 февраля 1955 г. Нижний спектрограф (основной): 1 — питающее (коллекторное) зеркало; 2 — щель; 3 — вогнутая решетка; 4 — кассета для области 500—2500 Å. Верхний спектрограф: 5 — питающая (коллекторная) линза; 6 — щель; 7 — вогнутая решетка; 8 — вспомогательное, плоское зеркало; 9 — кассета для области 1500—3500 Å; 10 — отверстие для входа гелия; 11 — клапан и фотогид

идентифицированы, ибо попадают в провал интенсивности, обусловленный фраунгоферовыми линиями.

Кремний представлен девятью линиями SiII, среди которых 1816,9 Å «последняя», одной линией SiIII и двумя SiIV, среди которых SiIV 1402,7 резонансная. Среди 3 линий ионизированной серы SII 1254,5 — последняя. Зарегистрировано также 11 линий FeII и 3 линии PII, среди которых PII 1542,3 — последняя.

Более слабые линии еще не идентифицированы. Схема употреблявшихся двух спаренных дифракционных спектрографов показана на рис. 2. Степень отражения света от алюминиевого фильма на дифракционной решетке в сильной степени зависит от скорости испарения алюминия при нанесении давления в камере, где это испарение производится, толщины и «возраста» фильма и т. д. Но в общем, при нормальном падении в области длин волн, например 1000 Å, в лучшем случае отражается не более 20% и в худшем менее 1% падавшего света. Поэтому в других моделях ракетных спектрографов (рис. 3) употреблялись дифракционные решетки в скользящем падении (угол падения близок к 90°), когда процент отраженного света в очень коротковолновой области велик (щель, решетка и держатель фотопленки укреплены на круге Роуленда). Но это значительно увеличивает чувствительность к механическим толчкам.

В схеме рис. 2 употреблялась дифракционная реплика — вогнутая решетка (радиус 40 см, 600 шт/мм), составленная из трех решеток, изготовленных из эпоновской пластики. Степень отражения света пластикой невысока, но почти постоянна в области спектра 1000—1900 Å и от 2000 Å и более. Концентрация света в первый порядок дифракционной картины составляет 65—90%. Подложка реплики сделана из красного стекла с коэффициентом преломления, близким к коэффициенту пластики. Было достигнуто, что в нулевой порядок отражались только красные лучи, к которым фотопленка была не чувствительна. Следовательно, была получена большая светосила даже при почти нормальном падении лучей и при этом доступная область в 1-ом порядке простиралась от 500 и до 2500 Å.

Особым устройством зеркала астигматизм решетки полностью исправлялся. Рассеянный же свет ослаблялся тем, что зеркала не покрывались алюминием, а были из чистого кристаллического кварца, степень отражения которого в области 100—1900 Å порядка 20—40%.

Для того чтобы кислород, находящийся в самом спектрографе, не ослаблял ультрафиолетовой части спектра, спектрограф до установки откачивался и

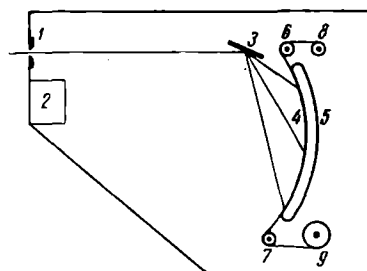


Рис. 3. Ракетный спектрограф со «скользящим» углом падения лучей на решетку. 1 — щель; 2 — фотогид; 3 — вогнутая решетка; 4 — пленка; 5 — направление пленки в фокальной плоскости; 6, 7 — ролики для сматывания и наматывания пленки; 8 — подающая катушка; 9 — принимающая катушка (нассета). Детали 1, 2, 3 размещены по кругу Роулянда

заполнялся сухим гелиевым газом, который при подъеме ракеты выходил наружу. Все перечисленное позволило уменьшить рассеянный свет, сделать спектрограф светосильным не только в геометрическом, но и в физическом смысле и получить вдоль щели стигматическое изображение Солнца. Последнее обстоятельство дало возможность оценить закон потемнения линий излучения к краю (перпендикулярно дисперсии). Оказалось, что в отличие от непрерывного, фотосферного спектра в линии $H(L_\alpha)$ в пределах точности $\pm 20\%$ потемнение не обнаруживается. Есть разница в потемнении к краю линии $H(L_\beta)$, OVI 1032, 1038 Å и др.

Очень интересно поведение непрерывного спектра. В области 2085 Å наблюдается резкое падение интенсивности, что может быть вызвано скачком в увеличении непрозрачности фотосферы Солнца. Более длинноволновая область имеет много линий поглощения и интенсивный непрерывный спектр. Указанный скачок спектра может быть связан с ионизацией одного из распространенных элементов в верхних, более холодных слоях атмосферы Солнца. По положению скачка таким элементом может быть только алюминий в основном и в соседнем возбужденном состоянии. Граница серий, возникающих при переходах из этих состояний, расположена в той же области, где и скачок. Таким образом, при ионизации за границами соответствующих серий обнаружится поглощение подобно тому, как это получается за границей бальмеровской серии, около 3646 Å. а также, вероятно, и за границей лаймановской серии, около 912 Å. Такие короткие волны в описываемой работе не были еще достигнуты. Сравнение спектра, полученного на ракете, со спектром алюминия, доказывает правильность гипотезы. Ионизационные потенциалы других, также распространенных элементов, для этой цели не подходят¹. До-

бавочное поглощение, начиная с $\lambda = 2030$ Å и короче, дает другой распространенный элемент — кальций. Некоторая часть поглощения обусловлена, вероятно, молекулами NO, CO, H_2 и др.

Еще одна деталь непрерывного спектра — диффузное поглощение около 2270 Å, имеющее вид полосы, может быть вызвано молекулой NO, находящейся в атмосфере Солнца, но это еще не доказано.

В видимости эмиссионных линий есть много противоречий. Линия $H(L_\alpha)$ слишком узка ($\sim 0,3$ Å по полуширине), чтобы ее можно было считать самообращенной линией, испускаемой нижней частью хромосферы или фотосферы. Но с другой стороны, отсутствие потемнения к краю в пределах $\pm 20\%$ в яркости этой линии не дает возможности объяснить ее протон-электронной рекомбинацией в короне Солнца.

Наличие элемента OVI, как указывают авторы той же работы¹, с учетом потенциала ионизации $\chi_5 = 138,08$ эв, требует очень высокой температуры, порядка 200 000°. Но при такой температуре прозрачность высока, и слой будет напоминать скорее излучающую оболочку, но тогда должно быть заметное потемнение к краю, которого тоже не наблюдается.

Выше мы излагали работу, выполненную после запуска ракеты 21 февраля 1955 г. Интересные результаты по спектрам были получены и при других запусках. Один из обзоров выполнен В. А. Рензе², а также О. Л. Струве³ и др. В области 2500—2650 Å было идентифицировано до 150 новых линий поглощения в спектре Солнца.

За пределом 1900 Å, как мы уже видели, начинается эмиссионный линейчатый спектр, а непрерывный фотосферный вообще исчезает в области короче 1500 Å, где соответственно исчезают и линии поглощения. Тот факт, что блестящими оказываются преимущественно линии ионов, говорит о том, что это излучение возникает в «горячих» областях хромосферы.

Интересные результаты были получены при запуске ракеты Азобри-Хи 6 августа 1957 г. на высоту 150 км. Выдержка была сделана в 89 сек. Другие запуски были не менее интересными. Линия $H(L_\alpha)$ изменяется с фазой солнечного цикла в пределах 0,3—1,0 Å по полуширине и вероятно еще более. По абсолютной величине изменение блеска линии соответствует $0,1 \div 6,0$ эрг/см²·сек и в сильной степени зависит от распределения активных областей по диску Солнца. Изучение гелиограмм диска Солнца,

¹ Для алюминия потенциал ионизации (с основного уровня) $\chi_1 = 5,98$ эв и поэтому

$$\lambda = \frac{1,240 \cdot 10^{-4}}{\chi_1} = 0,207 \cdot 10^{-4} \text{ см} = 2070 \text{ Å}.$$

² См. F. S. Johnson, H. H. Malison, J. O. Parcell, K. Toussy, *Aph. J.*, vol. 127, 1958, p. 80.

³ См. W. A. Rense, *Ph. Rev.* vol. 91, p. 299, 1953; Sky and Tel., vol. 17, 1958, p. 502.

⁴ См. O. L. Struve, *Sky. and Tel.*, vol. 17, 1958, p. 445.

полученных в свете линии H (L_{α}) при запуске (с камерой, имеющей объектив из фтористо-литиевого кристалла), и в свете линий H (H_{α}), Ca II (K), полученных на обсерватории Мак-Мас, показывает, что области повышенного излучения этих трех линий на диске Солнца по положению совпадают.

Излучение H (L_{α}) порядка $0,1 \div 6 \text{ эрг/см}^2 \cdot \text{сек}$ составляет $0,7 \cdot 10^{-7} \div 4,0 \cdot 10^{-6}$ от полного потока Солнца в видимом спектре, т. е. ничтожную долю. Но в режиме ионизации верхних слоев атмосферы Земли это излучение имеет решающее значение, так как ультрафиолетовые кванты $h\nu$ (L_{α}) $= 1,63 \cdot 10^{-11} \text{ эрг} = 10,15 \text{ эв}$ обладают большой ионизирующей способностью, относительно мало поглощаются и проникают вглубь до D-слоя, состояние которого существенно для передачи радиосигналов. Линия H(L_{β}) недостаточно интенсивна, а линия H(L_{γ}) и последующие не наблюдаются из-за поглощения атмосферой. Область, простирающаяся от $950 \text{ \AA}$ и до рентгеновской, наименее изучена из-за ряда практических трудностей и поглощения атмосферой.

Только недавно было получено сообщение, что во время полета ракеты Аэроби-Хи 4 июня 1958 г., несущей дифракционный спектрограф с решеткой скользящего падения, был получен не изученный ранее спектр в области $100 \div 1000 \text{ \AA}$. В предварительном сообщении¹ сказано, что в нем зарегистрирована сильная эмиссионная, резонансная линия (HeII) $303,8 \text{ \AA}$, соответствующая линии H(L_{α}) в случае водорода. Зарегистрирована также слабая резонансная линия (HeI) $584 \text{ \AA}$. Применение другой методики — специальных счетчиков фотонов — дает возможность изучить также и рентгеновскую и соседние области. В области максимума излучения ($40 \div 100 \text{ \AA}$) наблюдается постоянство светового потока, а в области более коротких длин волн он значительно изменяется. Непрерывный спектр ультрафиолетового конца Солнца в области $1800 \div 3000 \text{ \AA}$ соответствует градиентной температуре ни-

же чем 6000° , которая получается из анализа видимой области (в среднем). Непрерывный спектр в области еще более коротких длин волн ($40 \div 100 \text{ \AA}$), наоборот, соответствует более высокой градиентной температуре (серого тела) до $500\,000^{\circ}$ и более. В области же еще более короткой градиентная температура получается до $4\,000\,000^{\circ}$ и выше. В этой области при наличии на диске Солнца вспышки поток излучения значительно увеличивается. В настоящее время эта область спектра Солнца приписывается излучению короны.

В последнее время появилось сообщение В. П. Качалова, Н. А. Павленко и А. В. Яковлевой¹, содержащее результаты обработки полученного на высоте 100 км 31 мая 1956 г. с дифракционным спектрографом (вогнутая решетка) спектра Солнца в области $2471 \div 2635 \text{ \AA}$. Идентифицировано много линий, особенно металлических (железных) и зарегистрирован континуум этой области спектра.

В той же области существует резонансный дублет поглощения Mg II $2795,5$ и $2802,7 \text{ \AA}$, в середине которого имеются линии излучения. Согласно Г. С. Иванову-Холодному² (производившему обработку наблюдений этих линий), это излучение возникает в хромосфере на глубине с оптической толщей ≈ 4 и, по-видимому, не зависит от фазы солнечного цикла.

Прошло всего лишь несколько лет с тех пор, как начались ракетные исследования спектра Солнца, но уже из нашей краткой статьи виден огромный вклад этих исследований в гелио- и геофизику. Еще более обширных и важных результатов мы можем ожидать от дальнейшего разветвления подобного рода исследований.

Профессор О. А. Мельников
Главная астрономическая обсерватория Академии наук СССР (Пулково)

¹ См. В. П. Качалов, Н. А. Павленко, А. В. Яковлева. Изв. АН СССР, сер. геоф., т. 9, 1958, стр. 1099.

² См. Г. С. Иванов-Холодный, Изв. АН СССР, сер. геоф., т. 9, 1958, стр. 1105.

¹ См. W. A. Rense. Sky and Tel., vol. 17, 1958, p. 502.

ГРАД НА БОЛЬШИХ ВЫСОТАХ

В теоретической и прикладной метеорологии большое внимание уделяется изучению физико-метеорологических условий образования града, чтобы предотвратить или уменьшить вред, который он приносит. В последние годы выяснилось, что изучение проблемы града имеет большое значение и для современной авиации.

Опыт систематических полетов реактивных самолетов в верхней тропосфере и нижней стратосфере показывает, что в ряде случаев при интенсивной грозовой деятельности крупный град может встретиться не только у поверхности земли или в средней и нижней части грозового облака, как предполагали раньше метеорологи, но и на большой высоте, вплоть до уровня нижней границы стратосферы. Приведем некоторые сообщения экипажей самолетов о случаях встречи с градом на больших высотах.

В один из летних дней экипаж реактивного самолета производил полет на большой высоте вблизи нижней границы стратосферы. Недалеко от маршрута у склонов горного хребта наблюдалась грозовая облачность. На высоте 11300 м самолет неожиданно попал в плотное перисто-слоистое облако. По внешнему виду это облако не напоминало вершину грозового облака, имеющую обычно вид опрокинутого шатра или наковальни. Условия полета в нем были очень тяжелые, продолжался он всего 4—6 минут. Почти все это время наблюдалась умеренная болтанка. На одном из участков полета в облаке болтанка резко возросла и приобрела характер сильной тряски. Почти одновременно с этим экипаж заметил крупный град, который причинил самолету серьезные повреждения. Около входных сопел двигателей градом была повреждена окраска самолета. На плоскостях у передних кромок в ряде мест оказались глубокие вмятины. По величине этих вмятин можно было определить, что отдельные градины имели размеры до 20—25 мм и более. Во время града наблюдалось интенсивное обледенение некоторых частей

самолета и остекления кабины, несмотря на то, что температура воздуха на высоте полета была около 40° мороза. Нет сомнения в том, что в данном случае самолет попал в вершину сильно развитого по вертикали грозового облака, проникшего в плотный слой перисто-слоистых облаков.

Сообщения о сильном обледенении, которое наблюдается при граде в верхней части грозового облака, не единичны. Так, помимо указанного случая, сильное обледенение самолетов наблюдалось при граде на высоте 7200 м, когда летчики вынужденно пробивали грозовые облака. Исключительно сильное обледенение было отмечено при пересечении вершины грозового облака на высоте 10 000 м.

Град на больших высотах, очевидно, может наблюдаться во всех районах, где бывает интенсивная грозовая деятельность. Так, о встрече самолетов с градом на большой высоте сообщается в английском метеорологическом журнале Министерства авиации за январь 1958 г.¹

3 июля 1957 г. два английских самолета «Метеор» производили полет над Ла-Маншем. Несколько юго-восточнее мыса Бичи-Хед, на высоте 9500 м, они попали в облако, в котором наблюдалась сильная тряска и в то же время на лобовых частях самолета образовался плотный слой льда. Вскоре после выхода из облака лед растаял и на поверхности самолетов можно было рассмотреть повреждения, причиненные градом. Эти повреждения были сфотографированы. Оказалось, что на передних кромках от ударов градин образовались глубокие зазубрины, а на носовой части — большие по площади вмятины. Часть повреждений показана на фотографии (рис. 1). В некоторых поврежденных местах на площади 15×20 см от ударов градин насчитывалось до 30—40 вмятин. Выступающие части воздухозаборников двигателей были как бы изношены.

¹ «The Meteorological magazine», vol. 87, 1958, № 1, p. 27.

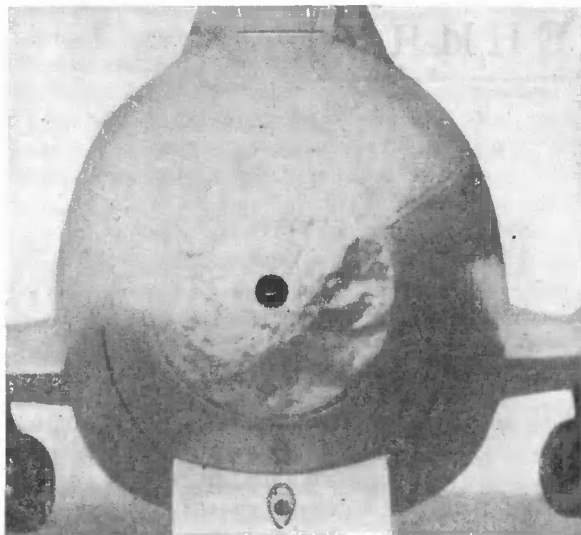


Рис. 1. Повреждения, причиненные градом самолету «Метеор» 3 июля 1957 г.

Спустя час после посадки этих поврежденных самолетов для исследования облака вылетел специальный самолет. Его экипажем было установлено, что вершина грозового облака в виде наковальни как бы врезалась в плотный слой перисто-слоистых облаков, нижняя граница которых была на высоте 9000 м, а верхняя — на уровне 13000 м. Таким образом, град, обледенение и сильную тряску самолеты встретили внутри этого слоя облаков на высоте около 3500 м ниже их верхней границы. Это указывает на то, что сильные восходящие движения как и в рассмотренных выше примерах, проникли почти до самой верхней части тропосферы и только нижняя стратосфера, которая является мощным задерживающим слоем, препятствовала их распространению на большую высоту. По данным радиозондирования, нижняя граница стратосферы вблизи района полета находилась на высоте 13100 м.

Во всех рассмотренных случаях грозовая облачность, в которой наблюдался град на большой высоте, образовывалась в сильно увлажненных и очень прогретых воздушных массах и была связана с влиянием атмосферных фронтов — холодных или малоподвижных теплых.

Исходя из внешнего вида вершины грозовых облаков, в которых встречается град, из сильного обледенения и болтанки на большой высоте, экипаж самолетов часто оценивает эти облака как плотные перисто-слоистые. По этой причине самолеты могут неожиданно попасть в тяжелые метеорологические условия полета, которые характерны для грозовых облаков.

Только возрастающие по частоте и силе грозовые разряды в радиоприемных устройствах как бы предупреждают о приближающейся опасности. Но часто до входа в облако такие разряды отсутствуют. Нужно иметь большую тренировку, опыт и выдержку, чтобы затем выдерживать безопасный режим полета и благополучно пересечь такие облака.

Однако в большинстве случаев, несмотря на то, что вершины грозовых облаков могут маскироваться перисто-слоистыми облаками, их можно распознать благодаря особенностям микрофизической структуры.

Анализ всех известных нам случаев встречи самолетов с градом показал, что структура облаков, в которых наблюдается град, коренным образом отличается от структуры перисто-слоистых облаков. Как уже указывалось, наличие града и обледенения свидетельствует о том, что в облаке, несмотря на очень низкую температуру (она может быть ниже 40° мороза), наряду с кристаллами льда и снежинками, находится обилие крупных и мелких переохлажденных капель, в то время как обычные грады изолированных перисто-слоистых облаков, как правило, состоят из кристаллов льда. Благодаря такой микрофизической структуре области града и обледенения внутри вершины грозового облака хорошо обнаруживаются при помощи радиолокационной аппаратуры, установленной и на самолетах и на земле.

Радиолокационные и визуальные наблюдения с самолетов показывают, что между вершинами грозовых облаков обычно бывает безоблачное пространство. Воздух в таких просветах спокоен, и полет в них не представляет опасности. Наблюдения также показывают, что иногда сильные вертикальные движения происходят не только в грозовом облаке, но и в слое до 500 м над его вершиной.

О верхней границе грозовых облаков можно довольно надежно судить по данным, характеризующим структуру и положение границ тропопаузы. Тропопауза как переходный слой от тропосферы к стратосфере часто имеет сложную структуру. В нижней части ее наблюдается замедленное падение температуры с высотой. Такой ход температуры обычно препятствует распространению вертикальных движений в область тропопаузы и выше нее. Но при мощной конвекции, с которой связана интенсивная грозовая деятельность, вертикальные движения могут разрушить нижнюю часть тропопаузы и как бы проникнуть в нее. Благодаря этому вершины мощных грозовых облаков иногда достигают уровня, который находится несколько выше нижней границы тропопаузы.

На некоторой высоте в области тропопавзы температура воздуха достигает минимального значения. Уровень, на котором это наблюдается, принято называть характеристической поверхностью тропопавзы. Еще выше температура воздуха в тропопавзе может немного повышаться. Так образуется область субстратосферы, которая представляет собой верхнюю часть тропопавзы с инверсионными распределениями температуры. Затем начинается нижняя стратосфера с изотермическим распределением температуры с высотой. Субстратосфера и нижняя стратосфера представляют собой мощный задерживающий слой, в который вершины грозных облаков, как правило, не проникают.

В областях тропического и прогретого континентального умеренного воздуха в летнее время нижняя часть тропопавзы часто располагается на высоте 14—16 км и более. До этих высот и могут развиваться грозные облака. Известны случаи, когда верхняя граница грозных облаков превышала 15—17 км.

Верхняя часть грозного облака существенно отличается от перистых облаков и по характеру вертикальных движений. В перисто-слоистых облаках преобладают медленные и упорядоченные восходящие движения. В перистых и перисто-кучевых облаках восходящие движения менее упорядоченные, особенно в области струйных течений. В вершине же грозного облака вертикальные движения сильно неупорядоченны. Скорость их достигает нескольких метров в секунду. Такой характер вертикальных движений обуславливается высоким уровнем турбулентной энергии в грозном облаке. Наглядное представление об этом дает рис. 2.

На этом рисунке дано распределение температуры воздуха с высотой и чисел Ричардсона¹, характеризующих уровень турбулентной энергии в верхней тропосфере для одного из случаев, когда самолет в грозном облаке на высоте 9500 м встретил крупный град.

¹ Числом Ri широко пользуются в метеорологии и аэродинамике для характеристики уровня турбулентной энергии. Это безразмерный критерий. Он выражается такой зависимостью:

$$Ri = \frac{g}{T} \cdot \frac{\gamma_a - \gamma}{\left(\frac{\Delta U}{\Delta Z}\right)^2},$$

где g — ускорение силы тяжести, T — абсолютная температура, γ_a — сухадиабатический градиент температуры, γ — вертикальный температурный градиент, $\frac{\Delta U}{\Delta Z}$ — вертикальный градиент скорости ветра. Чем меньше Ri , тем больше уровень турбулентной энергии.

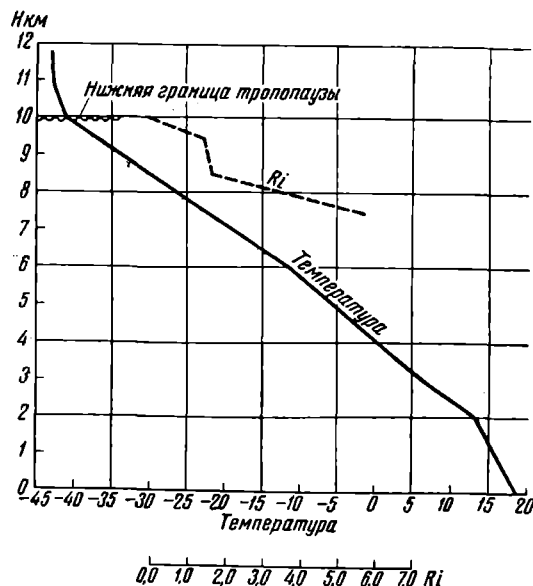


Рис. 2. Распределение температуры и чисел Ri с высотой в одном из случаев встречи самолета с градом вблизи нижней границы тропопавзы

Как видно на рисунке, у нижней границы тропопавзы в слое 9600—10000 м число Ri достигло значения 0,2. Такое значение числа Ri свидетельствует об очень высоком уровне турбулентной энергии, который наблюдался в верхней части облака в области града, обледенения и сильной болтанки.

По наличию града и его размерам можно судить о скорости восходящих движений в грозном облаке. Судя по доведениям летного состава и повреждениям, которые были причинены самолетам градом, в нескольких случаях размеры градин достигали 2,0—2,5 см и более.

Расчеты показывают, что для поддержания градин такого размера, при плотности их порядка 0,8, скорость восходящего потока должна быть около 25—30 м в секунду. В случае же, когда градины достигают 5—7 см, скорость восходящих движений должна быть порядка 45—50 м в секунду. Полет в столь сильных неупорядоченных восходящих движениях, особенно на больших высотах, крайне опасен и сложен. Этим в большой мере определяется интерес к изучению структуры грозных облаков и условий полета в них.

Г. И. Коган-Белецкий
Кандидат технических наук
Ленинград

РУДНИЧНЫЙ ГАЗ

Простейший углеводородный газ — метан (его называют болотным или природным газом, горящим воздухом, гремучим, рудничным газом) весьма распространен в природе, и людям часто приходится с ним сталкиваться. На протяжении веков рудничный газ был для горнорабочих грозным символом нависшей опасности. Мировая летопись добычи угля хранит немало скорбных страниц, повествующих об ужасных катастрофах. В капиталистических странах от взрывов газа в шахтах погибли десятки тысяч шахтеров. В 1942 г. в Маньчжурии, в то время оккупированной японцами, на шахте Хонкейко произошел взрыв газа, в который была вовлечена и каменноугольная пыль. В результате взрыва в шахте погибло 1527 человек.

Обычно метан выделяется в воздух из микроскопически малых пор и трещин угля и пород непрерывно, но малыми дозами, реже — слегка пипящими струйками, фонтанирующими из видимых на глаз трещин и пустот. Еще реже происходят внезапные одновременные выбросы больших масс газа, которые представляют основную опасность.

Поступающий в воздух горных выработок метан от пламени или искры может воспламениться. Наиболее взрывоопасна смесь, содержащая 9,5% метана.

Опасность не ограничивается только возможностью взрыва метана. Случается, что взрыв рудничного газа одновременно вызывает не менее катастрофический взрыв угольной пыли. В результате воздух в шахтах загрязняется удушливыми и ядовитыми продуктами горения — углекислым газом и окисью углерода (угарным газом), а содержание кислорода настолько уменьшается, что его становится недостаточно для дыхания. Установлено, что гибель людей при взрывах в шахтах большей частью вызывается не взрывной волной и пламенем взрыва, а отравлением угарным газом и удушьем от недостатка кислорода.

Обычно считают, что метан образовался вместе с углем. Образование метана в результате побочных химических реакций происходило еще в начальной стадии превращения растительных остатков в уголь — много миллионов лет назад. С тех пор значительная часть газа улетучилась в атмосферу, а часть удержалась на месте своего возникновения, в твердом остатке растений — угле. Оставшийся газ удерживался в угле особыми сорбционными силами. Чем глубже расположен пласт, тем больше в нем газа и тем труднее с ним бороться.

Метаносность зависит также от состава и строения угля. У антрацитов она достигает 35 м³ метана

на тонну угля, а у «газовых» углей — в два раза меньше.

В рудничном газе всегда находятся очень малые количества азота, а также аргона, неона и других газов, присутствующих в воздухе в тех же соотношениях. Имеется также примесь двуокиси углерода, иногда обнаруживаются следы этана, пропана и других углеводородов.

При добыче угля пласт измельчается. Большая часть метана из кусков выделяется в воздух, но некоторая часть его все же остается и вывозится с углем на поверхность. Этим объясняются случаи взрывов метана в бункерах, из которых уголь погружается в вагоны, а также в трюмах пароходов.

Советское горное законодательство предусматривает комплекс мероприятий, направленных к созданию безопасных условий труда. Главным из них является рудничная вентиляция. Она должна ограничить содержание метана в воздухе рабочего забоя 2%, не больше, а в исходящей из выработки струе воздуха 1%. В шахтах должны применяться герметичные виды осветительной арматуры, взрывобезопасное электрооборудование и особые, так называемые антигризутные взрывчатые вещества, содержащие пламегасители.

В Советском Союзе, благодаря тщательному соблюдению профилактических мер, взрывы рудничного газа почти совсем прекратились, и мы не знаем столь сильных катастроф, какие и теперь нередко происходят в капиталистических странах.

Однако задача состоит в том, чтобы создать полностью безопасные и безвредные условия труда под землей. Научно-исследовательские и практические работы направлены на выявление новых путей и способов удаления рудничного газа, позволяющих не только обезопасить, но и использовать его в народном хозяйстве.

Метану дают выход наружу. Весьма перспективен способ, который еще не вышел из стадии экспериментирования и освоения, но в течение последних 10 лет находит все большее применение на практике у нас и за границей. Сущность его состоит в том, что в пластах пробуривают скважины или проводят специальные выработки (штреки). В скважины опускают трубы и через них с помощью вакуум-насоса откачивают газ на поверхность. Все же некоторое количество газа поступает в забой из близко прилегающих к нему мест, однако большая часть метана уходит в скважины, где вакуум создает для его выхода наименьшее сопротивление. Таким образом производится подготовка пласта к разработке путем дренажа, т. е. отвода от него и окружающего

массива газа без поступления последнего в вентиляционную сеть.

В прошлом этот метод вряд ли мог найти применение в угольной промышленности, так как не было соответствующих материально-технических предпосылок. Их создала современная техника, усовершенствовавшая бурение, намного увеличившая его скорость и резко уменьшившая стоимость проходки скважин. Вторым обстоятельством, способствовавшим внедрению этого метода, явилась возможность использования дренированного газа, окупающего все затраты на дегазацию.

На начальных этапах борьбы с метаном способом дренажа преследовалась только одна цель: удаление метана из рабочих мест. В последние годы практика показала полную возможность использования такого дренированного газа в промышленности и быту. Для этого дренажные трубы присоединяют на поверхности к газопроводу подходящего диаметра. При этом происходит примешивание воздуха к газу, и содержание метана в получаемой газовой смеси снижается до 50—75%. Но и эта смесь является отличным топливом, обладающим очень высокой теплотворной способностью, которая почти в 2 раза выше, чем у коксового газа.

В Советском Союзе опытно-промышленные работы по дегазации угольных месторождений способом дренажа проводят несколько научных коллективов, в частности Институт горного дела Академии наук СССР и Макеевский научно-исследовательский институт по безопасности в горной промышленности. Работы ведутся в Донецком, Карагандинском и Кузнецком угольных бассейнах. В настоящее время наиболее изученным и эффективным является способ дегазации выработок путем бурения скважин в пластах, расположенных выше и ниже разрабатываемого пласта.

Накопленный опыт с несомненностью показывает, что дренирование газа дает значительные улучшения в работе шахт. Количество метана, выделяющегося на вентиляционный штрек, уменьшается на 50—90%, резко падает содержание газа в рудничном воздухе и предотвращаются внезапные выбросы угля и газа. Ускоряется проходка забоев, уменьшаются затраты на вентиляцию, значительно улучшаются условия подземного труда, повышается добыча угля и снижается его себестоимость. Наконец, дренированный газ подают для отопления котлов на шахтах, и в скором времени его станет получать население угольных районов. Подсчеты показывают, что только в одном Чистяково-Шахтинском районе, где проводились работы Макеевского института, в ближайшее время годовая добыча метана достигнет 100 млн. м³. Так как газ будут добывать и в других

районах Донбасса, то его хватит для котельных предприятий и полного удовлетворения бытовых нужд населения, для перевода автотранспорта с бензина на сжатый газ и для химической промышленности. Ожидаемая годовая экономия от проведения дегазации на большинстве шахт Донбасса оценивается в несколько десятков миллионов рублей.

На Урале также имеются большие запасы газа. Так, в Егоршинском месторождении полуантрацита есть пласты угля, по своей газообильности намного превосходящие наиболее газоносные пласты Донбасса. Впервые дегазация скважинами была использована в Егоршино в 1950 г. для борьбы с внезапными выбросами угля и газа. Применялись скважины диаметром 300—400 мм и длиной 15—25 м. Дегазация дала хорошие результаты. Число внезапных выбросов угля и газа удалось снизить более чем в 20 раз. В настоящее время очень важно также использование получаемого метана, который представляет собой ценнейшее энергетическое и химическое сырье. В быту газ широко используется как удобное и дешевое топливо.

Дегазация смежных с выработанными пластов и пропластков представляет собой только первый шаг на пути использования многих сотен миллиардов кубических метров метана, содержащихся в угольных месторождениях Советского Союза. Необходимо освоить отсасывание газа из выработанных пространств и предварительную — до разработки — дегазацию угольных массивов. Решение этой задачи позволит уменьшить выделение газа и во время начальной отработки пласта. Наконец, в наши дни реальной становится утилизация метана из воздуха, выходящего наружу из шахтной вентиляции. Все это, вместе взятое, дает стране новый серьезный источник газоснабжения.

В Англии, Германии и Китае извлекают метан из старых горных выработок: их изолируют, закладывают трубы и отсасывают газ наружу. Но главным методом за границей, как и у нас, является дегазация смежных с разрабатываемыми участков при помощи скважин, а также специальных дренажных выработок. Многообразны способы проведения в Англии, Бельгии, Германии, Голландии и Франции дренажных работ, в частности, различны: направления, глубина и частота скважин — это зависит от геологических и иных местных условий. И всюду находят, что дренирование рудничного газа повышает безопасность работы и дает большой экономический эффект. Так, на группе шахт Западной Германии было в течение года извлечено 54 млн. м³ газа, что снизило себестоимость добытого угля на 5 млн. марок, расходы на вентиляцию на 0,3 млн. и позволило продать газа на 1,6 млн. Расходы же на дренаж

газа составили около 0,8 млн. марок. Таким образом, чистая экономия составила 6,1 млн. марок.

Разнообразно также применение дренированного газа в Западной Европе. В таких странах, как Бельгия и Франция, испытывающих недостаток в топливе, он является весьма ценной добавкой в топливном балансе. В Германии — это единственный источник природного метана. В западноевропейских странах рудничный газ как топливо применяют в паровых котлах, в дизельных машинах, автомашинах и т. д. В большинстве случаев газ предварительно подвергают конверсии (окислительному превращению). Это делается для того, чтобы снизить калорийность газа, излишне высокую для отопительных нужд, и приблизить его химический состав к составу коксового газа. Последний сгорает быстрее, чем чистый метан, так как в нем содержится водород. Конверсию обычно производят так. Смешивают дренированный газ с водяным паром и воздухом и пропускают смесь через коксовую печь или иную нагретую камеру, где стенки пропитаны никелевой солью, играющей роль катализатора. При температуре около 800° происходит превращение большей части метана в окись углерода и водород. Эти газы в смеси с остаточным метаном и азотом воздуха и составляют «преобразованный газ», который используется и непосредственно как топливо, и для смешения с неизмененным рудничным газом.

Как топливо наиболее выгодно использовать дренированный газ в газовых турбинах. Турбины приводят в движение генераторы электрического тока. Газовая турбина открывает заманчивую перспективу использования метана из выбрасываемого в атмосферу шахтного вентиляционного воздуха. Содержание метана в нем очень незначительно — до 0,75% — зато колоссальны его количества. Подсчитано, что в среднем за год из угольных шахт Западной Европы в атмосферу вместе с вентиляционным воздухом выбрасывается 9,2 млрд. м³ метана. А. Эджертон установил, что если метано-воздушную смесь, содержащую около 1% метана, нагреть примерно до 1000°, то в газовой турбине она будет сгорать почти полностью. Затрачивать топливо для подогрева такой смеси до требуемой

турбиной температуры находят экономически целесообразным. На одной из шахт Ланкашира, в Англии, установлена экспериментальная газовая турбина, которая использует не только дренированный рудничный газ, но и общешахтную исходящую струю с содержанием метана около 0,5%. В Англии и Германии часть дренированного метана поступает в качестве сырья на химические заводы.

Практическое применение метода дренирования рудничного газа растет у нас и за границей. Извечный враг шахтеров опасный спутник угля постепенно становится тем, чем он должен быть по своей природе: полезной составной частью угля.

Вместе с практикой и на ее основе развивается молодая отрасль горной науки, разрабатывающая вопросы дегазации угольных массивов и вмещающих их пород. Велика потребность в научном обосновании выбора мест бурения дегазационных скважин, их оптимального направления и диаметра, расстояний между ними по падению и простиранию пласта и других вопросов. Нужно заранее знать, хотя бы приблизительно, количество газа, которое будет откачиваться из скважины; это позволит правильно подбирать мощность требуемого вакуум-насоса и сечение газопровода. Детальная разработка этих и других вопросов позволит устранить непроизводительное бурение, расширит возможности метода и увеличит его эффективность.

Механизация подземных работ намного облегчила труд советского шахтера, а мероприятия по охране труда делают его все более безопасным. Ширится открытая разработка в разрезах; на нее уже падает 25% мировой добычи угля. Впереди — замена труда шахтеров подземной газификацией угля. Она попутно утилизирует и содержащийся в угле метан, преобразуя его в другие горючие газы — водород и окись углерода.

Д. Н. Финкельштейн

Кандидат химических наук

Свердловский институт охраны труда

В. А. Ярцев

Кандидат технических наук

Свердловский горный институт им. В. В. Вахрушева

МАКСИМАЛЬНЫЕ ГЛУБИНЫ МИРОВОГО ОКЕАНА

Максимальные глубины Мирового океана приурочены к так называемым глубоководным океаническим желобам — узким вытянутым впадинам, располагающимся обычно у подножья островных дуг или

краевых горных сооружений материков, по окраинам океанов.

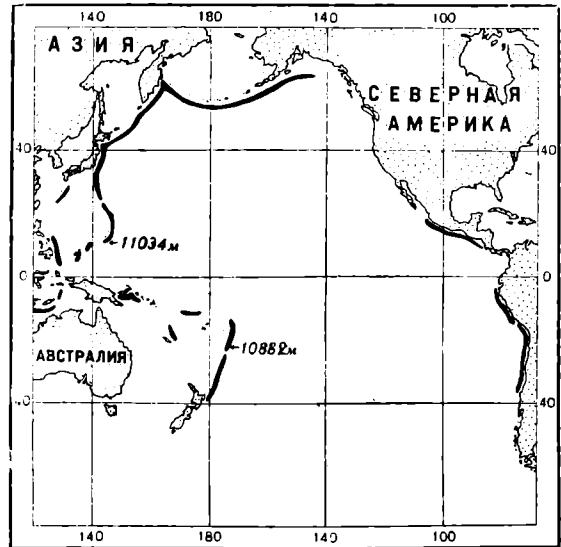
Первые сведения о максимальных глубинах океана относятся еще к 70-м годам прошлого сто-

летия и связаны с результатами первых крупных океанографических экспедиций, с широко развернувшимися гидрографическими работами и изысканиями для прокладки межконтинентальных подводных телеграфных кабелей. За последние десятилетия прошлого столетия и в начале нашего века были обнаружены почти все известные сейчас узкие впадины.

В ходе открытия и исследований глубоководных желобов, с развитием техники измерения глубин, естественно, менялись представления о максимальных глубинах Мирового океана. Тросовые измерения глубин, требовавшие много времени, давали большей частью случайные результаты, в малом числе точек, и поэтому представления о рельефе дна океана менялись чрезвычайно быстро. Тросовые измерения могли приходиться на склоны глубоководных желобов, а их узкое дно зачастую оставалось необследованным, последующие же измерения глубины могли дать в том же самом желобе существенно отличающиеся результаты. Первой, обратившей на себя внимание исследователей, максимальной глубиной Мирового океана была измеренная в 1874 г. глубина «Тускароры» — 8514 м в Курило-Камчатском желобе, однако вскоре стали известны и еще большие глубины: «Неро» — 9636 м (1899 г.) в Марианском желобе, «Планет» — 9788 м (1912 г.) в Филиппинском желобе и ряд других.

Широкие возможности исследования глубоководных океанических желобов открылись с появлением эхолотов. Они позволили вести непрерывное измерение глубин по пути корабля, получать подробные сведения о рельефе желобов и их подлинно максимальных глубинах, приуроченных к самому узкому дну. Именно благодаря применению эхолота впервые стало известно о существовании в океане глубин более 10 000 м, обнаруженных в 1927 г. в Филиппинском желобе немецким крейсером «Эмден».

Однако первые образцы эхолотов обладали рядом конструктивных недостатков: ненаправленное измерение глубины, отсчеты на слух или визуально по вспыхке лампочки и т. д. Впоследствии было показано, что измеренная «Эмденом» максимальная глубина 10 830 м Филиппинского желоба завышена, что объясняется, вероятнее всего, ошибкой за счет измерения расстояния до склона. Тем не менее, глубина «Эмдена» надолго вошла во все справочники, а также учебные пособия по географии и океанографии, наносилась на карты как максимальная глубина Мирового океана. В последние годы уже неоднократно ставился вопрос о необходимости тщательной критической оценки результатов измерения этой глубины и всех остальных из-



Глубоководные желоба Тихого океана и положение уточненных «Витязем» максимальных глубин Мирового океана

вестных наибольших глубин океана с учетом особенностей методов измерения¹.

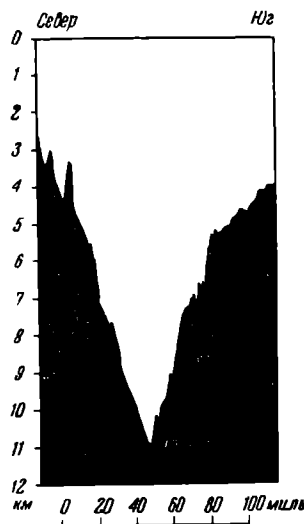
Теперь техника звукового измерения глубин значительно продвинулась вперед.

За последнее десятилетие морфология глубочайших впадин океана значительно уточнена. Установлено, что для желобов характерен V-образный поперечный профиль, что их ширина по изобате 6000 м обычно не превышает нескольких десятков километров, тогда как длина достигает нескольких сотен и даже тысяч километров. Наиболее глубокая часть всех океанических желобов имеет ровное, почти плоское дно, ширина которого обычно не превышает 3—5 км. Данные о максимальных глубинах приобрели значительно большую надежность, и оказалось, что они довольно существенно отличаются от известных ранее.

Особенно интересными оказались результаты новейших исследований желобов Марианского и Тонга. В октябре 1951 г. английское гидрографическое судно «Челленджер» проводило исследования Марианского желоба. При этом в районе к югу от о-ва Гуам в точке с координатами 11°19' с. ш. и 142°15' в. д. была обнаружена глубина 10 863 м, приуроченная к плоскому дну желоба. Глубина «Челленджера» оказалась в 1951 г. максимальной известной глубиной Мирового океана.

В декабре 1952 г. американское океанографическое

¹ См., например, G. Wüst, Die Größten Tiefen des Weltmeeres in kritischer Betrachtung «Die Erde», 1951, № 2, S. 203—214.



Профиль Марианского глубоководного океанического желоба в районе максимальной глубины (вертикальный масштаб крупнее горизонтального в 37 раз)

все-таки методика измерения обеих глубин была не вполне удовлетворительной и уже в момент опубликования полученных сведений заставляла предполагать возможность некоторого уточнения их значений. Так, на «Челленджере» отсчет глубин по эхолоту производился не по автоматически выполненной записи с ленты самописца, а на слух, потому что мощность отраженного дном звукового сигнала была недостаточной для автоматической записи. Исправление глубины, измеренной эхолотом «Челленджера», поправкой на скорость звука в воде производилось английскими исследователями не по фактическим данным наблюдений над температурой и соленостью воды, а по предвычисленным таблицам Мэттьюза, основанным на обобщении материалов гидрологии обширной области океана. Не исключалась возможность, что такой способ введения поправки приводит к неточности.

Расчет глубины «Горизонта» был сделан по данным фактических наблюдений над температурой и соленостью воды, и в этом отношении результат должен быть точнее, чем для глубины «Челленджера». Однако наиболее слабым местом в определении глубины «Горизонта» было то, что измерение производилось не при помощи эхолота-самописца направленного действия, а путем регистрации на осциллографе отражений взрывных волн, возбуждавшихся взрывом небольшого заряда тола. Распространение таких волн и прием их гидрофоном осуществ-

ляются ненаправленно, в пределах полусферы. Вступления волн, отраженных склонами желоба, в ряде случаев могли маскировать последующие вступления волн, отраженных дном желоба и соответствующих подлинной глубине. Поэтому оставался открытым вопрос о действительной максимальной глубине желоба Тонга. Глубину «Горизонта» следовало рассматривать лишь как минимальное значение наибольшей глубины впадины, доступное измерению применявшимся методом. Поэтому было высказано мнение, что действительная максимальная глубина желоба Тонга должна быть больше глубины «Горизонта» и может достигать, исходя из продолжительности отраженных сигналов, величины 10 800 м¹.

Чтобы уточнить максимальные глубины океана, экспедиция Института океанологии Академии наук СССР на «Витязе» предприняла исследования рельефа наиболее глубоких частей желобов Тонга и Марианского. Исследования велись при помощи эхолотов, с рабочей частотой 10 кГц, позволяющих измерять глубины 5 раз в минуту при использовании так называемого глубоководного диапазона (малая скорость пера) и 50 раз в минуту при использовании мелководного диапазона (большая скорость пера). Мощность сигнала, посылаемого этими эхолотами, достаточна для того, чтобы получать четкие отражения от поверхности дна даже самых глубоких частей желобов и автоматически регистрировать их на эхограмме. На склонах желобов запись глубин была прерывистой, исчезая из-за рассеяния отраженного сигнала при прохождении над крутыми уступами. Отражения от плоского дна желобов во всех случаях были сильнее, чем от поверхности склонов.

В результате проведенного в 25-м рейсе «Витязя» (начальник экспедиции А. Д. Добровольский) обследования наиболее глубокой части Марианского желоба, выполненного 18 августа 1957 г., были получены непрерывные профили, позволяющие представить характер подводного рельефа. Подобно другим глубоководным желобам, этот желоб имеет крутые склоны, расчлененные на ряд пологих ступеней и более крутых уступов, и почти плоское, хорошо выровненное дно шириной от 1 до 5 км, лежащее в обследованном районе на глубинах 10000—10900 м. Местами в пределах этого выровненного дна отмечены небольшие понижения с относительной глубиной около 20—40 м.

В западной части обследованного района дно желоба разделяется на два рукава небольшим подводным хребтом высотой около 500 м, ориентиро-

¹ Cm. R. Fisher. On the sounding of trenches. «Deep Sea Res.», vol. 2, 1954, № 1.

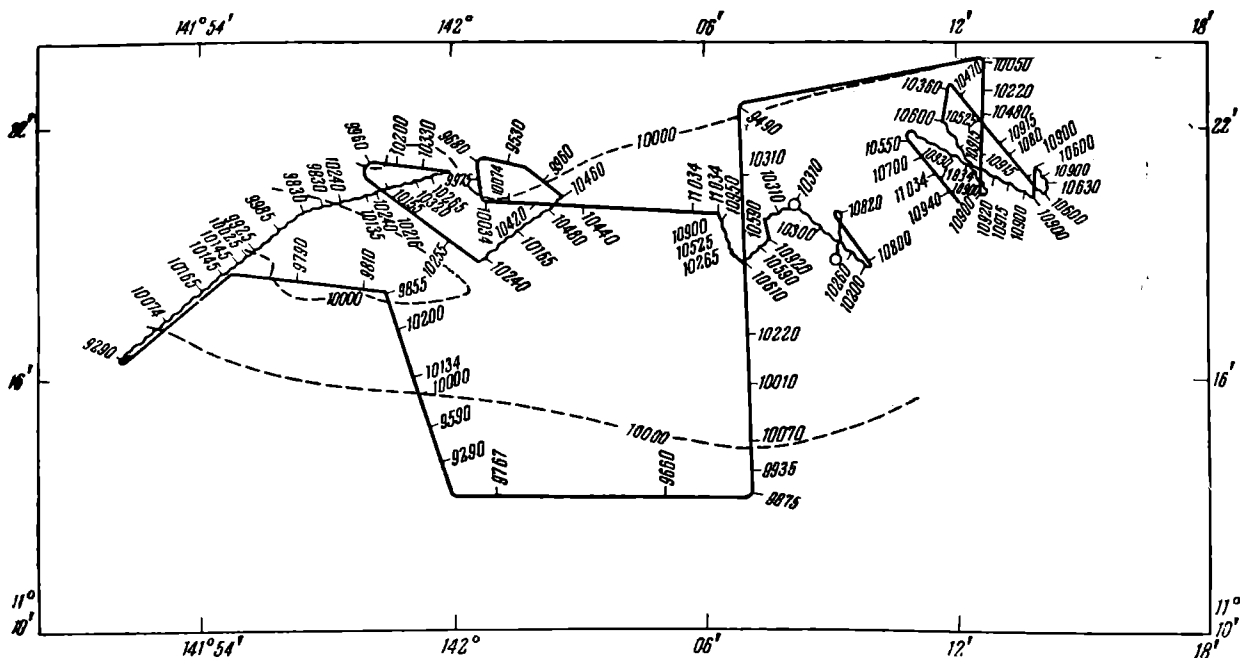


Схема глубин наиболее глубокой части Марианского глубоководного океанического желоба, по данным промера «Витязя», выполненного 18 августа 1957 г.

ванным в широтном направлении. На трех пересечениях желоба в понижениях его плоского дна «Витязем» были обнаружены глубины 11034 м¹. Наиболее надежно место одной из этих глубин было определено в точке с координатами 11° 20,9' с. ш. и 142° 11,5' в. д.

Неисправленный отсчет максимальной глубины, обнаруженной «Витязем» в Марианском желобе, был равен 10600 м при расчетной скорости звука 15000 м/сек. Фактическая скорость звука в воде была определена на месте, по данным гидрологических наблюдений, до глубины 10 200 м. Определение велось при помощи формулы Дель Гроссо². Средняя вертикальная скорость звука в воде оказалась равной 1559 м/сек. При таком значении скорости звука поправка к измеренной глубине равна +434 м и исправленная глубина — 11 034 м.

Полученная «Витязем» глубина примерно на 270 м превышает глубину «Челленджера». В чем же причина расхождения? Возможно, что «Витязем» были обнаружены небольшие понижения дна желоба, ускользнувшие от внимания английских исследо-

вателей. В самом деле, промер «Витязя» был очень детальным, глубины измерялись на скорости около 10 км/час с временными интервалами от 12 до 1,2 сек, т. е. с интервалами по расстоянию от 30 до 3 м.

Следует учитывать также, что «Челленджером» обследовался район, лежащий примерно в 4 км к востоку от района, где были обнаружены «Витязем» глубины 11 034 м. Поэтому, скорее всего, «Витязем» обнаружены глубины, ускользнувшие от «Челленджера». Однако возможно также, что причины расхождения кроются в различии величины поправки на скорость звука. К сожалению, нам не известно значение неисправленного отсчета глубины по эхолоту «Челленджера» и величина поправки, введенной английскими исследователями.

Принимая во внимание сравнительно небольшую разницу между глубиной «Витязя» (11 034 м) и глубиной «Челленджера» (10 863 м), мы считаем правильным видеть сущность полученных «Витязем» результатов не столько в открытии новой максимальной глубины Мирового океана, сколько в ее уточнении. Значение глубины «Витязя» представляется нам достаточно надежным, и именно ее следует считать максимальной глубиной Мирового океана, хотя заслуга в открытии района максимальных глубин Марианского желоба принадлежит «Челленджеру».

¹ Уточненная глубина. Расхождение с глубиной, вычисленной этими же авторами ранее (см. «Природа», 1959, № 1, стр. 45), объясняется сложностью расчетов (прим. ред.).

² См. П. П. Гансон. О формулах расчета скорости звука в морской воде. «Метеорология и гидрология», 1958, № 4.

Погрешность отсчета глубины «Витязя» по эхограмме и ошибка в результате неточности определения скорости исполнительного мотора самописца в момент измерения этой глубины могли достигать суммарно ± 50 м и соответственно этому значение глубины «Витязя» следует показывать: 11 034 м ± 50 м.

В одной из точек, где была измерена глубина 11 034 м с «Витязя» были спущены грунтовая трубка весом около 150 кг и установка для подводного фотографирования примерно такого же веса. Момент прикосновения этих приборов ко дну был отмечен по резкому изменению нагрузки на пружинном динамометре. Отсчет длины троса, опускавшегося почти вертикально благодаря отсутствию дрейфа корабля, примерно соответствовал глубине, измеренной по эхолоту. Однако вследствие недостаточной точности блок-счетчика, результаты этих тросовых измерений глубины не могут быть сочтены более достоверными, чем данные эхолотных измерений.

В результате проведенного 26 декабря 1957 г. в 26-м рейсе «Витязя» (начальник экспедиции В. Г. Богоров) обследования наиболее глубокой части желоба Тонга были получены 12 поперечных профилей. Эхолот и в этом случае обеспечил достаточно надежную запись глубин, прерывавшуюся лишь местами и очень не надолго над участками крутых уступов склонов желоба, но очень четкую при прохождении над ровным, почти плоским дном желоба.

В изученной части желоб Тонга также имеет ровное дно, шириной от 1 до 5 км, лежащее на глубинах порядка 10 000—10 800 м. В точке 23°15,3' ю. ш. и 170°44,7' з. д. была измерена глубина 10882 м, связанная так же как и в Марианском желобе с небольшим понижением дна с относительной глубиной порядка 20—40 м. Неисправленный отсчет этой глубины по эхограммам равен 10 470 м при расчетной скорости звука 1500 м/сек. Фактическая средняя вертикальная скорость звука в воде была рассчитана по данным гидрологических наблюдений на месте с применением формулы Дель Гроссо и оказалась равной 1557 м/сек, что дало поправку к глубине +412 м. Таким образом, исправленное значение максимальной глубины желоба Тонга, по данным «Витязя», равно 10882 м ± 50 м. Интересно отметить, что глубина «Витязя» очень близка к гипотетической величине 10800, предположение о существовании которой было высказано ранее Фишером. Принимая во внимание, что промер «Витязя» в наиболее глубокой части желоба Тонга был довольно подробным, можно считать эту глубину действительно максимальной в Южном полушарии.

П. П. Гансон, Н. Л. Зенкевич,
И. В. Сергеев, Г. Б. Удинцев
Институт океанологии Академии наук СССР
(Москва)

НОВОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ ДЕКОРАТИВНОГО МРАМОРА

Благодаря разнообразию окраски, красоте рисунка, способности принимать зеркальную полировку, легкости обработки и долговечности мрамор справедливо считается лучшим естественным облицовочным материалом. Особенной красотой отличаются мраморы, имеющие структуру конгломератов и брекчий, т.е. состоящие из гальки или обломков известняка, цементированных карбонатным цементом. Различная окраска гальки или обломков и цемента создает в таком мраморе чрезвычайно причудливый многокрасочный рисунок, что особенно ценится в естественном декоративном камне.

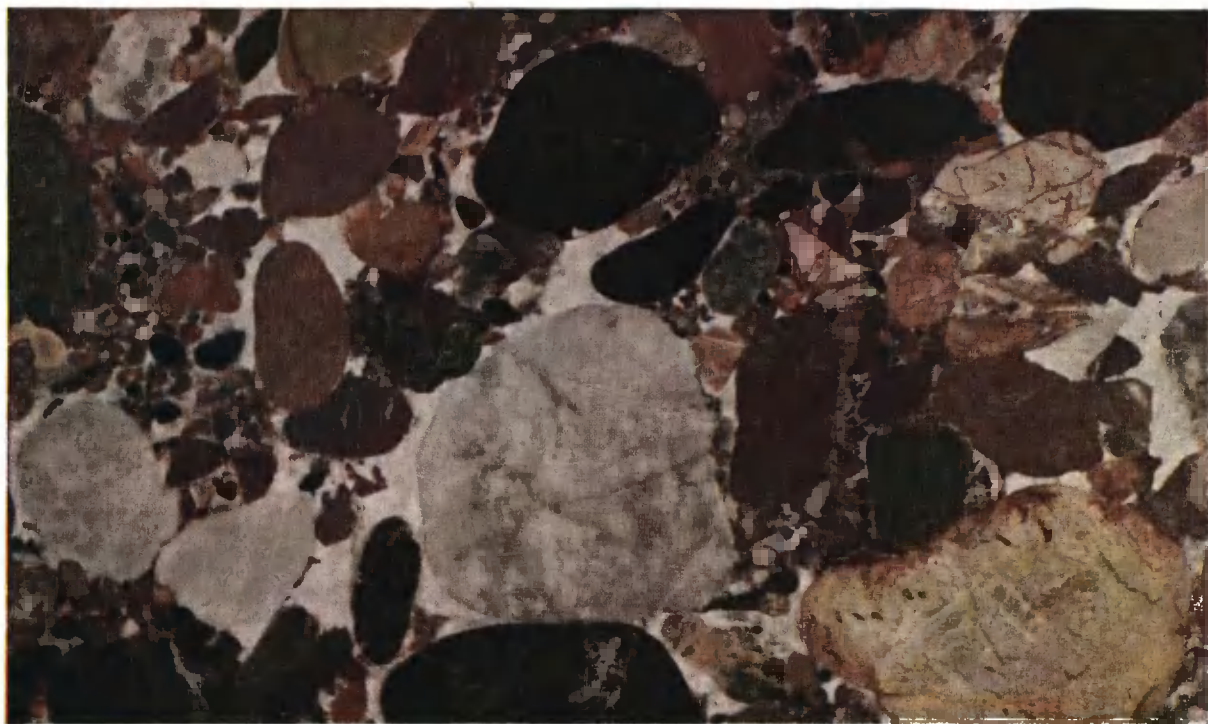
Брекчиевидные мраморы образуются в результате дробления массивов известняков или мраморов в периоды горообразующих тектонических движений, а мраморные конгломераты возникают при размыве известняковых толщ и последующей цементации гальки карбонатным материалом. В природе такие мраморы встречаются чрезвычайно редко.

В нашей стране широкую известность получили

брекчиевидные мраморы Чоргуньского (Крым) и Тагильского (Урал) месторождений, которые широко использованы при облицовке некоторых подземных станций Московского метро. Конгломератовый же облицовочный мрамор известен пока только на Джархечском месторождении Армении¹.

Розовато-серый джархечский конгломерат состоит из различных по величине галек известняка, цементированных мелкокристаллическим буровато-серым карбонатным цементом. Конгломерат (смотри вклейку, сверху) не отличается яркостью окраски, но в полированном виде обладает исключительными декоративными качествами. Небольшие размеры месторождения и отдаленность от железной дороги, а также трудность обработки (конгломерат содержит до 2% галек халцедона, с трудом поддающегося

¹ См. В. Н. Котляр. Джархечское месторождение цветных конгломератов (облицовочных камней), Известия ВГГО, т. LI, вып. 60, 1932.



Конгломератовидные декоративные мраморы. *Вверху* — из Джархечского месторождения (Армянская ССР),
внизу — из Кноррингского месторождения (Приморский край)

распиловке) — вот основные причины того, что этот замечательный декоративный камень не нашел еще широкого применения в строительстве.

В 1957—1958 гг. нам пришлось посетить новое месторождение редкой разновидности декоративных конгломерато-брекчий, расположенное в 17 км южнее г. Спасск-Дальнего в районе разъезда Кнорринг, Приморского края. Выходы цветных мраморных конгломератов мощностью в 5—10 м впервые были обнаружены здесь в 1938 г. геологом В. В. Козловым-Корсуниным¹.

В результате геологосъемочных работ, проведенных в 1954—1956 гг. Ипполитовской экспедицией Приморского геологического управления, было установлено широкое развитие среди кембрийских отложений Спасского района конгломерато-брекчий, слагающих толщу мощностью 500—600 м. Эта толща конгломератов и брекчий, залегающая с разрывом на нижнекембрийских карбонатных породах (известняках и известково-кремнистых сланцах) была выделена Ю. Н. Олейником и др. в меркушевскую свиту среднего кембрия. Возможность использования конгломератов меркушевской свиты в качестве облицовочного камня была высказана также сотрудниками Ипполитовской экспедиции. Площади развития отложений меркушевской свиты в районе разъезда Кнорринг показаны на схематической карте (рис. 1).

Мраморные конгломерато-брекчии меркушевской свиты не отличаются постоянством состава и размера гальки. Наряду с конгломератами и брекчиями, состоящими почти нацело из карбонатной гальки и содержащими лишь ничтожную примесь гальки кремнистых пород, встречаются отдельные их разновидности, в которых последняя даже преобладает над карбонатной галькой. Размеры гальки в конгломератах также меняются на сравнительно коротких расстояниях, от 0,5—15 до 15—30 см.

Несколько блоков цветных конгломератов было отобрано нами из естественных обнажений меркушевской свиты в районе разъезда Кнорринг и из небольшого карьера около совхоза ТОФ (рис. 2), где эти конгломераты добываются в качестве бутового камня для нужд местного строительства. Конгломерат состоит главным образом из окатанных и полуокатанных галек кристаллического известняка серого, желтого, густо-черного, белого, розового, красно-



Рис. 1. Схематическая карта района Кноррингского месторождения конгломератовидного мрамора. 1 — районы развития конгломератов меркушевской свиты кембрия; 2 — прочие кембрийские отложения

го, зеленого и коричнево-красного цвета, сцементированных белым, серым или розоватым крупнокристаллическим кальцитом. Размеры гальки колеблются в широких пределах. Чаще встречается галька диаметром от 2—3 до 6—7 см, более крупная галька (до 10—15 см) попадает значительно реже и преимущественно в грубообломочных конгломератах. Кроме карбонатных пород, в конгломерат входит галька серого кварца и кремнистых сланцев. Она красно-коричневого и реже серого цвета,



Рис. 2. Обнажение конгломератов меркушевской свиты близ совхоза ТОФ в районе разъезда Кнорринг

¹ См. Н. В. Овсянников. Полезные ископаемые Дальневосточного края. Труды Дальневосточного филиала АН СССР т. I, 1938.

обычно мельче карбонатной гальки и значительно слабее окатана и составляет 5—7% породы.

Исследования, проведенные в лаборатории строительного камня Дальневосточного политехнического института и в лаборатории исследований физико-механических свойств горных пород Института геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии Академии наук СССР, показали, что конгломерат без особого труда колется и распиливается на плиты стальной лентой, легко полируется и дает ровные, блестящие и гладкие поверхности. При шлифовке и полировке отдельные гальки не выкрошиваются. В полированном виде конгломерат Кноррингского месторождения обладает чрезвычайно высокими декоративными качествами (см. вклейку, внизу) и в этом отношении не только не уступает, но и превосходит известные декоративные отечественные мраморы: джархечский конгломерат, тагильскую и чоргуньскую мраморные брекчии.

Физико-механические свойства конгломерата: прочность — 760 кг/см², удельный вес — 2,654, объемный вес — 2,622, пористость — 1,21%, водо-

поглощение — 0,4%, морозостойкость — более 25 циклов, — позволяют применять его для внутренней и наружной облицовки зданий. Размеры блоков конгломерата, судя по естественным обнажениям, достаточны для использования его в качестве облицовочного камня. Ценный декоративный мраморный конгломерат Кноррингского месторождения может найти широкое применение в строительстве не только на Дальнем Востоке, но и в других районах страны. Он может быть использован и в качестве поделочного камня для производства бытовых художественных изделий.

Богатое Кноррингское месторождение цветных мраморов, расположенное близ железной и шоссе-сейной дорог, несомненно заслуживает детального изучения и разведки.

В. И. Финько

Кандидат геолого-минералогических наук

Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии Академии наук СССР (Москва)

Н. В. Овсянников

Кандидат технических наук

Дальневосточный политехнический институт (Владивосток)

ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ ВИТИМО-ОЛЕКМИНСКОЙ ГОРНОЙ СТРАНЫ

Северные территории Бурятской автономной республики и Читинской области, именуемые Витимо-Олекминской горной страной, — наиболее дикий и труднодоступный участок Забайкалья. На этой огромной территории Витимо-Олекминской горной страны расположена серия широких горных хребтов и узких, разделяющих хребты понижений, занятых долинами современных крупных рек. Суровый горный ландшафт, полное бездорожье и трудная проходимость этих мест мешали изучению геологического строения и полезных ископаемых обширного края; к тому же он слабо населен, и, несмотря на огромные природные ресурсы, пока еще отстает в экономическом развитии. Между тем, неисчерпаемые гидроэнергетические ресурсы, колоссальные запасы высококачественного леса, ценного пушного зверя и различные полезные ископаемые создают исключительно благоприятные условия для мощного экономического развития огромных, пока еще слабодоступных территорий Северного Забайкалья.

Строительство гидроэлектростанций на притоках Ангары обеспечит Забайкалье дешевой электроэнергией, а прокладка путей сообщения создаст предпосылки для развития горнодобывающей, ме-

галлургической и обрабатывающей промышленности.

На севере Читинской области особый интерес вызывает Верхне-Каларский район с административным центром в селе Чара, расположенном в 800 км от Читы, с которым быстрее и удобнее всего поддерживать связь самолетом. В зимнее время в Чару можно попасть от ближайшей станции Могоча Забайкальской ж. д. на конном или оленьем транспорте санним путем, а летом только верхом.

На обширной территории района протягиваются долины крупных рек Чары и Калара, ограниченные с бортов Кодарским, Удоканским и Каларским горными хребтами. Здесь распространены комплексы древних кристаллических образований архея, метаморфических толщ протерозоя и осадочных угленосных отложений мезозоя. Большая часть площади, особенно в понижениях рельефа, покрыта четвертичными и современными рыхлыми песчано-галечными, глинистыми и торфяными образованиями.

Выходы древних кристаллических образований, представленных различными гнейсами, ограничены — они обнажаются в выступах архейского фундамента. О практическом значении кристаллического комплекса говорить пока еще рано.

Большая часть территории сложена метаморфи-

ческими образованиями протерозоя, несогласно залегающими на сильно дислоцированных древнекристаллических породах архея. Протерозойскими образованиями сложены Кодарский, Удокапский и значительная часть Каларского хребта. Представлены они гранитами и двумя сериями осадочных отложений.

Первая кодаро-удоканская (Л. К. Салоп, 1958) или, по Е. В. Павловскому (1933), удоканская серия, распространена на площади между Чарской глыбой и Алданским щитом. Сложена она терригенными осадками сильно метаморфизованных песчаников, алевролитов и кварцитов с подчиненными им прослоями известняков и доломитов.

Стратиграфически отложения этой серии расчленены на ряд свит. Песчаники отдельных горизонтов сыгхтинской, икабийской и наменгской свит содержат мелкую вкрапленность пирита. Песчаники некоторых горизонтов читкандинской и саккуканской свит имеют полосчатое строение (рис. 1) за счет обогащения их по наслоению магнетитом. В верхней части саккуканской свиты известен горизонт медистых песчаников, содержащих высококачественные медные руды (рис. 2), в настоящее время исследуемые работниками Читинского геологического управления.

Протерозойские отложения в бортовых частях Верхне-Каларской мезозойской депрессии во многих участках окрашены в буроватые и красноватые цвета. Эта окраска терригенных пород может быть объяснена присутствием значительного количества мелкорассеянных зерен гематита. А, как известно, гематит представляет собой широко распространенный минерал метаморфизованных осадочных пород и часто может образовывать промышленные скопления хороших железных руд. Бурые и красноватые окраски могут быть вызваны окислением содержащихся в них пиритов или других сульфидов железа и образованием гидроокислов железа. И в том, и в другом случае устанавливается концентрация в песчаниках протерозоя продуктов железа.

Вторая витимско-муйская серия метаморфических пород протерозоя распространена в западной части Удоканского хребта. Породы ее имеют преимущественно вулканогенное происхождение, менее изучены и потому пока их практическая ценность не ясна.

Протерозойские образования с резким угловым несогласием перекрываются слабометаморфизованными осадочными отложениями мезозоя. Последние представлены конгломератами, песчаниками, алевролитами, углистыми аргиллитами и углями (рис. 3). Мощность угленосной толщи на участке Верхне-Каларской депрессии определяется в 800—

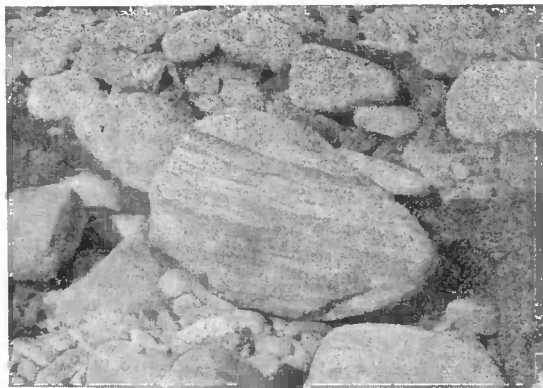


Рис. 1. Характер полосчатости магнетитовых песчаников протерозоя на участке реки Читканды. Светлые полосы — песчаник; темные — магнетит

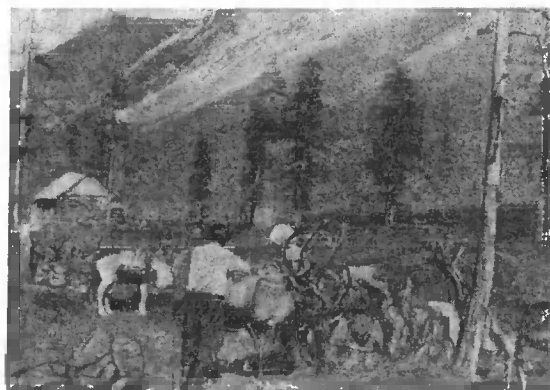


Рис. 2. У обнажения медистых песчаников на склоне хребта Удокан



Рис. 3. Выходы угольных пластов в долине реки Талакан

1000 м. В пределах района известны Кодарская, Читкавинская и Средне-Каларская площади угленосных отложений с 3—5 пластами угля рабочей мощности. Максимальная пока известная здесь мощность угольного пласта — 4 м. Уголь в основном малозольный, с очень незначительным содержанием серы и фосфора, он слабо спекается и пригоден для коксования.

Площади распространения угленосных пород пока не околонтурены и общее число угольных пластов не установлено, но по общим геологическим соображениям, перспективные запасы превышают миллиард тонн.

Таким образом, Верхне-Каларский район Читинской области располагает исключительно выгодным сочетанием меди, угля и железа. Одно это, не считая даже других полезных ископаемых, связанных с многочисленными интрузиями гранитов и кристаллическими образованиями архея, вынуждает обратить самое серьезное внимание на более систематическое и глубокое изучение геологии обширной Витимо-Олекминской горной страны и быс-

трейшего выявления всех полезных ископаемых ее недр.

Необходимо в самое ближайшее время развернуть здесь геологические работы, с участием геофизиков, геохимиков и специалистов других отраслей. Это позволит к моменту завершения работ первой очереди Амурской проблемы по перспективному плану развития народного хозяйства Восточной Сибири иметь уже необходимые данные для проектирования промышленных объектов и практического освоения природных ресурсов северных частей Забайкалья. Своевременное получение этих данных необходимо и для правильного экономического размещения новых промышленных центров, создания новых городов и поселков, которые будут связаны между собой и остальными территориями Сибири сетью современных, технически более совершенных путей сообщения.

В. И. Конюгов

Кандидат геолого-минералогических наук

Лаборатория геологии угля Академии наук СССР (Ленинград)

ВЛИЯНИЕ КОЛЕБАНИЙ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ НА КРОВЕТВОРЕНИЕ

Зачастую мы представляем себе жизненные процессы на Земле изолированными, огражденными земными рамками, связанными лишь с непосредственно окружающей их обстановкой, забывая о космических связях, о том громадном влиянии, которое оказывают на биосферу космические факторы.

Одним из наиболее мощных космических факторов для живых существ, населяющих Землю, является Солнце. Его роль в жизни органического мира исключительно велика и многогранна. Как известно, Солнце непрерывно излучает волновую радиацию широкого спектрального диапазона, начиная с радиоволн и тепловых лучей, вплоть до световых, ультрафиолетовых и рентгеновых лучей. Но, помимо волновой радиации, Солнце обливает Землю также потоками электрически заряженных частиц (корпускул), разгоняемых электромагнитными полями активных областей Солнца до скоростей, позволяющих им оторваться и уйти в межпланетное пространство по разомкнутой (параболической) орбите. Часть радиации Солнца, связанная с его активностью, носит название *актнвои*. Эта радиация Солнца поглощается земной атмосферой, влияя на состояние последней, а погоднo-климатические условия играют, как мы знаем, большую роль в экологической обстановке, изменения которой отражаются

на биосфере. Таким образом, одной из главных причин изменений в жизнедеятельности представителей органического мира служат колебания солнечной активности. В частности, таким путем геоактивная радиация становится фактором, управляющим рядом физиологических явлений у «солнцечувствительных» организмов.

С открытием биологических процессов, «чувствительных» к колебаниям солнечной активности, проф. М. С. Эйгенсоном было введено новое понятие «биологических индикаторов солнечной активности», чутко реагирующих на ее колебания. Открытие это было сделано представителями русской и советской науки. Так, Ф. Н. Шведов впервые показал, что толщина годовичных колец деревьев есть своеобразный интегральный индекс климатической и гидрологической обстановки, зависящей от солнечной активности. Цикличность последней проявляется в характере чередования этих колец, имеющем 11-летний солнечный ритм. Впоследствии этот вопрос был подробно разработан Дугласом и его школой. М. С. Скрыбин обнаружил существование векового солнечного цикла в целом ряде лесохозяйственных явлений: в режиме боровых болот, в росте сосны и дуба, возобновлении сосны, в смене пород деревьев и т. д. Н. С. Щербиновский доказал, что в массовых

размножениях и вылетах саранчи отражается 11-летняя солнечная цикличность. Непосредственной причиной этих массовых размножений служат благоприятные кормовые условия, связанные с интенсивностью муссонных ливней, зависящей, в свою очередь, от колебаний солнечной активности. На этой основе Н. С. Щербиновский разработал и внедрил в практику оказавшиеся успешными сверхдолгосрочные прогнозы размножения и разлета этого вредителя. Несомненные следы проявления 11-летней солнечной активности обнаружил П. Ю. Шмидт в ряде важных жизненных процессов у рыб. А. Н. Державин сообщил, что в размножении и улове севрюги в Каспийском море существуют 11- и 33-летний солнечные циклы. Много еще аналогичных примеров можно было бы привести из книги крупнейшего советского гелиогеофизика проф. М. С. Эйгенсона¹.

Медицинские вопросы также получили отражение в гелиогеофизике. Г. Берг показал, что эпидемические вспышки цереброспинального менингита, как правило, приходится на эпохи максимума 11-летнего солнечного цикла. Он же сообщает, что число случаев эклампсии в Марбурге и Кельне также повышается в дни сильных геомагнитных бурь, т. е. во время вторжения корпускулярных потоков Солнца на Землю; то же самое констатировано и для смертельных случаев эмболии легких и легочных кровотечений. Главный терапевт Сочинского территориального управления курортом Н. В. Роменский на большом материале пришел к мнению о синхронности сердечно-сосудистых кризов с геомагнитными бурями. Проводимые в здравницах Сочинского курорта, с наступлением геомагнитных возмущений, профилактические мероприятия дают значительный эффект.

Кроветворная система очень чутко реагирует на изменения экологической обстановки, поэтому вполне естественно было искать в деятельности кроветворного аппарата отражение влияния такого мощного фактора, как геоактивная радиация Солнца. Занимаясь много лет вопросом о причинах колебаний численности лейкоцитов и процентного соотношения лейкоцитарных видов в картине крови здоровых людей, мы установили их отчетливую изменчивость во времени, которая по своему характеру синхронна с колебаниями солнечной активности, выраженной солнечными индексами W , ΣW и $\bar{a}$. Начатые нами много лет тому назад наблюдения в настоящее время проводятся в широких размерах на большом материале здравниц Сочинского курортного управления

коллективом гематологов и обещают дать интересные материалы о влиянии солнечной активности на кроветворную систему. Но новизна вопроса, впервые поставленного нами, несмотря на обилие наблюдений (более 26 тыс.), заставляет делать выводы с большой осторожностью.

Материалы в основном собирались в условиях южных и субтропических районов. Это не значит, что в других местностях отмеченные явления не наблюдаются; они имеют место повсюду, даже на севере, но не в такой степени и не так отчетливо выражены, как в условиях субтропиков. Население южных районов, особенно субтропиков, большую часть года ходит в легкой одежде, едва прикрывающей тело. Длительное пребывание на пляжах создает еще более благоприятные условия для большего поглощения солнечных лучей. Особенно это относится к отдыхающим (колебания числа лейкоцитов у местного и прибывшего на отдых населения не вполне одинаково). Лейкоцитарная кривая пришлого населения более чутко «реагирует» на колебания солнечных индексов.

Анализ месячных колебаний частоты функциональных лейкопений и лейкоцитозов¹ показал их явную цикличность как в течение года, так и на протяжении десятков лет. За последние годы (особенно в 1956 и 1957 гг.) наблюдалось значительное повышение случаев лейкопении, причем обращает на себя внимание не только процентный рост их частоты, но и довольно низкие цифры числа лейкоцитов. Эти годы особенно привлекли наше внимание потому, что уже в 1956 г. имело место усиление корпускулярной активности Солнца, продолжавшееся в 1957 г.

Сорок лет тому назад, в конце первой мировой войны, я наблюдал такой же рост лимфоцитозов, какой отмечается и в настоящее время. Клинебергер назвал их тогда «лимфоцитозами военного времени». В 1917—1918 гг., так же, как и сейчас, отмечался 11-летний максимум солнечной активности, но высота этого максимума была гораздо ниже, чем современного, когда имеет место сложение 11-летнего и векового максимумов. Ряд других авторов примерно в то же время объяснял рост лимфоцитозов изменениями в диете. Второй основной солнечный индекс $\bar{a}$ (по терминологии проф. М. С. Эйгенсона), характеризующий среднюю мощность солнечных явлений и зависящий от интенсивности геоактивной корпускулярной радиации Солнца, в те годы был двухвершинный. Одна его вершина приходилась на время первой мировой войны, другая — на послевоенный период голода. Вот почему, не

¹ См. М. С. Эйгенсон. Очерки физико-географических проявлений солнечной активности, Львов, 1957.

¹ Лейкопения — уменьшение числа белых кровяных телец по сравнению с нормой; лейкоцитоз — увеличение их числа.

вая этого (индекс $\bar{a}$ был введен в 1940 г.), авторы и рассматривали войну и голод как причину лимфоцитозов. Сейчас нет ни войн, ни голода, а кривая частоты и степени лимфоцитозов не только превысила уровень 1920-х годов, но и продолжает повышаться параллельно росту солнечного индекса ΣW . Совпадение ее фаз с колебаниями солнечной активности подсказывает возможность замены одиозного термина Клинебергера «лимфоцитоз военного времени» более правильным названием «солнечно обусловленный лимфоцитоз».

Некоторые авторы стараются объяснить рост лейкопений и лимфоцитозов применением сульфамидов и других препаратов, но в 1920-х годах не было ни сульфамидов, ни аналогичных им препаратов, а число лейкопений и лимфоцитозов неуклонно росло.

Относительная автономия кроветворного аппарата состоит в специфически свойственной ему способности воспринимать и реагировать на внешние влияния, в том числе и на колебания солнечной активности, поскольку последняя оказывает действие на экологическую обстановку, а это значит, что она не может быть ни абсолютно независимым от солнечной деятельности, ни зависеть от нее полностью.

Значительный интерес представляет явление синфазности различных аббераций в картине крови в различными солнечными индексами. Оно подчер-

кивает избирательную чувствительность отдельных функций кроветворного аппарата к солнечной радиации. Так, кривая функциональных лейкоцитозов синфазна с солнечным индексом W , а кривые лейкопений и лимфоцитозов — с индексом ΣW . Мы отмечали, далее, появление в периферической крови сдвигов и изменений в клетках крови (гигантские гиперсегментированные гетерофилы, атипичные тромбоциты и т. д.), заслуживающих глубокого внимания, поскольку клинических обоснований для их появления не было.

Что касается клиники болезней крови, то и здесь нами был отмечен ряд заслуживающих внимания явлений, также, на наш взгляд, связанных с колебаниями солнечной активности, например, появление лейкопенических форм хронических миелолейкозов в эпоху максимальной солнечной активности, обострения болезни Верльгофа с наступлением интенсивных геомагнитных возмущений и т. д.

Новизна темы дает право на изложение указанных выше вопросов пока только в порядке их постановки. Кроветворная система очень чувствительный биологический индикатор. Дальнейшее изучение ее деятельности в свете гелиогеофизики может принести много интересного и ценного.

Н. А. Шульц
Сочинское курортное управление

О ТЕРМОРЕЦЕПТОРАХ «ХОЛОДНОКРОВНЫХ» ЖИВОТНЫХ

Как известно, все животные могут быть разделены на *гомойотермных* (теплокровных) и *пойкилотермных* (холоднокровных). Животные первой группы отличаются относительно высокой интенсивностью обмена веществ и специальными реакциями терморегуляции, которые позволяют им поддерживать температуру тела на постоянном уровне даже при значительных колебаниях температуры внешней среды. Соответственные физиологические реакции, в виде направленных изменений выработки тепловой энергии в организме, изменений теплоотдачи, возникают у теплокровных животных благодаря существованию у них специальных нервных окончаний — *терморорецепторов*. Находясь в наружных слоях покровов тела (вероятно, на расстоянии десятых долей миллиметра от поверхности кожи), терморорецепторы реагируют на очень незначительные изменения температуры. Таким образом осуществляется точная регуляция температуры тела теплокровных животных и человека.

У так называемых *пойкилотермных* животных, вследствие отсутствия реакций терморегуляции и низкого уровня обмена веществ, температура тела в широких пределах следует за изменениями температуры внешней среды. При полном видимом покое температура тела таких животных может быть лишь на десятые доли градуса выше температуры окружающей среды. Тем не менее, у некоторых *пойкилотермных* животных при помощи тонких методов электрофизиологического анализа удалось обнаружить очень чувствительные терморорецепторы. Такого рода орган есть, например, у гремучей змеи. Он представляет собой слепой мешок, расположенный между отверстиями носа и глазами. Это углубление имеет в диаметре около 3 мм и содержит очень тонкую мембрану, толщиной порядка 15 μ , хорошо васкуляризованную и содержащую большое число нервных окончаний, не имеющих особых морфологических отличий. Малая толщина делает теплоемкость мембраны ничтожной, что позволяет воспри-

нимать быстрые колебания температуры во внешней среде. Электрофизиологическое исследование показало, что при термических раздражениях от нервных волокон мембраны можно отвести импульсы с частотой 10—20 гц. Импульсы имеют нерегулярный характер, в чем проявляется определенное сходство органа с тепловыми терморепторами гомойотермных животных. При облучении мембраны инфракрасными лучами отмечается резкое повышение частоты импульсов. Через некоторое время вследствие адаптации частота становится постоянной. После прекращения облучения частота падает, а затем возвращается к уровню, имевшему место до облучения. Соответствующие нервные окончания оказываются чрезвычайно чувствительными к температурным колебаниям, и при повышении температуры всего на 0,003° частота разрядов увеличивается на 50%¹.

Другой пример подобного рода мы находим у акул и скатов, которые имеют под кожей головы специальный орган терморепции. Последний представляет собой скопление маленьких пузырчатых образований диаметром около 0,2 мм, наполненных студенистым содержимым и окруженных тонкой соединительнотканной капсулой. Орган иннервирован за счет ветвей тройничного нерва. Как на изолированных препаратах, так и в целом организме было найдено, что эти органы очень чувствительны к колебаниям температуры и, в противоположность органам боковой линии, очень мало чувствительны к раздражениям механического характера, что было показано также при помощи электрофизиологических приемов исследования. Согласно электрофизиологическим критериям, эти органы представляют собой типичные терморепторы. Они относятся к разряду холодовых терморепторов, и чувствительность их равна чувствительности аналогичных образований у гомойотермных животных. При постоянной температуре изолированное волокно нерва, отходящее от органа, обнаруживает постоянную импульсацию, частота которой зависит от наружной температуры. Так же как и у гомойотермных животных, частота импульсов имеет определенный максимум и минимум. Максимум частоты всех волокон лежит при постоянной температуре в 19—20°. Быстрое охлаждение ведет к временному повышению частоты импульсов (до 200 гц), а нагревание — к преходящему торможению. Охлаждение на 0,05° достаточно для отчетливого изменения частот. Механические раздражения лишь повторные, сильные и длительные могут вызвать определенный ответ, который ни в коем случае не является адекватным².

Интересно, что при помощи электрофизиологических методов удалось показать существование специфических терморепторов у тараканов.

Таким образом, некоторые пойкилотермные животные имеют специальные органы терморепции, не уступающие по чувствительности соответственным образованиям у гомойотермных животных. С физиологической точки зрения объяснение этого факта встречает известные затруднения, так как пойкилотермные животные не обладают развитой системой терморегуляции. Известны, однако, некоторые реакции пойкилотермных, позволяющие им поддерживать температуру тела на определенном уровне. Так, мышечная деятельность, связанная с двигательной активностью у пресмыкающихся, рыб, насекомых, может сопровождаться значительным повышением температуры тела. Возможно, двигательная реакция на охлаждение является определенной формой терморегуляции. Это хорошо согласуется с тем фактом, что у типичных гомойотермных животных двигательная активность может быть постоянным компонентом терморегуляции. Именно так обстоит дело у мелких птиц и мелких млекопитающих. Даже такое животное, как белая крыса, будучи лишено возможности совершать произвольные движения, понижает температуру тела. Такие формы мышечной деятельности, как холодовое дрожание и открытый недавно «терморегуляционный мышечный тонус», тоже служат важным источником тепловой энергии.

Кроме того, пойкилотермные животные могут использовать тепло солнечного излучения, почвы и т. д. В результате, температура их тела может достигать температуры тела гомойотермных животных. Чтобы оценить значение этих реакций для жизни животных, необходимо заметить, что при падении температуры тела ниже известного уровня у пойкилотермных животных развивается особое рода «оцепенение», делающее их совершенно беззащитными. У соответствующих животных жаркого климата такое состояние наступает уже при температуре около 18°. С этой точки зрения приведенные реакции терморегуляции у пойкилотермных животных получают важный смысл. Может получить объяснение и наличие у них высокочувствительных терморепторов, необходимых для своевременного проявления указанных реакций.

Приведенные факты дают основание предполагать, что в эволюции развитие высокоспециализированных органов температурной чувствительности предшествовало появлению гомойотермии.

К. П. Иванов

Кандидат медицинских наук

Институт физиологии им. И. П. Павлова Академии наук СССР (Ленинград)

¹ См. T. Bullock. «Federation. Proc.», 1953, vol. 12, p. 666.
² См. H. Hensel. «Ergebn. Physiolog.», 1952, Bd. 47, S.S. 167—348.

ВЛИЯНИЕ ПРИЗЕМНОГО КЛИМАТА НА ФЕНОЛОГИЮ РАСТЕНИЙ В СУБАРКТИКЕ

Влияние приземного климата проявляется особенно резко в крайних условиях существования организмов. Это ясно видно при изучении растительного мира тундровой зоны. Ряд особенностей тундровых растений сформировался под влиянием приспособления их к использованию благоприятных условий, создающихся у поверхности почвы. Так, широко известна низкорослость большинства видов

в северных частях Субарктики и до 20—25 см — в южных. Выше этого слоя неблагоприятно действует ветер и сказывается также отсутствие в зимнее время защиты снежным покровом.

Наши наблюдения, проведенные в некоторых районах Субарктики, указывают на то, что особенности фенологического развития растений зависят от степени отдаления их от поверхности почвы. Так, например, весной 1958 г. в Норильской лесотундре хвоя у лиственницы сибирской (*Larix sibirica*) появилась на подросте высотой в 5—10 см 20 июня, когда почва находилась еще в мерзлом состоянии. На деревьях высотой более 1 м хвоя появилась на 9 дней позднее — 29 июня. Листья у ольхи кустарниковой (*Alnus fruticosa*) появились на подросте у поверхности мохового покрова 17 июня, на высоких кустах — лишь 27 июня.

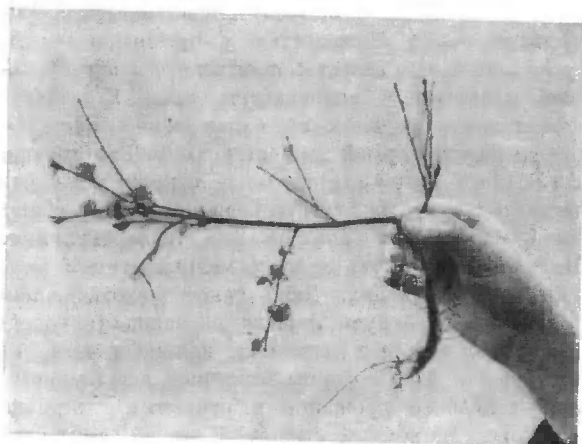


Рис. 1. Куст карликовой березы с листьями, развитыми лишь на ветвях, прижатых к земле
Фото В. Андреева

арктической флоры и развитие особых жизненных форм распластанных и стелющихся растений. Тесно связано с действием приземного климата на верхние горизонты почвы сосредоточение в них микроорганизмов, корневых систем растений и обитающих в почве животных.

Важнейший экологический фактор, ограничивающий в тундре развитие растений и животных, — это недостаток тепла. Поэтому тонкий слой приземного воздуха и верхние горизонты почвы, где аккумулируется наибольшее количество тепла, максимально благоприятны для живых организмов.

При выделении и ограничении вертикальной зоны приземного климата лучше всего пользоваться биологическими показателями, в частности, характером растительности, интенсивностью и величиной накопления живой растительной массы. На основании этого критерия можно заключить, что в Субарктике приземный слой воздуха, наиболее благоприятный для существования растительности, составляет в среднем на открытых местах 5—10 см



Рис. 2. Подрост сибирской лиственницы с хвоей, вполне развитой на нижних ветвях и распускающейся на верхних
Фото В. Андреева

Еще больший контраст в фенологическом развитии наблюдается в разных частях одного и того же растения, располагающихся на различной высоте над поверхностью почвы. У стелющейся формы голубики (*Vaccinium uliginosum*) на вершинах Анадырского хребта в начале лета 1951 г. листья были развиты лишь на ветвях, лежащих на поверхности почвы, на ветках же, приподнимающихся на 10—12 см, листья развились на 10 дней позднее.

У березы карликовой (*Betula nana*), растущей в виде стелющегося кустарника с приподнимающимися ветвями, листья также начинают распускаться сначала у поверхности почвы, затем в средних частях и позже всего на концах ветвей, наиболее возвышающихся над поверхностью почвы. Разница в сроках достигает иногда 15 дней и более. Когда на ветвях у поверхности почвы уже развиты вполне сформировавшиеся листья, верхние почки, расположенные на этих же ветвях, могут быть еще в не раскрытом состоянии (рис. 1).

В 1957 г. в Малоземельской тундре (Архангельской обл.) в нижнем ярусе кустов карликовой березы (до 10 см высоты) почки лопнули 15 июня, средний размер листовых пластинок составлял 16 июня 16,5 мм², 18 июня — 53,9 мм², 20 июня — 107,9 мм². В дальнейшем увеличения листовых пластинок не происходило. В верхнем ярусе тех же кустов (свыше 20 см высоты) распускание листьев началось после 20 июня. Средний размер листовых

пластинок составлял 22 июня 21,9 мм², 25 июня 45,6 мм², 30 июня 51,0 мм². В дальнейшем увеличение листовых пластинок приостановилось, и 5 августа средний размер их составлял 58,7 мм².

У небольших особей лиственницы (*Larix sibirica*) в Норильской лесотундре хвоя на ветвях, расположенных у поверхности почвы, в 1958 г. появилась на 7—9 дней раньше, чем на ветвях на высоте более 0,5 м. Отставание в развитии хвои на верхних ветвях сохранялось в течение всей первой половины лета (рис. 2).

Разновременность фенологического развития растений на разных ярусах составляет характерную особенность Субарктики. Наиболее ярко она проявляется в начале периода вегетации. В арктической области растительность полностью сосредоточивается в тонком приземном слое, поэтому в вертикальном направлении разновременности фенологического развития здесь, как правило, не наблюдается.

Отмеченное явление подтверждает большое агрономическое значение приземного климата на Крайнем Севере и необходимость расширения его зоны.

В. Н. Андреев
Доктор биологических наук

Т. В. Ватина

Научно-исследовательский институт сельского хозяйства
Крайнего Севера (Норильск)

О ПРИБРЕЖНЫХ ПОСАДКАХ ИВЫ

Статья Г. С. Башкирова «Защитная роль прибрежных лесопосадок»¹ содержит весьма ценные данные о биологическом укреплении берегов больших рек. Чехословацкий читатель будет, вероятно, удивлен тем, что на таких больших реках, как Волга, Обь, Иртыш и Днепр, облесенные берега размываются в среднем не более чем на 0,5—1,0 м в год. В этом отношении равнинные реки Советского Союза подобны сравнительно небольшим рекам Чехословакии, где размывы, казалось бы, должны быть несколько меньше. Для того чтобы сравнить реки обеих стран в отношении эродирования облесенных берегов, мы приводим ниже некоторые данные об особенностях биологической защиты. Прежде всего, весьма любопытно отметить, что в Чехословакии почти повсюду вдоль уреза рек в период межени разрастаются твердые длинносоломистые травы, например, *Phalaris arundinacea*.

Плотный травостой этих влаголюбивых покрывает также и приустьевую зону — бичевник. Ширина берегового пояса травостоя значительно превосходит ширину подводной зоны растительности. Почти повсеместно со стороны берега к травяному, вдоль-береговому поясу примыкают заросли ивы, что создает благоприятные в гидрологическом отношении ассоциации растительности.

В период летнего затопления таких приустьевых биологических зон, образующихся чаще всего на отмелях, наносных берегах, происходит весьма интенсивный кольматаж¹, так что нередко создаются условия дальнейшего обмеления прибрежной отмели или, во всяком случае, они сохраняют прежние свои формы и размеры. Замечено, однако, что в период интенсивной аккумуляции наносов речной поток несколько отклоняется к противоположному—

¹ Заливание, происходящее в данном случае благодаря оседанию речных наносов под влиянием создания тиховодов в зонах посадок; египтяне с древних времен и по сей день применяют этот метод для задержания плодородного ила.

¹ См. «Природа», 1958, № 2, стр. 55—58.

эродируемому берегу, что иногда приводит к еще большему нежелательному его размыву.

Прибрежные светолюбивые ивовые насаждения обычно быстро перерастают все разнотравье. Особенно бурно развиваются нижние ветви, стелющиеся почти по водному зеркалу. Причиной этому служит обилие лучистой энергии, отраженной от поверхности воды. Максимум альбедо доходит до 55%, когда высота стояния Солнца равна 5° (по проф. Л. Смолике). При западной экспозиции ивовых посадок ветви растительности направлены под острым углом к водной поверхности. Под влиянием потока и влекомых им паносов, оседающих на ветвях, они склоняются еще ниже и даже погружаются в воду. По мере разрастания ивы, в зависимости от изменения уровня реки, ветви выполняют различную гидромеханическую роль. При низких горизонтах воды они отклоняют и тормозят поверхностные струи речного потока; во время паводка в них задерживаются наносы, наконец, заилненный массив растительности служит уже водостеснительным сооружением.

Насаждения используются и в качестве материала для выправительных сооружений. Весьма распространенным их типом являются вставные завесы, которые (согласно рекомендации С. Т. Алтунина) располагаются по всей глубине потока. Заметим, что горизонтально расположенные, направленные вдоль течения ветви представляют собою малозффективные противозапониные сквозные сооружения по сравнению с системой укрепленных вертикальных стеблей и ветвей.

Особую заботу следует проявить в отношении защиты сквозными ветвистыми сооружениями размываемых берегов. По закону Фарга, подтверждаемому в ряде случаев в природе, глубина у таких берегов оказывается наибольшей. Чтобы защитить подмываемые, обрушивающиеся берега, в случае наличия ивовых кустарников, можно рекомендовать подрезку и сгибание (в сторону воды) их стеб-

лей так, что образуется своего рода хворостная сетка, ослабляющая вдольбереговое течение. В зависимости от скорости потока следует применять те или иные способы укрепления указанной сетки. Надрезка ветвей и стеблей ивы выполняется в вегетационный период, когда они менее ломки, при этом толстые стебли надрезают по возможности ниже. Для образования каллюса обнаженные части растений следует обвязать или защитить другим способом.

На концах погруженных в воду ветвей образуется множество корневых волосков красноватого цвета, которые сами по себе также являются элементом сквозных сооружений и способствуют осажению паносов. В межливный период на обнаженных, т. е. находящихся над водой, частях ветвей образуются побеги. Таким образом, в конце концов создается довольно густой массив растительности, представляющий собой наносоулавливающее, сквозное, самовоспроизводящееся сооружение.

В государственном заповеднике «Бабушкина долина» на реке Упа при помощи вышеописанного способа удалось создать аккумуляторную форму побережья длиной в 20 м и высотой до 1,4 м.

При благоприятной световой экспозиции ивовые насаждения с длинными побегами можно также использовать для защиты берегов и земляных сооружений от действия волн. В этом случае особое внимание следует обратить на прочное укрепление стеблей, чтобы предотвратить их всплывание и тем самым — разрушение подводного хворостяного волногасящего сооружения.

В заключение отметим, что чрезмерное разрастание ивовых заградительных сооружений на аккумулятивных берегах в ряде случаев может быть нежелательно. Следует поэтому затенять посадки ивы, создавая или сохраняя пояс затеняющей растительности из деревьев первой величины.

Л а д и с л а в В л к

Прага, Чехословакия

МЕЖРОДОВАЯ ГИБРИДИЗАЦИЯ ТИХООКЕАНСКИХ ЛОСОСЕЙ

Изучая биологию размножения и развития тихоокеанских лососей (*Oncorhynchus*) и практику лососеводства на Сахалине, мы обратили особое внимание на развитие их гибридов. Интерес к этому вопросу возник прежде всего из практической необходимости выяснения возможных результатов гибридных скрещиваний.

Опытные скрещивания проводились как между разными представителями рода тихоокеанских лососей, так и между лососями и гольцами (*Salvelinus*). Среди большого числа изученных гибридных комбинаций довольно неожиданным по своим результатам оказалось скрещивание кунджи с кижучем.

Работы проводились на Соколовском рыбо-

водном заводе Сахалинского управления Росглавгосрыбвода. Производители брались из р. Б. Такой, притока р. Найба. Использован крупный экземпляр самки кунджи — *S. leucomaenis* (Pall.) длиной в 63,5 см, икру которой осеменили молоками кижуча — *O. kisutch* (Walb.) (длина самца 68 см). После набухания икра была помещена на рыбоводную рамку и поставлена для инкубации в заводской рыбоводный аппарат. Соколовский завод имеет грунтовое водоснабжение с весьма устойчивым температурным режимом. В период инкубации гибридной икры температура воды постепенно снижалась от 9,6 до 8,2°. Начало вылупления гибридов отмечено 29 ноября, в возрасте 54 суток, или около 507 градусо-дней; на следующие сутки началось массовое вылупление гибридов. Процент развивающейся икры межродового гибрида после пигментации глаз был высоким — около 95. Этот факт привлек наше внимание именно потому, что гибридные эмбрионы самцов и самок кижуча с другими тихоокеанскими лососями обычно на этой стадии инкубации развиваются хуже, происходит массовая гибель икры. В конце инкубационного периода, за несколько суток до пачала выклева, отход икры заметно возрос и к концу инкубации достиг примерно 30%.

Гибридные зародыши обладали удивительной особенностью: многие из них имели всего лишь один глаз, расположенный спереди головы; иначе говоря, эти межродовые гибриды имели циклопообразную форму. Из десяти гибридов на стадии вылупления четыре были циклопообразными. Просмотр же икры, фиксированной на разных стадиях инкубации, показал значительно большее число зародышей с такой удивительной особенностью. Этот признак был обнаружен у 84% эмбрионов. Очевидно, есть основания говорить не о случайных уродливых отклонениях, а о совершенно закономерном направлении в развитии гибрида самки кунджи с самцом кижуча, приводящем к формированию циклопообразных организмов.

Меньшее число одноглазых зародышей, насчитываемых после выклева, свидетельствует о том, что в последний период инкубации отход икры падает главным образом на циклопообразных эмбрионов. Наблюдение за выклевом показало, что именно у таких зародышей, которые резко отклоняются от обычных, затруднен выход из оболочек икринок, так как у них слабее развиты железки вылупления, в чем и можно усматривать одну из причин повышения отхода гибридной икры при завершении инкубации.

Гибриды после вылупления были от-

сажены в плавучий садок, помещенный в рыбоводный аппарат вместо стопок с рамками, где и протекало дальнейшее их развитие. Последняя фиксация гибридов произведена спустя два месяца после вылупления. Личинка этого возраста в стадии, близкой к окончанию рассасывания желточного мешка, изображена на прилагаемом рисунке. Дальнейших наблюдений за гибридами, к сожалению, не проводилось, но факт достижения такой довольно поздней стадии развития можно расценивать как показатель определенной жизнеспособности гибрида.

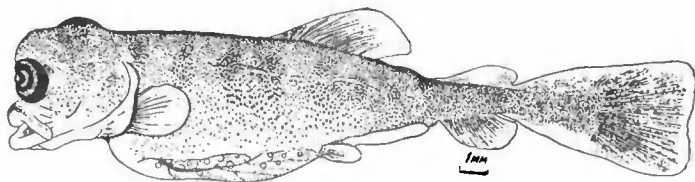
Те из гибридных зародышей, которые на стадии вылупления не отличались резко от кунджи и обладали двумя нормально расположенными глазами, имели наибольшую длину (18,2 мм). Зародыши одноглазые были меньше (17—15 и даже 14—13 мм). Эти циклопообразные формы отличались резко замедленным ростом.

Самые заметные отклонения от нормы проявлялись особенно резко в обонятельной области и в висцеральной части головы. У таких организмов рыло почти отсутствовало. Во многих случаях не только изменялась по форме, но и резко уменьшалась верхняя челюсть, а у некоторых особей была слабо развита и нижняя челюсть. Изменения в строении туловищной части гибридов заключались в сдвиге грудных плавников немного вперед. У значительного числа особей наблюдалась разная степень деформация хвостовой части тела. Заключалась она в укорочении хвостового отдела, меньшей его высоте, дорзентральном укорочении миотомов хвоста и уменьшении плавательной перепонки.

Наблюдения показали, что скрещивания кунджи с кижучем неблагоприятны для практического рыбоводства.

Лучшие результаты инкубации этого межродового гибрида, нежели многие варианты внутривидовых скрещиваний кижуча, указывают на недостаточную четкость гибридологического анализа, как метода установления близости родства между видами; для этих целей он может применяться только в комплексе с другими методами.

Как упоминалось выше, часть гибридов была близка по виду к кундже, и по отношению к ним



Гибрид кунджа — *S. leucomaenis* (Pall.) ♀ × кижуч — *O. kisutch* (Walb.) ♂. Возраст — 2 месяца после вылупления, длина 25 мм

можно говорить о преобладании материнского влияния. Признаки, характерные для отца-кижуча, не были выявлены. В случаях же существенного отклонения от материнской организации можно говорить об образовании новых качественно своеобразных организмов со специфическими признаками, не свойственными ни одному из родителей. Проведен-

ное скрещивание показывает, какие широкие возможности формообразования рыб таит в себе межродовая гибридизация.

А. И. Смирнов

Кандидат биологических наук

Московский государственный университет
им. М. В. Ломоносова

РОСТ И РЕГУЛИРОВАНИЕ ПОГОЛОВЬЯ ЛОСЕЙ

ОБЗОР ПОСТУПИВШИХ В РЕДАКЦИЮ ЗАМЕТОК И СООБЩЕНИЙ

Типичный представитель нашей лесной фауны, один из самых крупных, красивых и в промысловом отношении наиболее перспективных видов копытных — лось к концу первой мировой войны в центральных областях Союза был почти полностью истреблен. Только после Закона о запрещении охоты на этих животных, принятого в 1919 г., поголовье лосей стало восстанавливаться и к 1958 г. численность их в СССР составляла примерно 400 тыс. голов¹.

В Московской области, через 10 лет после полного запрета охоты, в 1929 г. насчитывалось около 200 лосей, к 1935 г. численность их превышала 300, а через 10 лет, в 1944 г., было учтено 1550 голов и в 1946 г. — 2030. Кандидат биологических наук И. В. Александрова (Приокско-Террасный заповедник, Серпуховского района) провела в 1956 г. учет численности лосей, распространяв по лесным обходам области 1000 анкет. Согласно полученным ответам, численность лосей зимой 1955—1956 г. достигла 8 тыс. голов. Таким образом, налицо рост поголовья в среднем на 15% в год. На примере Московской области видно, как охраняемые меры в нашей стране не только сохранили лося, но и дали возможность управлять его численностью, доводить ее до желаемых размеров.

В настоящее время границы распространения лосей значительно раздвинулись как в северном, так и в южном направлении, что неоднократно отмечалось в литературе². По сообщению директора Ненецкой сельскохозяйственной школы г. Нарьян-Мара В. Д. Скрובה, имеющиеся у него материалы позволяют уточнить границу распространения лосей в тундрах Ненецкого национального округа.

Как известно, территория Ненецкого националь-

ного округа, расположенная узкой полосой вдоль побережья Баренцова и Карского морей, от Мезенской губы до Уральского хребта, почти полностью находится за Полярным кругом. Почти три четверти площади округа занимают Большеземельская, Малоземельская, Тиманская и Канинская тундры и лишь небольшая часть его представляет собой лесотундру, тянущуюся на юге узкой полосой. В 1940 г. при охотхозяйственном обследовании территории округа были отмечены лишь единичные встречи лосей преимущественно в лесотундровой зоне. В 1948 г. на участке протяженностью в 50 км, между точками лесотундровой зоны Новый Бор — Шапкино, было обнаружено с самолета 5 лосей, а через 10 лет, в 1958 г., на том же участке, при таком же способе учета было встречено уже 28 особей. Плотность лосей достигла 11 голов на 1000 га площади. Естественно, что с увеличением численности лосей в лесотундре, они все чаще стали появляться и в тундровой зоне. Установлено, что лоси круглогодично обитают в устье Печоры, на ее многочисленных островах, обильно поросших ивняком.

О продвижении лосей в южные районы страны сообщают многие авторы. В 1955 г. В. П. Красовский писал на страницах нашего журнала, что зимой 1952—1953 г. пара лосей была обнаружена в Хоперском заповеднике, Воронежской области¹. По последним данным, граница ареала лосей в Европейской части СССР проходит еще южнее. Наш читатель В. С. Лащилин (ст. Михайловская, Хоперского района, Сталинградской области) пишет, что летом 1957 г. лоси появлялись в окрестностях г. Балашова и на лесных опушках Хоперского и Добрянского районов, Сталинградской области. Теперь, утверждает В. С. Лащилин, южной точкой распространения лосей в Европейской части СССР следует считать среднее течение Хопра в Сталин-

¹ Укажем для сравнения, что в Канаде к началу 50-х годов было около 300 тыс. лосей; в США — около 20 тыс. голов. (Ред.)

² См. «Природа», 1958, № 11, стр. 104

¹ См. «Природа», 1955, № 1, стр. 119.



Молодой лось, прирученный
колхозниками села Левино,
Больше-Сосновского района,
Пермской области

области, в частности в пойме Волги и Медведицы. Во время весеннего паводка, когда пойма Медведицы затопляется, лоси выходят в степь и до спада воды пасутся в залесенных оврагах и балках. Пришли они сюда, по-видимому, из Саратовской области, в границах которой Медведица протекает по широкой лесистой местности.

А. П. Попов приводит также интересные сведения об изменении повадок лоса и отношении его к человеку. Зимой 1954—1955 г. в Михайловском районе, Сталинградской области, было обнаружено два лоса, из которых один зимовал в районе оз. Круглое, в 4-х км от усадьбы совхоза «Отрадное». Лось почти не боялся людей, поздно вечером или ночью подходил к скотному двору совхоза, пил воду из корыта, подбирал сено и поедал в кормушках оставшийся корм. С наступлением весны он исчез.

О случае приручения лоса пишет нам М. И. Пирожков из с. Левино, Больше-Сосновского района, Пермской области. Весной 1956 г. на животноводческую ферму местного колхоза им. И. В. Сталина был доставлен на автомашине лосенок, найденный на обочине дороги в состоянии сильного истощения¹. На ферме доярки поили лосенка молоком, и он вскоре окреп и привязался к ним. Если его долго почему-либо не поили, он мычал и ходил за доярками по пятам. Лосенок настолько привык к людям, что принимал из рук хлеб, отзывался на зов. В течение всего лета Лосик (как называли его колхозники) свободно пасся неподалеку от села и всякий раз на ночь возвращался на ферму в свое стойло. Глу-

¹ Ловить и содержать молодых диких животных, в том числе и лосят, без специального разрешения запрещено, за исключением тех случаев, когда животное находится под угрозой гибели и его необходимо спасти (Ред.).

градской области, и не исключено, что ареал этих животных расширится дальше на юг, по течению реки.

Аналогичные данные о расширении ареала лоса на юге и юго-востоке Европейской части СССР сообщает учитель биологии Слащевской средней школы, Подтелковского района, Сталинградской области, А. П. Попов.

По его утверждению, лосей встречали во многих северных районах Сталинградской

областью осенью подростший Лосик повстречался на окраине близлежащего леса со взрослыми лосями, но не ушел с ними, а вернулся к приютившим его людям. Зимой прищельцу не хватило места в помещении, и все же лось не уходил от фермы, ночуя здесь же в глубоком снегу.

На опытной лосеферме Печоро-Илычского заповедника Коми АССР, по сообщению старшего научного сотрудника заповедника, кандидата биологических наук Е. П. Кнорре, стадо лосей в течение всего периода постоянного снегового покрова (с середины октября до половины апреля) пасется на полной свободе в тайге, сначала по гарям, заросшим молодой порослью лиственных древесно-кустарниковых пород с примесью соснового подростка, а затем, с увеличением снежного покрова, — в прибрежном участке Печоры, богатом зарослями ивы и подростом пихты. За 10 лет вольного содержания одомашненных лосей было несколько случаев, когда ко времени перевода их на летние пастбища в загоны, отбившиеся от стада отдельные особи терялись и оставались на лето в местах зимовки. Поскольку кормовые условия в местах зимовок и летом во много раз лучше, чем в уже заметно потравленных загонах, можно было ожидать, что «потерянные» лоси будут все лето пастись в районе зимовки. Однако всякий раз они возвращались в «привычные» места. Так было с двухгодовалым лосем Крепышом в 1956 г., найденным 21 июня в загоне № 4, в котором он пасся два предыдущих лета; то же самое произошло с шестилетней лосихой Бетой, оставленной на лето 1957 г. в районе зимовки и вернувшейся 10 июня в один из загон лосефермы, где она паслась летом все предыдущие годы. Летом 1951 г. пятилетней лосихе Малютке каким-то образом удалось выбраться из загона вместе с двумя лосятами. Поиски их в тайге были безуспешны, но через 9 дней исчезнувшая лосиха с лосятами совершенно неожиданно была обнаружена в загоне № 5, где ее обычно содержали летом. В июле 1954 г. упавшим деревом была разрушена изгородь в одном из загон и в образовавшийся пролом ушли 6 одомашненных лосей, в том



Молодые сосны, сломанные лосем

числе лосиха с лосенком. Через некоторое время все 6 лосей снова вернулись в загон. Несколько лосей, которых в порядке опыта оставляли на лето в тайге, обнаруживали после именно в тех загонах, в которых они обычно паслись летом.

Поедая кору деревьев и молодые ветки, лось наносит ущерб лесному хозяйству. В связи с тем, что за последние годы численность лосей сильно увеличилась, возникает необходимость изучения размера вреда, причиняемого этими животными при разной плотности их и в различных типах лесных насаждений.

С целью выяснения влияния погрызов на древесно-кустарниковую растительность в июне 1952 г. студент биолого-почвенного факультета МГУ П. А. Пантелеев обследовал участок леса в 4 км² в районе Звенигородской биостанции, где насчитывалось три лося. Всего им отмечено 1370 погрызенных деревьев и кустарников; больше всего было погрызено осины (1061), которая, по-видимому, и является основным зимним кормом лося. Пользуются предпочтением также рябина (из 166 наличных погрызено 151) и черемуха, с которых лось обдирает кору и скусывает ветки.

Учет гибели деревьев и кустарников от погрызов показал, что наиболее сильно страдает ива (85,5% погибших или сильно ослабленных кустов) и крушина (23,7% гибели). Деревья пострадали незначительно: осина 5%, рябина 6,6%. Следует учесть, однако, что данные, приводимые П. А. Пантелеевым, имеют 6—7-летнюю давность и не могут полностью характеризовать ущерб, наносимый насаждениям в настоящее время, когда поголовье лосей увеличилось.

В лесных районах Поволжья лось обитает с давних времен, и некоторые авторы находят, что он причиняет серьезный вред лесным культурам. Так, научные сотрудники Куйбышевского сельскохозяйственного института (г. Кинель) кандидат сельскохозяйственных наук П. П. Трескин и В. В. Полевой считают, что сильно размножившиеся лоси парализуют правильное ведение лесного хозяйства, делают невозможным естественное и искусственное возобновление леса в Куйбышевской области. В Хрящевском лесничестве Ставропольского лесхоза, например, посадки сосны, созданные за последние 10 лет на площади в 300 га, полностью уничтожены и теперь прекращены из-за сплошного повреждения их лосями. Встает вопрос о допустимой степени концентрации поголовья лосей в лесах Поволжья. Составленная в результате сплошного обследования лесничества карта повреждения насаждений позволила установить динамику этих повреждений (см. табл.).

Годы	Поголовье лосей	Степень повреждения насаждений (в процентах)			
		Слабая (до 20)	Средняя (21—50)	Сильная (свыше 50)	Нет повреждений
1955	180	13,1	21,1	63,5	2,3
1956	150	12,8	20,3	60,0	6,9
1957	63	11,2	18,6	54,8	15,4

Как и следовало ожидать, с уменьшением поголовья лосей степень повреждения насаждений заметно уменьшается, но остается высокой и для 1957 г.

Насаждения Хрящевского лесничества в основном представлены сосной, дубом и осинкой; все эти породы повреждаются лосем, причем наибольший вред приносит молодым насаждениям в возрасте до 20 лет (74% насаждений дуба, 83,6% сосны и 80% осины). Таким образом, в Поволжье сосна в местах посадки повреждается не менее, чем осина, а нередко губится окончательно.

Поврежденные лосем деревья, если и не усыхают совсем, то отстают в росте в 1,5—2,5 раза. Кроме потери годичного прироста и уменьшения высоты, поврежденные деревья нередко сухостоят. Качество древесины резко снижается. Подмечено, однако, что сосновые культуры хорошо сохранились там, где через ряд высажена желтая акация, которую лоси предпочитают сосне.

По данным учета поголовья лосей, выполненного дважды (летом 1957 г. и по снегу в марте 1958 г.), на каждую тысячу гектаров лесной площади приходится в Хрящевском лесничестве 17 лосей и в соседнем, Федоровском лесничестве, расположенном от него в 40 км, — 1,07 лося; здесь древесные культуры, в частности сосна, не страдают от лосей. Основываясь на этих данных, авторы сообщения приходят к выводу, что 3—4 лося на 1000 га лесной площади — это, по-видимому, тот предел, в границах которого необходимо держать поголовье этих животных, чтобы избежать ощутимых повреждений древесных насаждений.

Время для окончательного решения вопроса о регулировании поголовья лосей еще не настало; для этого нужно собрать и обобщить большой региональный материал. Преждевременные меры могут нанести лосю — этому ценному и редкому животному — непоправимый урон. Ущерб, приносимый лосем сосновым посадкам, при некоторых мероприятиях может быть сведен до минимума, как показывает опыт ряда лесхозов нашей страны, Скандинавских стран и Канады. Необходимо лишь, чтобы лесохозяйственные организации не забывали о том, что лось — это элемент леса, с которым следует считаться и от правильной эксплуатации которого наше хозяйство получит большую выгоду.

ЗАГАДОЧНАЯ ПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКАЯ НАХОДКА

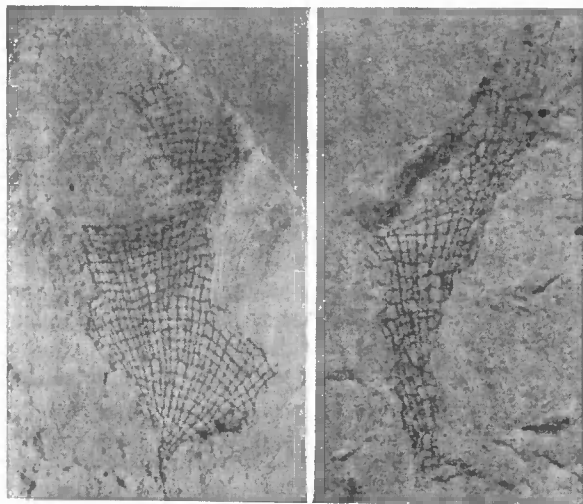
При камеральной палеонтологической обработке материалов, доставляемых геологами полевых партий, нередко встречаются чрезвычайно интересные и трудно определяемые органические остатки. Так, недавно из буровой скважины № 22 (Бахчисарайский район, Крым), с глубины 346 м был доставлен керн — эоценовый белый мергель с характерными окаменелостями в виде воронкообразной сеточки, высотой в 10 мм и шириной в 5—6 мм. Ячейки ее располагались следующим образом: 11—12 ячеек на 5 мм по длине 20 на 5 мм в поперечном направлении. Сеточка черная, из углистого вещества, в виде тонких нитей. На пересечении нитей образуются маленькие узелки. В суженной части воронки ячейки имеют более правильную форму, чем в расширенной. Число нитей увеличивается путем дихотомического ветвления их, без утолщения, размеры же ячеек мало изменяются. Вещество нитей органическое, вероятно, хитиновое.

Для определения этих остатков нами была просмотрена вся соответствующая палеонтологическая литература, но установить природу окаменелости все же не удалось. Фотоснимки были посланы крупнейшему советскому палеонтологу Н. Н. Яковлеву, который не нашел возможным сказать решающего слова, но согласился, что окаменелость обнаруживает сходство с кембро-силурийской *Dictyonema flabelliforme* Hall. и меньшее с *Dictyonema retiforme* Hall. (силур.) Диктионемы — это граптолиты.

Что такое граптолиты? В свое время Неймайр писал: «Граптолиты образуют самостоятельную, но вымершую форму, значительно отличающуюся от всех остальных групп животного царства, представители которых продолжают существовать и до настоящего времени; точно определить их положение в системе почти невозможно, так как сохранились только одни скелеты этих странненьких животных. Ввиду этого в зоологическом отношении граптолиты мало интересны, несравненно важнее их геологическое распространение (кембрий — девон, последние их представители в нижнем карбоне)»¹. Обычно

граптолиты встречаются в глинистых сланцах. Условно их относят к гидроядам. В настоящее время сделаны попытки доказать родство этих животных с колониальными примитивными хордовыми (кишечножаберными).

Хитиновые веточки диктионемы были, видимо, только механической опорой для довольно сложно организованных мягких частей колонии. Конечно, видеть в нашей сеточке диктионему нельзя.



Загадочная окаменелость. Увеличено в 6 раз

Против отнесения этих остатков к губкам говорит однослойность сетки. Среди мшанок не нашлось ничего подобного. Отнесение к оболочниковым кажется нам слишком смелым и не опирающимся на достаточные основания.

Возможно, что в дальнейшем кто-нибудь из зоологов или палеонтологов придет к решению этой загадки и сообщит о нем на страницах журнала «Природа».

Профессор В. В. Богачев

Институт минеральных ресурсов Академии наук
Украинской ССР (Симферополь)

¹ См. Неймайр. История Земли, ч. 2, 1892, стр. 70

ПЛОДОВОДСТВО И ЦВЕТОВОДСТВО

НЕОБЫЧНОЕ ЦВЕТЕНИЕ АБРИКОСА ПОСЛЕ ПОДМЕРЗАНИЯ

Известно, что среди других косточковых плодовых пород абрикос обладает самым коротким периодом естественного покоя. Очень часто поэтому у абрикоса наблюдается гибель или повреждение плодовых почек от сравнительно незначительных морозов уже в самом конце зимы или весной. Сильное подмерзание абрикоса произошло, в частности, в предгорной и степной части Крыма зимой 1955—1956 г., когда деревья этой породы лишились не только всех плодовых почек и потому, естественно, не цвели, но и значительной части прироста. Старые деревья отдельных сортов потеряли даже часть скелетных ветвей.

Несколько менее пострадали дички абрикоса. Так, в черте Симферополя отдельные сеянцы абрикоса цвели в самом конце апреля, но плодов почти не завязали. Одно корнесобственное дерево абрикоса зацвело немногочисленными, равномерно разбросанными по всей кроне цветками лишь 13 мая, после появления листьев, чем и привлекло наше внимание. Осмотр этого дерева показал, что оно подмерзло никак не меньше соседних дичков абрикоса: дерево потеряло почти весь прирост прошлого года, вымерзла и часть 3—4-летних ветвей. Плодовые почки также были убиты и совершенно не развивались, запоздалые же цветки распустившихся почек имели очень своеобразное строение, резко отличаясь по морфологическим признакам от обычных цветков абрикоса.

Прежде всего, цветки отличались своими размерами (в диаметре они достигали 40—45 мм) и махровостью, внешне напоминая цветки шиповника.



Различные стадии перехода от чашелистиков к лепесткам и далее к тычинкам в цветке абрикоса (натур. вел.)

Длина довольно толстых продольно-бороздчатых цветоножек колебалась от 5 до 19 мм. Необычайно крупные (5,0—12,5 мм ширины и 10,0—25,0 мм длины) листовидные городчатые по краю чашелистики были расположены спирально, постепенно переходя в лепестки; число их колебалось от 5 до 10—12. Наиболее крупные чашелистики имели хорошо развитую нерватуру (жилкование), относительно длинные черешки, отличаясь от вегетативных листьев абрикоса лишь размерами и вытянутой лодочковидной формой. Как и обычные чашелистики, они при распускании цветка принимали горизонтальное положение, а к отцветанию отгибались книзу.

Число лепестков (крупных, волнистых по краю, белых) колебалось от 9 до 15. Подобно цветкам кувшинки белой, во многих этих удивительных цветках абрикоса наблюдался постепенный и ясный переход от лепестков к тычинкам (см. рис.). Первые тычиночные нити в таких случаях несли не пыльники, а недоразвитые лепестки, причем на концах их иногда встречались зачаточные пыльники. Число тычинок колебалось от 8 до 21, но отдельные цветки оказались раздельнополыми: у одних полностью отсутствовали тычинки, у других — пестик. Едва ли не самым интересным было обнаружение 2—3-членного, а у отдельных цветков 5-членного апокарпного гинецея. Столбики пестика одних и тех же цветков имели различную длину, один из них были короче тычинок, другие — длиннее.

Описываемое цветение подмерзшего дичка абрикоса продолжалось с 13 по 25 мая. Уже 17 мая было отмечено появление первой завязи, образовавшейся, по-видимому, от самоопыления или от геитоногамного опыления¹ между цветками того же дерева (очень незначительное цветение иных деревьев абрикоса закончилось в конце апреля, что и исключало возможность перекрестного опыления). Пыльца

¹ Взаимное опыление различных цветков одной и той же особи растения.

описываемых цветков абрикоса оказалась довольно фертильной, что было установлено нами путем проращивания пыльцевых зерен в подвешенной капле 15%-ного раствора сахарозы во влажной камере, при температуре около 20°.

Наблюдения над этим же деревом абрикоса были продолжены нами и в следующем году. Цветение дерева весной 1957 г. проходило с 6 по 15 апреля, но на этот раз все цветки оказались вполне типичными для абрикоса. Весной 1958 г. дерево также цвело обычными цветками в одно и то же время с другими деревьями абрикоса.

Таким образом, цветение дерева абрикоса в 1956 г.

столь своеобразными цветками явилось следствием его подмерзания, которое, видимо, и вызвало развитие уцелевших спящих плодовых почек. Подобный атавизм — возврат к признакам предков — очень часто проявляется на листьях поросли, развивающейся из спящих ростовых почек у основания стволов деревьев или кустарников. Описанный случай атавизма лишней раз подкрепляет фолларную теорию происхождения цветка, рассматривающую цветок как укороченный побег с метаморфизированными для целей размножения листьями.

К. П. Попов

Крымский педагогический институт (Симферополь).

НОВЫЙ МЕТОД ВЫРАЩИВАНИЯ ШТАМБОВЫХ РОЗ

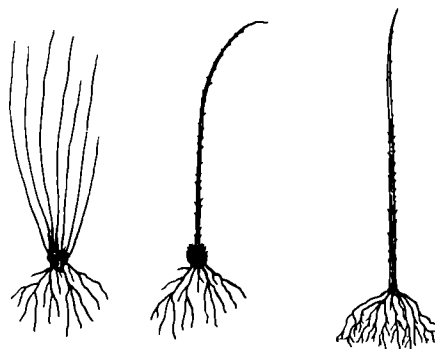
Розы — прекрасное украшение садов, парков, скверов. Декоративность озеленяемых мест намного повышается, если среди обычных цветущих кустарников и кустовых роз высятся штамбовые розы. На особенно видных участках штамбовые розы незаменимый компонент. Между тем, эту красивую форму редко приходится видеть в цветочном озеленении. Недостаток штамбового посадочного материала — сложность выращивания таких штамбов — часто мешает распространению этих декоративных растений.

Длительный срок подготовки дичка-штамба до состояния стандартного подвоя заставляет культиваторов выращивать штамбовые розы в очень ограниченном числе. Нужно сказать, что многие специалисты сами удлиняют период выращивания готовой к выпуску розы на штамбе, следуя по неправильному пути получения штамба и пользуясь устаревшим способом выгонки стандартного подвоя.

По стандартному способу до полной своей готовности к прививке подвой требуется 3—4 года, вместо возможных 1,5—2 лет, необходимых при другом, более простом способе, предлагаемом нами.

Из всех наиболее зарекомендовавших себя дичков для выведения штамбов-подвоев лучшим считается *Rosa canina*; иногда используются другие виды шиповника: *Rosa leucantha*, *R. rugosa*, *R. glauca* (*rubrifolia*), *R. cinnamomea*. Обычно стратифицированные семена подвоев высеваются на гряды, всходы после развития двух листочков пикируются и содержатся до осени на грядах разводочного отделения, а осенью однолетки высаживаются с гряд и поступают либо в зимний прикоп для весенней посадки в школку (на «маточный» участок), либо, если осень благоприятная, без зимнего прикопа вы-

саживаются непосредственно. Все это надо считать нормальным и при новом способе, но дальше часто допускаются погрешности. Они заключаются в том, что посаженные однолетки растут на участке не один год; часто они остаются там два-три года и развиваются в многостольные кусты, с 6—10 хлыстами-ветками в каждом. Таким образом, вместо одного стволика, который необходим для штамба будущей культурной розы, на одном кусте растет свободно множество его конкурентов. В результате, вместо одного нужного для штамба мощного побега-хлыста мы получаем слабые, угнетенные ветви, использовать которые на первом году в качестве деловых стандартных штамбов не приходится. Это вынуждает оставлять кусты на доращивание, удалять с них все слабые ветки. Но и на следующий год не все кусты могут быть годны для штамбов и используются под прививку лишь некоторые, остальные же кусты остаются



Слева — многостольный куст; посередине — куст после вырезки; оставлен один «хлыст» для будущего штамба; справа — штамб, готовый для окулировки

на месте, в маточном участке для дальнейшего подрашивания.

Из выкопанных с годными штамбами кустов шиповника выбирается один наиболее сильный хлыстик, а остальные побеги удаляются. Удаление ненужных в кусте хлыстов производится на месте до выкопки (в августе) с тем, чтобы раны после среза могли заплыть образовавшимся валиком (см. рис.).

В результате вырезки получается утолщение; хотя оно и не злокачественно, но в культуре благородной розы весьма нежелательно, так как сокращает жизнь благородной розы, привитой на штамб. Помимо этого, утолщение, являясь сложным пеньком от нескольких срезанных веток, часто бывает очагом разных грибных заболеваний, вызывающих загнивание основания штамба.

Ко всем этим недостаткам нужно добавить дефект в самом штамбе: избранная ветка бывает, как правило, все же не совсем полноценной, так как не успевает приобрести нужной толщины и представляет собою тоненький хлыстик, обычно изогнутый в верхней части. Таковы недостатки этого способа выращивания дичка-штамба.

По новому способу шиповник однолетнего возраста, выращенный в разводочном отделении от посева стратифицированными семенами, осенью выкапывается и переносится на участок для выведения штамбов-подвоев; этот участок должен быть и школой выведения культурных штамбовых роз. Прививать в подвой-штамбы глазки благородных роз следует здесь же, без повторной переноски дичков на новый участок, поэтому посадка однолеток производится осенью, в год выборки шиповника из разводочного питомника, или весной следующего года, на расстоянии, необходимом для нормального развития будущих штамбовых роз: в ряду дается 40—50 см и в междурядьях — 100 см. При такой посадке пространства между соседними растениями будет вполне достаточно для развития их крон. На 1 га в этом случае размещается 16—20 тыс. растений. Как правило, перед посадкой корни должны обрезаться на 1/3—1/2 всей их длины и обмакивать-

ся в сметанообразную жижу, приготовленную из коровяка и глины, взятых в отношении 1 : 2. Весной первого года посадки у всех растений сильно обрезается надземная часть и оставляются на каждом дичке по две-три почки.

Для получения в более короткий срок необходимой высоты и мощности отрастающих побегов-«хлыстов», почва на участке должна быть хорошо обработана с осени на глубину 25—28 см и заправлена с осени же органическими удобрениями (перегной, полуупревший навоз, торф-компост) в количестве 80—100 т на 1 га; эта норма рекомендуется для легких суглинистых, оподзоленных почв. В дальнейшем, весной и летом необходимы подкормки: два — три раза в сезон вносятся минеральные смеси.

Из оставленных после обрезки двух — трех почек на дичках развиваются побеги по числу этих почек, а иногда и меньше. Весной при развитии всех побегов до высоты 15—20 см выбирается и оставляется для подвоя один, наиболее сильный, остальные вырезаются «на кольцо». Оставленные по одному на каждом дичке, побеги, освободясь от конкурентов, будут быстро развиваться; применяемые подкормки окажут свое действие, и к осени получатся полноценные однолетки-штамбы, к которым и прикулируются в этом же году в августе благородные сорта роз (см. рис.).

Описанный способ выведения из шиповника штамбов под розу, как показал многолетний опыт, имеет большие преимущества. При выращивании штамба он дает экономию во времени не менее чем в два года, при меньшей затрате труда и средств. Штамб получается стройный, мощный и долговечный, без уродливого утолщения у корневой шейки. Новый способ безусловно создает условия ускоренного выпуска штамбовых роз в значительно больших масштабах, чем до сих пор. При его применении сады, парки, скверы и бульвары наших городов и поселков могут быть в ближайшие годы обогащены прекрасными штамбовыми розами.

И. В. Цицугин

Главный ботанический сад Академии наук СССР (Москва)



ВЫДАЮЩИЙСЯ ФИЗИОЛОГ И ОБЩЕСТВЕННЫЙ ДЕЯТЕЛЬ

К КОНЧИНЕ АКАДЕМИКА К. М. БЫКОВА



Советская наука понесла тяжелую утрату. Ушел из жизни один из выдающихся наших ученых, продолжатель учения И. П. Павлова, создатель теории взаимоотношений коры головного мозга и внутренних органов, академик Константин Михайлович Быков. В лице К. М. Быкова журнал «Природа» теряет одного из многолетних членов редколлегии.

Вся жизнь и неиссякаемая творческая деятельность К. М. Быкова — пример безраздельного служения науке и народу. Окончив в 1912 г. медицинский факультет Казанского университета, он работает помощником прозектора, а затем прозектором при кафедре физиологии этого университета. Обширная клиническая практика и научная работа в университете послужила тем фундаментом, на котором окрепли взгляды молодого ученого. Но его талант исследователя и экспериментатора достигает расцвета лишь с переездом в Ленинград, где в Институте экспериментальной медицины он начинает работать под непосредственным руководством великого Павлова. Глубина научной мысли, смелый эксперимент, умение широко обобщать природные явления — эти черты молодого ученого сразу выделяют его среди сотрудников — К. М. Быков становится одним из ближайших учеников Павлова. Великий ученый как бы передоверяет своему ученику разработку одного из главных положений своего учения — о господствующей роли коры головного мозга в деятельности всего организма. Верный последователь И. П. Павлова берет на себя задачу изучить и обосновать взгляды своего учителя на роль головного мозга в отношении внутренних органов и взаимодействия между ними. Многолетними исследованиями К. М. Быкова удалось открыть и описать специальные нервные аппараты, выполняющие роль своеобразных внутренних «органов чувств», благодаря которым осуществляется связь между корой больших полушарий головного мозга и внутренней средой. Не менее важны и

другие исследования, в которых К. М. Быков со своими сотрудниками развивает и поднимает на еще большую высоту павловское учение. Это в первую очередь вопросы физиологии пищеварения. К. М. Быковым было выдвинуто учение о секреторных полях желудка, определено значение механического раздражения желудочных желез и детально исследованы особенности пищеварения человека. Гармонично сочетая в себе черты ученого-экспериментатора и клинициста, К. М. Быков стремится увязать свои творческие взгляды с насущными задачами здравоохранения. Достаточно общего, беглого обзора, чтобы убедиться в том, как широки и разнообразны были научные интересы этого ученого. Его труды открыли новые пути исследований не только для физиологии и психологии, они вооружили медицину новыми методами профилактики и лечения заболеваний человека.

Заслуги ученого были высоко оценены: К. М. Быков — почетный член ряда иностранных академий; его труд «Кора головного мозга и внутренние органы» был в 1946 г. удостоен Сталинской премии первой степени, а в 1952 г. ученый был награжден золотой медалью им. И. П. Павлова.

Наша Родина, советский народ знает и будет помнить К. М. Быкова не только как ученого, но и как патриота, активного общественного деятеля. В течение многих лет он с честью представлял советскую науку на международных конгрессах и конференциях. Горячий поборник мира и дружбы народов, он активно участвовал в движении за мир, состоял членом Советского Комитета защиты мира. К. М. Быков неоднократно избирался депутатом Верховного Совета РСФСР, открывал ее сессии. Недавно избранные советского народа облекли его высоким доверием, избрав К. М. Быкова заместителем Председателя Верховного Совета РСФСР.

Смерть оборвала кипучую деятельность этого талантливого ученого и общественного деятеля, память о котором навсегда сохранится.

ХРОНИКА НАУЧНОЙ ЖИЗНИ

ОБЩЕЕ (ГОДИЧНОЕ) СОБРАНИЕ АКАДЕМИИ НАУК СССР

В Москве, в Доме ученых с 26 по 28 марта 1959 г. проходила сессия Общего (годового) собрания Академии наук СССР.

Решения XXI съезда партии, реализация которых уже активно началась в нашей стране, открывают грандиозные перспективы развития науки. Принятый съездом семилетний план построен на строго научных основах и в его выполнении большая роль отведена науке, достижения которой должны быстро и эффективно внедряться в практику, двигая вперед все отрасли промышленности и сельского хозяйства. Роли и задачам советских ученых в осуществлении исторических предначертаний XXI съезда партии и было посвящено Общее собрание Академии наук СССР.

— Наша наука находится сейчас на таком уровне, — сказал в своем вступительном слове Президент Академии наук СССР акад. А. Н. Несмеянов, — что может и должна внести свой большой вклад в общее дело. Усилия советской науки должны быть направлены в первую очередь на решение задач, определяющих или непосредственно влияющих на повышение производительности общественного труда.

Рядом цифр и фактов акад. А. Н. Несмеянов нарисовал картину неуклонного роста материально-технической базы советской науки, ее исследовательских учреждений и кадров. Сейчас стоит задача резко усилить вклад науки в развитие народного хозяйства. Необходимо выше поднять уровень науки, чтобы в своей деятельности она стала ближе, как можно ближе к жизни, к задачам великого семилетнего плана.

С докладом «XXI съезд КПСС и задачи советской науки» выступил вице-президент Академии наук СССР акад. А. В. Топчиев. Докладчик кратко остановился на важнейших итогах работы советских уч-

ных за истекший год. Он указывает, что достигнуты дальнейшие успехи по пути овладения закономерностями управляемого термоядерного синтеза. Большой интерес зарубежных ученых вызвала установка «Огра» для изучения протекания термоядерных реакций. Важные результаты получены при изучении космических лучей на больших высотах при помощи аппаратуры, установленной на искусственных спутниках Земли и космической ракете. В 1958 г. советские ученые выполнили обширные научные исследования по плану МГТ. Институтом точной механики и вычислительной техники совместно с институтами промышленности создана и передана для серийного производства универсальная быстродействующая электронная машина, по многим своим показателям превосходящая существующие отечественные и серийные зарубежные вычислительные конструкции.

В Физико-техническом институте открыты новые принципы управления током в полупроводниковых приборах, что позволило создать ряд качественно новых приборов. Новые принципы найдут широкое применение при создании управляемых мощных выпрямителей, мощных генераторов радиочастот, безынерционных реле в автоматике. Выделяются по своему значению работы по пентроскопии, осуществленные электрофизической лабораторией Института металлургии в тесном сотрудничестве с другими научными учреждениями Академии наук СССР. Эти работы окажут плодотворное влияние на развитие исследований в самых разнообразных областях — металлургии, автоматизации, полупроводников, в медицине и биологии.

— В связи с решением майского Пленума ЦК КПСС о развитии химической промышленности, — говорит А. В. Топчиев, — существенно активизировались химические исследования. В институтах высокомолекулярных соединений, элементоорганических соединений, химической физики получены

ряд новых полимеров, отличающихся высокой термической устойчивостью. В результате развития работ в области цепных реакций удалось найти путь управления разнообразными химическими процессами. В частности, на основе цепной реакции окисления углеводов в Институте химической физики разработан новый метод получения уксусной кислоты. Сейчас принято решение о создании предприятия по производству уксусной кислоты этим методом.

Новая эффективная технология получения полипропилена разработана на основе научных результатов, полученных институтами нефтехимического синтеза и химической физики. Существенно продвинулись вперед исследования новых ароматических систем, реакционной способности и механизмов реакции органических веществ. Эти достижения значительно укрепляют позиции химиков-органиков в их работах по синтезу веществ с практически ценными свойствами. Советские ученые добились больших успехов в применении радиоспектроскопических методов и прежде всего метода электронного парамагнитного резонанса в химии, биохимии и при исследовании радиационных воздействий на вещества.

Перечислив ряд важных результатов, достигнутых в области геолого-географических работ, докладчик сообщает, что общий план разработки в 1958 г. 298 проблем, объединяющих 5030 тем, в основном выполнен.

Большую часть своего доклада акад. А. В. Топчиев посвятил назревшей организационной перестройке Академии наук СССР и ее учреждений, которая должна приблизить научно-исследовательскую работу к запросам жизни, повысить эффективность труда ученых, создать «зеленую улицу» всему новому, прогрессивному, обеспечить быстрее внедрение достижений науки в народное хозяйство. Меры по перестройке должны помочь сконцентрировать ведущие силы для быстрой реализации решений XXI съезда — великого семилетнего плана, положить конец неоправданному параллелизму в научной работе, излишней трате людских и материальных ресурсов, укрепить связь науки с производством.

В результате обсуждения решений XXI съезда и вытекающих из них конкретных задач во всех институтах и отделениях Президиумом Академии были разработаны предложения. Они касаются ведущих направлений научных работ, изменения системы координации и планирования исследований, перестройки структуры институтов, воспитания, использования и расстановки кадров, улучшения сети научных учреждений, работы бюро отделений и Президиума Академии наук СССР.

Подробно осветив вырисовывающиеся в связи

с поставленными XXI съездом задачами основные направления научных работ, докладчик подчеркивает:

— Главное заключается в том, чтобы, находясь на передовых позициях научного фронта, вовремя учесть новые перспективы и идеи и на основе их быстро развернуть исследования, а получив результаты, совместно с промышленностью в кратчайшие сроки внедрить их в производство. Чтобы расчистить путь новому, прогрессивному, необходимо решительно освободиться от груза устарелой и бесплодной тематики.

Касаясь планирования и координации научной деятельности, докладчик рассказывает о намечаемых новых принципах постановки этого дела. Вносится предложение, чтобы в государственном масштабе утверждать лишь основные направления научных исследований в СССР. Опираясь на эти направления, институты будут составлять свои планы работ. Для координации работ предполагается образовывать научные советы, в которые должны войти ученые и специалисты, возглавляющие в различных институтах, проектных и конструкторских организациях исследования в данном направлении. На научные советы должна быть возложена разработка согласованных перспективных планов, проверка их осуществления, информация о достижениях, рекомендация наиболее важных исследований, порядка и сроков внедрения.

Акад. А. В. Топчиев говорит о решающем значении хорошо налаженной информации для координации и устранения параллелизма в исследованиях, о необходимости согласованности в работе, об улучшении постановки дела внедрения научных результатов в производство.

Серьезные изменения предстоят в структуре институтов. Укоренившиеся организационные формы мешают быстрой разработке актуальных тем и проблем. Структура исследовательских учреждений должна не застывать, а изменяться по мере появления новых научных проблем. Лаборатории после выполнения задач должны перестраиваться для решения новых проблем.

Акад. А. В. Топчиев поддерживает предложения о пересмотре сети научных учреждений и размещении их ближе к объектам исследования. Он ставит вопрос об установлении наиболее тесного контакта между различными отделениями для совместной работы над общими проблемами. Смелее следует идти на образование объединенных институтов, таких, например, как Институт радиационной физико-химической биологии, который будет подотчетен трем отделениям: физико-математическому, химическому и биологическому. Создается как бы ассоциа-

ция отделений через институты, исследующие вопросы, стоящие на стыках различных наук. Назрела необходимость внести существенные изменения в структуру Отделения биологических наук для правильного разграбления сферы его деятельности и деятельности Академий сельскохозяйственных и медицинских наук.

Для того чтобы улучшить деятельность геологических институтов Москвы и Ленинграда, усилить исследования на местах, надо передать работы по узорегиональной и отраслевой тематике геологическим учреждениям академий наук союзных республик, филиалов АН СССР, министерств геологии и охраны недр.

Большую роль должно сыграть создание таких централизованных крепких организаций, как Вычислительный центр, Центральный институт и местные лаборатории анализа и измерений и ряд других учреждений, которые должны обслуживать пущды различных исследовательских институтов.

Далее докладчик говорит о перестройке работы Президиума, отделений и Общего собрания Академии наук СССР. В частности, он поднял вопрос об освобождении Президиума от обсуждения таких вопросов, которые с успехом могут быть разрешены бюро отделений.

По докладу А. В. Топчиева развернулись оживленные прения, в которых приняли участие не только академики и члены-корреспонденты, но и руководители крупнейших научно-исследовательских институтов, лабораторий. В центре выступлений стояли вопросы перестройки всей системы организации научной работы для успешного проведения в жизнь выдвинутого семилетним планом развития народного хозяйства.

Большинство ораторов поддержало предложение о создании научных советов. Президент Академии наук Латвийской ССР Я. В. Пейве рассказал об опыте работы Ученого Совета по микроэлементам, координирующего исследования институтов и вузов страны.

Многие из выступавших говорили о причинах, мешающих продвижению важных научных проблем, внедрению результатов исследований в производство. Акад. А. Ф. Иоффе указал, что на XXI съезде проблема полупроводников была выдвинута как одна из важнейших. В ее разработке наша наука достигла значительных успехов и опередила в этом отношении США, Англию, Францию и другие страны мира. Крупнейшие фирмы США стремятся купить у нас лицензии на право пользоваться результатами исследований полупроводников. Но для достижения успехов в исследованиях другой части этой проблемы, по которым мы еще отстаем (использова-

ние полупроводников в радиоэлектронике), необходимо объединить усилия физиков, работающих в различных институтах и лабораториях, создать более благоприятные условия для их работы.

Ряд вопросов биологической науки поднял в своем выступлении член-корреспондент Академии наук СССР Н. М. Сисакян. Он указывает, что в плане основных научных направлений следовало бы предусмотреть изучение почв нашей страны, изучение почвенных ресурсов, которые имеют громадное значение для развития производительных сил, особенно для решения тех больших задач, которые поставлены в области сельского хозяйства.

В связи с успехами в изучении космического пространства возникает необходимость постановки и разработки широким фронтом проблем космической биологии. Эта проблема имеет многогранные аспекты и может успешно разрабатываться только комплексно, при участии биологов, медиков, физиков, химиков и специалистов других областей знания.

Исключительный научный интерес представляет вопрос о том, локализована ли жизнь лишь на нашей планете, или она существует на других планетах, и в какой форме. Возможностей для решения этого вопроса у нас раньше не было, сейчас они открываются. При хорошей организации исследования в этой области могут дать большие результаты, перерасти национальные рамки и стать верным средством международного научного сотрудничества. Для оказания быстрой и реальной помощи биологической науке необходимо немедленное, смелое и широкое обновление устаревшего оборудования многих лабораторий, в особенности в давно организованных институтах.

Акад. Н. Н. Семенов, подчеркивая назревшую необходимость в перестройке организации исследования, указывает на разобщенность в работе различных специалистов. Между тем, интересы науки, интересы решительного наступления на новые, еще не взятые вершины науки требуют комплексного изучения проблем, широкого знания научных вопросов. Акад. Н. Н. Семенов призывает ученых не только контактировать свою деятельность с исследованиями в смежных областях знания, но и глубоко интересоваться ходом этих исследований, быть в курсе последних достижений других дисциплин и областей знания.

Отмечая серьезные сдвиги в химических науках после решения майского Пленума ЦК КПСС, внедрение ряда результатов исследования полимеров в производство, акад. Н. Н. Семенов указывает, что еще многое предстоит химикам сделать для полного претворения в жизнь решений партии об

ускоренном развитии химической промышленности, в особенности по выработке синтетических материалов.

— Основная цель, — говорит акад. Е. Н. Павловский, — зоологических наук и связанных с ними сельскохозяйственных наук — преумножение ресурсов, поддержание их в таком состоянии, чтобы они являлись неиссякаемым источником пищевых и технических продуктов, необходимых для развития народного хозяйства нашей страны. Рядом примеров акад. Е. Н. Павловский привлекает внимание к вопросам охраны природных богатств водоемов, где из-за спуска вредных сточных вод гибнут колоссальные рыбные запасы. Опасности такого рода подвергается Черное море, перед угрозой стоит и Байкал. Акад. Е. Н. Павловский ставит вопрос об осуществлении ряда мер по сохранению рыбных богатств при гидроэлектростроительстве. В заключение он привлекает внимание ученых к комплексному изучению проблемы взаимного влияния организмов и внешней среды. Эта задача может быть разрешена лишь совместными усилиями экологов, зоологов, ботаников, физиков, химиков, биохимиков и физиологов.

С интересом выслушали участники Общего собрания сообщение акад. М. А. Лаврентьева о павшей деятельности Сибирского отделения Академии наук СССР. Полным ходом идет строительство научного городка близ Новосибирска на побережье Обского моря. Скоро завершится строительство здания Института гидродинамики, в котором пока разместится несколько институтов. К концу 1959 г. будет выстроено здание Института геологии и геофизики. Вступают в строй жилые дома для научных сотрудников.

Выступлением директора Института научной информации А. И. Михайлова была охарактеризована деятельность этого единственного в мире учреждения. Институт реферирует 11 тыс. периодических изданий из 92 стран мира, его работами широко пользуются не только в нашей стране, но и за рубежом.

В дальнейших прениях, в которых приняли участие академики М. Б. Митин, А. М. Деборин, В. С. Немчинов, И. И. Мишц, А. Е. Арбузов, А. А. Благонравов, чл.-корр. АН СССР В. В. Белоусов и другие, были подняты вопросы об улучшении исследовательской работы в области гуманитарных

наук, вопросы подготовки кадров, оснащения научных лабораторий более совершенным оборудованием и техникой, роли технических наук в осуществлении великого семилетнего плана.

По докладу А. В. Топчиева Общее собрание приняло решение, в котором подчеркнуто огромное историческое значение решений XXI съезда для дальнейшего развития науки, выделены главные направления научных исследований и намечена программа улучшения организации научной работы.

С докладом «Исследование космического пространства с помощью ракет и спутников» выступил Президент Академии наук СССР акад. А. Н. Несмеянов. В докладе были освещены лишь те опыты, по которым в настоящее время закончена обработка материалов. Однако и эти результаты показывают, что запуск искусственных спутников Земли и космической ракеты позволил получить данные о процессах, происходящих в верхней атмосфере, о распространении радиоволн, о космическом излучении и потоках частиц вокруг Земли, о магнитном поле Земли, а также данные по космической биологии, которые имеют фундаментальное научное значение.

— По существу нет ни одной области естествознания, — говорит в заключение своего интересного доклада акад. А. Н. Несмеянов, — которая в той или иной степени не участвовала бы в решении грандиозной проблемы исследования космического пространства. Этот синтез науки и техники принес замечательные результаты. Ими может гордиться все прогрессивное человечество.

По поручению Совета Министров СССР Общее собрание утвердило новый Устав Академии наук СССР.

На заключительном заседании был заслушан доклад о присуждении в 1958 г. Ленинских премий работникам Академии наук, была вручена золотая медаль им. И. П. Павлова действительному члену Академии медицинских наук СССР П. С. Купалову за работы по изучению нормальной и патологической деятельности больших полушарий головного мозга. Ряду научных работников были вручены дипломы о награждении ежегодными премиями имени Н. С. Курнакова, А. П. Карпинского, В. О. Ковалевского, В. В. Докучаева, С. А. Чаплыгина, П. Н. Яблочкова, Н. Г. Чернышевского, В. Г. Белинского.

С большим подъемом Общее собрание Академии наук СССР приняло приветствие Центральному Комитету Коммунистической партии Советского Союза

ЗАМЕТКИ И НАБЛЮДЕНИЯ

ДВА СМЕРЧА

Смерчи — редкое для Европейской части СССР явление природы. Однако в последнее время, по-видимому, они стали появляться чаще. Ниже приводим письма читателей нашего журнала о наблюдаемых ими смерчах.

Преподаватель *А. Т. Смирнов* сообщает: «24 июня 1958 г. в 14 час. 20 мин. в районе пос. Усвяты, Псковской области наблюдалось редкое для нашей местности явление — прохождение смерча. Облачность была низкой (200—250 м), шел небольшой дождь. В 14 час. 15 мин. смерч, двигаясь на северо-запад, прошел над оз. Усвятским, расположенным

в 1 км от пос. Усвяты, захватив большие массы воды и вместе с ними лодки, лежавшие на берегу. Лодки были приподняты, разрушены и обломки их были перенесены на 400—500 м по направлению к поселку.

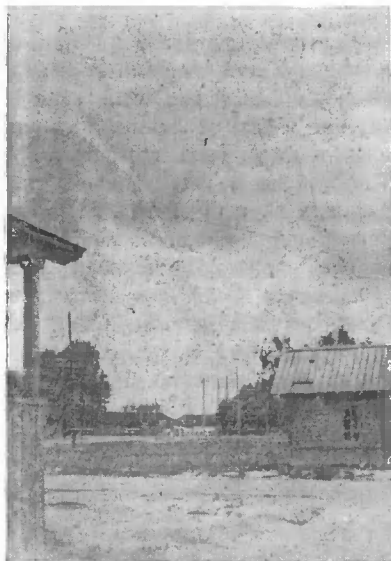
При прохождении смерча над окраиной пос. Усвяты были произведены значительные разрушения. К счастью, человеческих жертв не было. Сруб строившегося дома был приподнят и отброшен на 8—10 м. Следующий по направлению движения смерча дом был также приподнят и отброшен на 5—8 м. В доме, расположенном справа от направления движения смерча, был выломан простенок и выбиты рамы. У всех домов, находившихся на пути смерча, крыши были сорваны, разрушены и перебро-

шены на весьма значительное расстояние. Обломки строений с большой скоростью переносились на 1—1,5 км. Были повалены телеграфные столбы, вырваны кустарники и мелкие деревья. Ширина полосы разрушений, произведенных смерчем, достигала 50—55 м. Общий путь смерча 10—12 км.

Старожилы утверждают, что подобные явления в этой местности до сих пор не наблюдались.

Сфотографировать смерч не удалось, так как он был слегка прикрыт пеленой дождя.

Б. В. Жарков из г. Семёнова, Горьковской обл., наблюдал и сфотографировал смерч во время грозы 21 августа 1958 г. в 13 час. московского времени у ст. Суrowатиха, Горьковской обл. (см. рис.). Он сообщает, что «грозо-



Фотографии последовательного развития смерча, наблюдавшегося у станции Суrowатиха 21 августа 1958 г.: слева — вид смерча в 13 час. 12 мин.; справа — в 13 час. 28 мин.

вой фронт не был ярко выражен, но заметное сгущение грозовых облаков наблюдалось в северо-западной части неба, где происходили частые грозовые разряды, хотя дождя еще не было.

В месте сгущения туч образовался слегка отклоняющийся от вертикали белый столб неровных очертаний с заметными воронкообразными утолщениями в верхней и нижней части. Столб перемещался, казалось, быстрее, чем тучи, но в том же направлении. Под столбом происходило сильное завихрение, в воздух поднимались мусор, пшеница, трава, сено из стогов. В пределах видимости крупных строений на пути вихря не было.

Наблюдения подобных явлений очень важны, так как дают возможность уяснить характер движения слоев воздуха у поверхности земли.

КРУПНЫЙ МЕТЕОР НАД КОЛЬСКИМ ПОЛУОСТРОВОМ

21 ноября 1957 г. с 20 час. 15 мин. до 20 час. 20 мин. по московскому времени я наблюдал прохождение крупного метеора над северной частью Кольского полуострова. Погода во время наблюдений была ясная, в темноте были видны все звезды. Метеор наблюдался мною в г. Кировске в промежутке азимутов $350-30^\circ$ под углом $35-50^\circ$ к горизонту, причем движение его происходило с востока на запад. Траектория движения сначала была параллельной горизонту, затем ее направление изменилось и в конце движения было почти нормальным к горизонту. Метеор можно было принять за движущуюся звезду, яркость которой в десятки раз превышала яркость окружающих звезд. Она все время увеличивалась, и в конце своего видимого движения, особенно в последние несколько секунд, метеор вспыхнул весьма сильно и погас. Цвет метеора вначале ярко-желтый, к концу движения сменился оранжево-желтым. За метеором был виден «огненный хвост», постепенно расширяющийся к концу с заметным ослаблением видимости. Это явление наблюдали и другие жители г. Кировска, которые обратили внимание на необычную яркость метеора и его «огненный хвост».

Н. А. Корнилов

Кольский филиал Академии наук СССР (Кировск)

СНЕГ В ПЕРИОД ТЕПЛОЙ ПОГОДЫ

Начало мая 1957 г. в Новосибирске было, как обычно, теплым. Очистились ото льда водосмы, зазеленела растительность. И вдруг 11 мая прошел сильный снегопад, в результате которого образо-



Снег на деревьях со свежей листвой

вался снежный покров, местами достигавший толщины в 20—30 см. Получилась своеобразная картина — сочетание молодой яркой зелени с чистым белым снегом (см. рис.). Выпавший снег вскоре растаял.

И. К. Бик
Новосибирск

ИСКУССТВЕННОЕ ДОЖДЕВАНИЕ НА АЛМАЗОНОСНОМ УЧАСТКЕ

Алмазы в Якутии встречаются не только в многочисленных коренных месторождениях — кимберлитовых трубках, но и в богатых россыпных место-



Опытная дождевальная установка на месторождении алмазов в бассейне реки Вилюй

рождениях, в песке и галечнике аллювиальных отложений рек, размывавших некогда кимберлит. Однако эти отложения находятся в многолетнемерзлом состоянии и поэтому весьма трудно поддаются разработке.

Институт мерзлотоведения им. В. А. Обручева Академии наук СССР в районе крупнейшего месторождения на одном из притоков Вилюя изучает особенности многолетнемерзлых пород и, совместно с производственными организациями, изыскивает эффективные способы оттаивания и разработки алмазонасыщенных пород. На фотографии показано искусственное дождевание, которое проводит Вилюйская экспедиция Института мерзлотоведения на одном из опытных участков, с целью ускорения и увеличения оттаивания алмазонасыщенных пород.

А. И. Ефимов

Институт мерзлотоведения им. В. А. Обручева
Академии наук СССР (Москва)

ДОСТОПРИМЕЧАТЕЛЬНЫЕ ОСОБИ ДУБА В КРЫМУ

Дуб — одна из наиболее долговечных древесных пород. Некоторые особи его достигают в глубокой старости огромных размеров и становятся как бы памятниками природы. В Крыму есть несколько таких достопримечательных деревьев. В прежние времена здесь пользовался большой популярностью колоссальный дуб, произраставший в пойме реки Бельбек, близ поселка Бююк-Сюйренъ (ныне Танковое). Он находился в фруктовом саду имения, принадлежавшего в XVIII столетии адмиралу Де Рибасу. Изображение этого дуба было помещено в журнале «Пчела» за 1878 г., в нескольких номерах журнала «Нива» и фигурировало на многочисленных открытках. Известный ботаник и путешественник XVIII столетия Паллас считал этот дуб самым большим деревом в Крыму. По его измерениям, окружность ствола дерева у поверхности почвы равнялась 7,6 м, а на высоте человеческого роста — 9 м.

В 1852 г. дуб был измерен Стевенем, основателем и первым директором Никитского ботанического сада. По измерениям, произведенным Стевенем, окружность ствола этого дерева равнялась 11,1 м, высота 26,7 м, а диаметр кроны 31 м.

В ноябре 1910 г., по поручению известного помолога Л. П. Смирненко, дуб был снова тщательно обмерен, причем оказалось, что окружность его ствола у поверхности земли равнялась 10,4 м, а на высоте двух метров — 10,6 м. После этого измерения не производились (по рассказам старожилов, знаменитый дуб был срублен в 1922 г.).

Несколько великолепных особей дуба произрастает в настоящее время в г. Симферополе, по ул. Шмидта, на участке бывшего отделения Никитского ботанического сада. Из них особенно замечателен один, названный нами «Богатырем Тавриды». По нашим измерениям, сделанным в 1955 г., он имел окружность ствола на высоте груди 5,25 м, высоту 25 м, диаметр кроны 30 м и находился в полном расцвете своей жизнедеятельности, хотя возраст его, по всей вероятности, был не менее 500 лет.

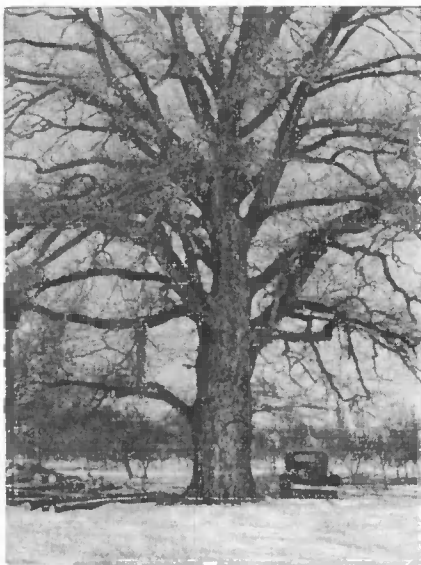
Такой же выдающийся по размерам и древности дуб находится в 3 км от г. Белогорска, на территории совхоза «Предгорье». Дуб расположен в долине р. Карасу, почти у самого ее русла. Из общего основания, имеющего мощные корневые наплывы, расходятся четыре могучих ствола. Наплывы корней и углубления между сросшимися стволами придают дереву большую живописность. По измерениям 1955 г., окружность общего основания сросшихся стволов равна у поверхности земли 9,4 м, а на высоте груди 8,5 м. Диаметр кроны составляет 30 м, высота дерева 22 м. Возраст дерева примерно 300 лет.

Большой популярностью в Крыму пользуется 500-летний дуб, произрастающий в Никитском ботаническом саду. По измерениям 1956 г., он имел окружность ствола на высоте груди 4 м, высоту 19 м и диаметр кроны 12 м.

Л. И. Рубцов

Доктор биологических наук

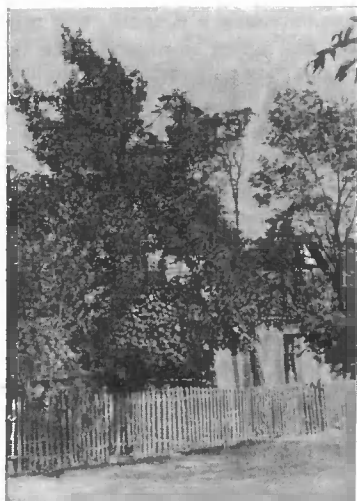
Ботанический сад Академии наук
Украинской ССР (Киев)



500-летний дуб, произрастающий в Симферопольском отделении Никитского ботанического сада

«ВИНОГРАДНОЕ ДЕРЕВО»

На берегу Черного моря, в г. Геленджике, Краснодарского края, на перекрестке улиц Советской и Кирова, на одном из углов, стоит небольшой домик. Во дворе этого дома и растет дерево, которое можно было бы назвать «виноградным». В действи-



Дерево шелковицы, оплетенное виноградом

тельности же это шелковица, вполне взрослое дерево, высотой в 15—17 м. Осенью, когда зреет виноград, вся крона на шелковицы, от нижних веток до самой ее верхушки, увешана черными гроздьями зреющего винограда. Дело в том, что его густая листва полностью скрывает мощные «рукава» виноградной лозы Изабеллы, которая растет по соседству с деревом, и которая, как лиана в джунглях, обвила ветви шелковицы по всей высоте дерева. Эта лоза выросла в могучую лиану. Почва, как видно, для нее никогда специально не обрабатывалась и не удобрялась. Все это лишний раз свидетельствует о том, насколько природные условия Геленджика сами по себе благоприятны для произрастания винограда и занятия виноградарством.

С. П. Боровский

Краснодар

ВСЕЛЕНИЕ ТЕРЕДИНИД
В АЗОВСКОЕ МОРЕ

Вдоль всего побережья Черного моря распространено несколько видов сверлящих дерево моллюсков из семейства Terebinthidae, обычно называемых «корабельными червями». Сравнительно большая скорость сверления сочетается у корабельного червя с колоссальной плодовитостью, в результате чего его разрушительная деятельность приносит огромные убытки народному хозяйству. Так, например, *T. navalis* L., вид наиболее широко распространенный в Черном море, в Новороссийске за

один—два года мог полностью вывести из строя сваи диаметром в 20—25 см. До последнего времени *T. navalis* доходил до северной части Керченского пролива. Специальные наблюдения, проводившиеся в 1931 и 1954 г.г. в порту Мысовое (Азовское море), расположенном к западу от Керченского пролива, свидетельствовали об отсутствии древоточцев даже в этом наиболее осолоненном районе Азовского моря¹.

Вплоть до лета 1958 г. местные рыбаки в порту Мысовое также не замечали появления этого моллюска. Сваи причалов и гундеры (деревянные шесты для неводов), которые выставлялись рыбаками в районе порта, никогда не носили признаков повреждения. Однако в мае 1958 г. во многих гундерах были найдены крупные ходы тередо. Большая часть этих ходов располагалась у основания шестов. Гундеры были осмотрены лишь через несколько месяцев после их подъема из воды и поэтому живых моллюсков в них не оказалось.

Тем не менее, хорошо сохранившаяся известковая выстилка ходов свидетельствует о том, что тередо сравнительно недавно в них находились. Судя по длине хода, достигающей 10—11 см при диаметре последнего до 0,8 см, можно предположить, что моллюски жили и нормально развивались внутри гундеров по крайней мере весь теплый сезон 1957 г. При опросе рыбаков установлено, что дерево, использованное на гундеры, нигде, кроме бухты, в которой расположен порт, не ставилось.

Отсутствие терединид в Азовском море объяснялось до сих пор низкой соленостью воды в этом подоеме. Средняя многолетняя соленость Азовского моря до зарегулирования стока рек Дона и Кубани равнялась 10,6‰. Сильное уменьшение речного стока в течение нескольких последних лет в связи с гидростроительством на р. Дон и Кубань, привело к значительному осолонению Азовского моря. Так к концу 1953 г. средняя соленость в нем достигла 12,31‰².

Появление *T. navalis* у Крымского берега Азовского моря, т. е. в его самой осолоненной части, подтверждает правильность существующего прогноза по поводу возможного проваккования этого моллюска в Азовское море. Н. И. Тарасов³ еще в 1943 г. высказал предположение о подобной опасности и указал на необходимость принятия заблаговременных предохранительных мер. Р. К. Пастернак⁴ в

¹ См. П. И. Рябчиков. Распространение древоточцев в морях СССР, Изд-во АН СССР, 1957.

² См. Л. А. Шульга. Об изменении солености Азовского моря в связи с заполнением Цимлянского водохранилища, Тр. Гос. океанографич. ин-та, вып. 21, 1955.

³ См. Н. И. Тарасов. Биология моря и флот, 1943.

⁴ См. Р. К. Пастернак. Некоторые вопросы энтомологии корабельного червя. Автореферат диссертации, 1958.

1958 г. на основании исследования отношения личинок *T. navalis* к условиям пониженной солености дала обоснованный прогноз о возможности расширения ареала этого вида за счет Азовского моря при соответствующем повышении его солености. Продолжающееся осолонение Азовского моря приведет к дальнейшему заселению его этим видом. Поскольку в Азовском море широко используются причалы на деревянных сваях и постоянно эксплуатируются деревянные рыболовные суда, проникновение туда столь опасного вредителя древесины может нанести большой ущерб народному хозяйству.

С. Е. Есакова

И. Н. Солдатова

Институт океанологии Академии наук СССР (Москва)

О НАПРАВЛЕНИИ ЛЕТКА ИСКУССТВЕННЫХ ГНЕЗДОВИЙ ПТИЦ

Влияет ли направление летка искусственных гнездовых на заселение их птицами — до сих пор окончательно не установлено. Известно, что некоторые птицы предпочитают гнездовья с летками, обращенными на юг или восток; наряду с этим замечено, что направление летка скворечника или дуплянки при выборе птицами места для гнездования существенного значения не имеет. Птицы гораздо более требовательны к экологическим условиям вокруг гнездовья, нежели к направлению летка. Наблюдения, проведенные автором на Звенигородской биологической станции Московского университета, показали, что направление летка может иметь лишь второстепенное значение при заселении птицами искусственных гнездовых.

Весной 1954 г. в квартале леса, лишенном естественных дупел (лиственные жердняки, перемежающиеся с участками спелых еловых лесов), было развешено более 100 искусственных гнездовых — синичников со съемными крышками. В этом же году там появились мухоловки-пеструшки, заселившие их. В последующие годы основным видом, заселявшим эти гнездовья, была также мухоловка-пеструшка. Кроме того, здесь загнездились отдельные пары больших синиц и горихвосток. Гнездовья оказались заселены на 50—70%. Выбор их птицами определялся в первую очередь конкретными условиями местности, а не направлением летка. Так, например, в 1956 г. больше всего заселялись гнездовья с летком, обращенным на запад, северо-запад и восток, а в 1957 г. с летком на север и юго-запад. Гнездовья с летком, обращенным на юго-восток, заселялись слабо. В целом же предпочтения гнездовых с какой-либо определенной ориентацией летка отметить не удалось.

Но, как показали дальнейшие наблюдения, направление летка все же не безразлично для судьбы выводка.

Лето 1957 г. было холодное (средняя суточная температура в июне +13,6°, минимальная 7°), дождливое, с сильными ветрами. Такие условия неблагоприятны для выведения потомства; много кладок и выводков погибло. Птенцы гибли во время непогоды (ливни с похолоданием и ветром), при этом больше в тех гнездовьях, летки которых были открыты ветру. Так, в ночь с 14 на 15 июня прошел ливень, сопровождавшийся резким северным и северо-западным ветром. Температура воздуха держалась около 11°. После этого удерживалась ветреная погода с такой же температурой воздуха. Из 42 гнездовых, в которых к этому времени находились выводки мухоловки-пеструшки, в 10 птенцы погибли; восемь из этих десяти гнездовых имели летки, обращенные к северу или западу.

Впрочем, строгую зависимость гибели птенцов от направления летка установить нельзя, так как неровности рельефа, границы разреженных и густых насаждений и другие препятствия создают внутри участка леса особые потоки воздуха, не совпадающие с общим направлением ветра. Так, например была отмечена гибель птенцов в синичниках, обращенных летком на северо-восток (три выводка из четырех). В то же время, в синичниках, обращенных летком на запад (т. е. под тем же углом к господствующим направлениям ветра), не погибли ни один птенец. Не погибли птенцы и во всех четырех гнездовьях, обращенных летком на север (прямо против ветра). Все эти гнездовья были расположены внутри участков густых еловых лесов. При развешивании искусственных гнездовых следует учитывать направление господствующих в течение сезона размножения птиц ветров, чтобы избежать их вредного влияния. Однако при этом необходимо принимать во внимание и конкретные условия местности.

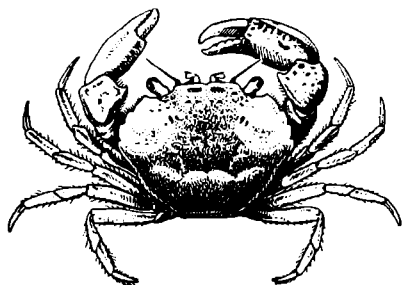
И. А. Шилова

Москва

КРАБ В КАСПИЙСКОМ МОРЕ

В сентябре 1958 г. в Северном Каспии при проведении ихтиологических и гидробиологических работ мальковым тралом, северо-западнее о-ва Куламы, вместе с молодой различными видов рыб было поймано 16 крабов — *Rhithropanopeus harrisi* (Gould)¹. До сих пор крабов в Каспийском море не было. Этот краб — далекий заморский переселенец. Свое

¹ По определению проф. Л. Г. Виноградова и И. Н. Старк.



Найденный в Каспийском море краб
Rhithropanopeus harrisi (Gould)

раблей через Атлантический океан к берегам Голландии в Зюйдерзее. Там он был ошибочно описан как новый вид — *Heteropanope tridentata*. Расселившись у берегов Голландии, крабик затем проник в Черное море, вероятно, тем же способом, что и от берегов Америки к берегам Европы.

В месте поймки краба в Каспии грунт состоял преимущественно из серой ракушки с примесью ила и песка. Температура воды у дна была 15,5—16,2°, соленость составляла 5,7—6,8‰.

Краб был обнаружен среди отложений мертвой зоостеры.

При повторном обследовании в октябре этого же года в тех же участках моря крабы были обнаружены уже в большем числе.

Появление краба в Северном Каспии представляет несомненный интерес и связано с переходом судов из Азово-Черноморья в Каспий. Дело в том, что этот крабик — обитатель не морских вод, а скорее опресненных, и четвертую свою родину он нашел в Азовском море, где очень сильно размножился, расселился и проник дальше через Волго-Донской канал в Каспийское море, где, вероятно, обретет свою пятую родину.

Т. К. Небольсина

Каспийский научно-исследовательский институт морского
рыбного хозяйства и океанографии (Астрахань)

БОРЬБА С ПОРЧЕЙ ВОДЫ ПРИ ПОМОЩИ АНТИБИОТИКОВ

В аквариумном рыбоводстве много неприятностей доставляет порча воды — заражение ее плесенью. Вода издает неприятный запах и теряет прозрачность. Для борьбы с этим явлением нами используется пенициллин в таблетках по 50 тыс. единиц. Таблетка растворяется в аквариумной воде, исходя из нормы 25 тыс. единиц на ведро воды. Действие пенициллина обычно начинает сказываться через 12—24 часа, в зависимости от степени зараженности аквариума: исчезают дурной запах воды, пленка зелени на ее поверхности и пузыри. Других изменений со стороны флоры аквариума не наблюдалось.

Рыбы хорошо переносят указанную дозу антибиотика. Отмечено ускоренное заживление ран у самца-макропода, нанесенных ему другой рыбкой. По-видимому, метод пенициллиновых ванн может быть применен при лечении некоторых заболеваний рыб.

Введение пенициллина в испорченную воду имеет смысл также и в ряде случаев, когда запас воды представляет ценность и хранится длительное время, например, в танках судов при дальнем переходе, особенно в тропиках, в емкостях водоснабжения изолированных поселков, пользующихся привозной водой, и т. д. Известно, что вкусовые качества продуктов, консервируемых при помощи антибиотиков, совершенно не изменяются.

То же самое можно сказать и о воде. Дозировка и выбор антибиотика должны быть произведены в соответствии с учетом конкретных условий и емкости зараженного резервуара воды.

Л. В. Князев
Одесса



КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

ПОЛЕЗНАЯ КНИГА ДЛЯ ЛЮБИТЕЛЕЙ ПРИРОДЫ

М. Миннарт

СВЕТ И ЦВЕТ В ПРИРОДЕ

Перевод под редакцией
Г. А. Лейкина, Физматгиз, 1958,
424 стр.

Книга М. Миннарта весьма необычна для Издательства физико-математической литературы. Даже в научно-популярной серии нам не известна книга, в которой столь большое место занимали бы наблюдения природы с целью увидеть прекрасное, в которой было бы так много стихотворных эпиграфов и поэтических цитат, удачно иллюстрирующих мысли автора. О направленности книги очень хорошо сказано в предисловии: «Эта книга написана для всех, кто любит природу: для молодежи, путешествующей по необъятному миру...; для художника, который любит цветы и светом в пейзаже, но не понимает причины их возникновения; для тех, кто живет в деревне; для всех, кто любит странствовать; а также для тех, кто живет в городе и для кого явления природы не исчезают даже в шуме и грохоте улиц. Мы надеемся, что даже для опытного физика в этой книге может оказаться кое-что новое...».

Названия первых глав напоминают обычный учебник оптики. Автор начинает изложение с законов распространения света — образования тени, отражения и преломления света. Но здесь

нет свойственных учебнику формулировок этих законов. Автор описывает лишь множество разнообразных явлений, которые мы наблюдаем ежедневно из которых можно самому вывести законы распространения света.

Для этого не нужно пользоваться никакими специальными приборами. Явления описываются в том виде, как они предстают перед нашими глазами. Но автор очень четко различает, что из видимого нами соответствует действительно происходящему в природе, что определяется строением человеческого глаза и что относится к эффектам чисто психологическим — так называемым оптическим иллюзиям или оптическому обману. Так, например, свойствами глаза определяется явление сумеречного зрения. Оптический обман представляет собой кажущееся увеличение диска Солнца или Луны вблизи горизонта по сравнению с расположенным высоко в небе (§126). Самые разнообразные оптические иллюзии возникают при наблюдении движущихся предметов. Совершенно искаженным может быть представление о форме. Интересно, например, сравнить свои собственные впечатления о форме небосвода при различных положениях своего тела. В то же время голубизна теней на снегу, бросающаяся в глаза в яркий солнечный день, соответствует действительности, поскольку затененное место

освещается светом голубого неба (§ 110).

Книга учит читателя смотреть на природу другими глазами, видеть то, чего раньше он не видел, не замечал. Многие ли видели гало вокруг Солнца или Луны? А опытный наблюдатель, оказывается, «в нашей части света (автор живет в Голландии), ...если он только наблюдает постоянно, видит в среднем одно гало каждые четыре дня, а в апреле и мае — даже каждые два дня; наиболее наблюдательные видят гало 200 дней в году».

Удачно выбран порядок изложения. Сначала рассматриваются явления, которые имеют наиболее простое объяснение. Постепенно затрагиваются более сложные явления и вводятся новые понятия, которые поэтому легко усвоить и неподготовленному читателю.

Круг явлений, рассмотренных автором, настолько широк, что перечислить их все невозможно. Отчего мерцают звезды? Только ли в пустыне бывают миражи? Нет, мираж можно увидеть и в городе. Зеленый луч — очень редкое явление, немногим удастся его увидеть. Но, оказывается, его наблюдали не только в короткие мгновения после захода Солнца, но и от света маяка, и тогда зеленый луч был виден сколь угодно долго. Когда речь заходит о редких явлениях, автор не ограничивается их об-

яснением, но и говорит, в каких условиях эти явления лучше всего удастся наблюдать.

Подробно останавливается он на свойствах человеческого глаза, как приемника света, посвящая работе глаза отдельную главу. На большом числе примеров показано, что глаз чувствителен к отношениям интенсивностей, а не к их разности (§ 74, 203). Не касаясь природы цветного зрения человека, автор описывает различные эффекты, связанные с особенностями цветового восприятия. Большую роль здесь играет сила света. Если при сумеречном освещении все кажется серым, то очень яркий источник всегда кажется белым. Последнее явление можно легко наблюдать, например, на улицах Москвы, освещенных новыми очень яркими криптоновыми лампами. Сами лампы кажутся белыми. Но если увидеть их издали, и особенно сквозь туман, то в них явно преобладает зеленый цвет. При восприятии света и цвета большую роль играет относительный контраст предметов. Снег и в пасмурный день нам слепит глаза, небо при этом кажется серым. Но ведь снег освещается светом неба и не может быть светлее его! Простой опыт показывает, что действительно небо светлее снега, но на небе нет домов, кустов и деревьев, контраст с которыми и создает впечатление большой яркости снега (§ 108).

Все любят красивые переливами цветов в радуге, но мало кто обращает внимание на то, что радуги бывают различными по своей окраске. Теорию образования радуги автор излагает сначала в более простом виде, основываясь только на отражении и преломлении света в каплях воды. Затем он переходит к более строгой диффракционной теории радуги. Расчеты, выполненные при помощи теории

диффракции, позволяют, в частности, определять диаметр капель воды, на которых образуется радуга, по виду радуги (§ 139).

Специальная глава посвящена свету и цвету неба. Подробно разбирается в ней вопрос о цвете солнечного диска, видимом цвете звезд, цвете воды в глубоких и мелких водоемах.

На явлениях хемилюминесценции — свечении растений и животных, автор останавливается очень коротко. Эти вопросы могли бы, конечно, послужить предметом отдельной книги.

Книга М. Миннарта имеет одно особенно ценное достоинство — описанные в ней явления читатель может наблюдать сам. Одновременно по самому характеру изложения книга оставляет богатую почву для самостоятельной работы и размышлений, учит сознательно подходить к оценке и объяснению наблюдаемых явлений. Описание многих явлений завершается вопросом к читателю или предложением провести тот или иной опыт. Интересно, что описаны некоторые явления, для изучения которых наблюдения любителей природы служили важным материалом (например, § 223 «Зодиакальный свет»).

Преподаватели физики в средней школе найдут в этой книге много интересных иллюстраций различных физических законов на примере явлений, происходящих в природе. Ряд описываемых остроумных опытов может быть проведен на занятиях физического кружка.

Наряду с этим, книга М. Миннарта не лишена и недостатков. Хотя в ней и осуществляется переход от простого к сложному, однако этот принцип не всегда выдерживается. В некоторых разделах встречаются такие сложные понятия, как, например, касательная каустика (стр. 218), которые никак не объясняются.

Автор широко использует самые разнообразные источники, начиная от работ Гумбольдта и Томпсона и кончая последними научными исследованиями. Однако, стремясь, по-видимому, максимально сократить объем книги, М. Миннарт часто ограничивается ссылкой на литературу, что в ряде случаев делает его объяснения малопонятными.

В качестве примера неудачного изложения можно привести § 174, озаглавленный «Цвета интерференции в ржавой воде». В тексте дается краткое описание (параграф содержит всего 8 строчек) цвета воды в местах, где в состав почвы входит железо. Автор отмечает лишь сходство данного явления с липмановой цветной фотографией, и для неспециалиста описание явления остается совершенно непонятным.

Не будем приводить здесь громоздких цитат других неудачных объяснений (§§ 178, 226), малопонятных рисунков (133, 55, 150). Изложение содержит ряд незнакомых терминов. Для советского читателя непривычен, например, термин «призирующий» (§ 174) и далее «призирующие облака» в § 183 и в других местах книги, он не найдет этого термина ни в словарях иностранных слов, ни в энциклопедии. Примечания в книге могли бы очень помочь читателю. Особенно неприятно плохое качество фотографий, которые должны передать сущность наблюдаемого явления, причем на значительной части рисунков, иллюстрирующих описываемые явления, разглядеть детали практически нельзя (фотографии VII, VIII, X, XVIII). Очень недостает цветных рисунков в тех случаях, когда сам эффект связан с цветом (фотографии XIV, XVII).

Делая эти упреки и в адрес автора, и в адрес издательства, мы, однако, отдаем себе отчет

в том, что книга эта своеобразна, оригинальна. Весьма трудна задача дать обширный материал, который одинаково был бы интересным и для специалистов, и

для широкого круга читателей всех возрастов. Во многом автор добился успеха. Предстоит еще дальнейшее совершенствование основного текста и его перевода,

еще лучшее оформление книги в последующих изданиях.

М. А. Мазинг

О. П. Шелкова
Кандидат технических наук

ПОВЕСТЬ О СТЕКЛЕ

Н. Н. Качалов

СТЕКЛО

Изд-во Академии наук СССР
Популярная серия. 1959, 486 стр.

До сих пор не было в мировой литературе книги, которая бы популярно и в то же время на строго научной основе рассказывала о стекле, его многовековой истории и многогранной роли в жизни человечества, в развитии культуры.

Николай Николаевич Качалов, известный ученый, 50-летие инженерной, научной и педагогической деятельности которого исполнилось осенью 1958 г., около восьми лет отдал работе над такой книгой. По глубине и содержанию — это буквально энциклопедия знаний о стекле. Вместе с тем это яркая и увлекательная «биография» стекла, неразрывно связанная с историей развития человечества. Через все повествование проводится также искусствоведческий комментарий, так как история стекла органически вплетается в общую канву истории развития искусства, в котором стекло всегда играло весьма значительную роль, всегда было одним из важнейших материалов художественного производства. Большое внимание уделено технологии стекла, которая, в свою очередь, отражает важнейшие этапы развития производства и культуры.

Книга овладевает вниманием читателя с первых же строк — автор передает записанную

Плинием в I в. н. э. чудесную легенду: «Однажды, в очень давние времена, финикийские купцы везли по Средиземному морю груз добытой в Африке природной соды. На почлег они высадились на песчаном берегу и стали готовить себе пищу. За неимением под рукой камней, они обложили костер большими кусками соды. Поутру, разгребая золу, купцы обнаружили чудесный слиток, который был тверд, как камень, горел огнем на солнце и был чист и прозрачен, как вода. Это было стекло».

В книге последовательно рассказывается о производстве и применении стекла, вначале для изготовления различных украшений, в древнем Египте, Китае, Сирии и Финикии, Причерноморье, о революции в стекольном деле, произведенной мастерами древнего Рима, овладевшими методом выдувания стеклянных изделий, что дало возможность создавать полые сосуды и декоративные изделия из стекла самой разнообразной и причудливой формы. Мастера-стекоделы становятся не ремесленниками, а художниками своего дела — создателями многих выдающихся произведений мирового искусства. Стекло начинает применяться в качестве оконного материала. Далее повествуется о том, как после падения Западной Римской империи центр стекольного производства перемещается в Византию, знаменитые мастера которой достигли высокого уровня производства филигранных стек-

лянных изделий, смальт для мозаики, зеркал, парядных люстр, декоративных сосудов и украшений из прозрачного или окрашенного стекла. Автор описывает также стекольное производство эпохи Средневековья.

Особенно интересны главы, посвященные богатой истории русского и советского стекла. Здесь рассказывается о промышленной культуре Киевской Руси XI—XIII вв., о создании знаменитого киевского Софийского собора, щедро украшенного замечательной по красоте и технике стеклянной мозаикой, сообщаются сведения об изготовлении ювелирных эмалей, уровень производства которых выдвинул Киев на одно из первых мест в Европе по технической культуре. Увлекательны страницы истории развития отечественного стекольного дела — деятельности государственного «Санкт-Петербургского стекольного завода», мировую славу которого создали русские рабочие — выдающиеся мастера стекольного дела, создававшие замечательные произведения искусства в творческом содружестве с выдающимися учеными и художниками России, такими как Ломоносов, Воронихин, Томон, Росси, Кулибин и др. В специальном разделе показана выдающаяся роль в развитии стекольного дела М. В. Ломоносова, основоположника науки о стекле. В заключительной части книги, после интересных сведений о машинном стекле XX в., перед читателем

открывается глава, посвященная советскому стеклу.

В этой главе рассказывается о применении стекла в различных областях жизни и деятельности человека, о советском художественном стекле, о достижениях и перспективах развития отечественной стекольной промышленности, ее изделиях, экспонированных на всемирной выставке 1958 г. в Брюсселе. Вряд ли кто-нибудь останется равнодушным, читая замечательные строки, в которых изложены размышления и мечты ученого о будущем этого чудесного материала: о зданиях, построенных из стеклянных кирпичей, стеклянной одежде и чу-

десных приборах, о новых видах стекла и изделий из него.

Прекрасно оформленная книга содержит свыше 350 рисунков, фотографий, чертежей, в том числе 30 цветных репродукций. Многие рисунки и фотографии изображают созданные или реконструированные автором уникальные художественные изделия из стекла.

«Стекло» Н. Н. Качалова по праву займет достойное место среди лучших произведений научно-популярной литературы, в золотой фонд которой вошли книги, написанные С. И. Вавиловым, А. Е. Ферсманом, В. А. Обручевым и другими выдающимися учеными, которые одновременно

были умелыми популяризаторами науки.

Книга адресована прежде всего самым широким кругам читателей, ее будут читать люди самого различного возраста. Много интересного и полезного найдут в ней и специалисты самых различных областей производства, науки и искусства: стеклоделы и строители, художники и химики, искусствоведы и историки, педагоги и писатели, архитекторы и археологи, представители многих других специальностей.

В. А. Боярский
Кандидат исторических наук

Москва

У ПОРОГА СОЗНАНИЯ

НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫЙ КИНОФИЛЬМ В 5-ти ЧАСТЯХ

Производство Ленинградской студии научно-популярных фильмов, 1958 г.

Авторы сценария и дикторского текста — Н. И. Жинкин и Е. Э. Мандельштам. Режиссер — Г. А. Бруссе. Научные консультанты: доктор биол. наук Л. Г. Воробин и доктор педагогич. наук Н. А. Тих.

Существует немало научно-популярных фильмов, посвященных миру животных. Но фильм «У порога сознания» пожалуй первый, в котором авторами поставлена и удачно разрешена труднейшая задача — показать, что биологические предпосылки истоков сознания человека формировались у животных в процессе эволюции, особенно полно и ярко проявляясь у обезьян.

Проблема исторического развития человеческого сознания настолько сложна и мало разра-

ботана, что не может быть полностью раскрыта средствами кино. Но этой цели фильм и не преследует.

Поведение обезьян остается все время в центре внимания зрителя. Развитие темы строится на сравнении обезьяны с человеком и его противопоставлении представителям животного мира. Каждый кадр картины документален и отражает ценный экспериментальный материал, обобщающий в единое целое многолетние научные наблюдения антропологов, физиологов и психологов. Композиционное построение фильма хорошо продумано и очень просто. Вначале ставится вопрос о том, почему среди огромного разнообразия видов именно обезьяны привлекают к себе такое внимание. Далее в опытах устанавливается различие между психикой обезьяны и человека на проявлениях ориентировочно-исследовательского рефлекса, подражания и, нако-

нец в применении различных орудий. Это как бы аналитическая часть фильма.

Следующая за этим часть — синтетическая. В ней раскрывается жизнь стада обезьян в естественных условиях. Все, что ранее было показано на элементах поведения, теперь связалось в сложное целое — стадо. На удивительные взаимоотношения в общении между собой и в борьбе за существование зритель после первой части уже смотрит глазами более опытного наблюдателя.

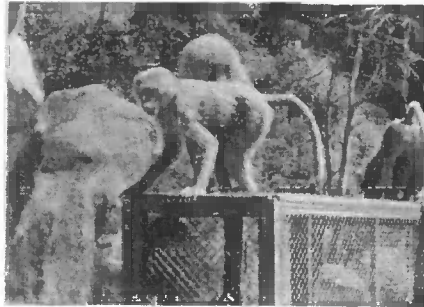
В концовке фильма дается ответ на вопрос, поставленный диктором: на что ушли миллионы лет развития от австралопитека до современного человека. В лаконичной и выразительной форме, на основе классических положений Энгельса сопоставлены представители различных эпох становления человека с возникшим в процессе труда сознанием, качественно отличным от высшей нервной деятельности животных.

В отличие от многих других биологических картин авторы не искали приемов построения фильма, идущих от внешней, часто ложной занимательности, а решили поставленную перед ними сложную задачу на высоком профессиональном уровне, не допустив вульгаризации науки и создав картину, которая легко и интересно смотрится.

Фильм начинается с показа высших животных, резко различающихся по строению тела, образу жизни, способам передвижения. Особый интерес зрителя вызывают обезьяны, которые при всех своих отличиях поражают своим сходством с человеком. По мере углубления в прошлое Земли черты различия между обезьянами и все более древними представителями человечества ослабевают. Миллионы лет назад жили предки питекантропов — ископаемые человекообразные обезьяны, вроде австралопитеков и более древних форм. Все это отражается на экране, как бы зрительно освещает вопрос об истоках сознания. Такое вступление очень удачно, так как дает антропологический плацдарм для дальнейшей трактовки основной темы.

Новый раздел фильма демонстрирует своеобразие и выгодные качества высшей нервной деятельности обезьян на ярких интересных примерах. Они взяты из жизни человекообразных обезьян в с. Павлово — «Мировой столице условных рефлексов», под Ленинградом, где опыты ставились по замыслу и под руководством акад. И. П. Павлова. Низшие обезьяны (шавианы, макаки) были сняты в Сухуми, в питомнике Института экспериментальной патологии и терапии Академии медицинских наук СССР.

На экране проходят интересные и ценные кадры, демонстрирующие развитие условнорефлекторной деятельности у дете-



Кадры из фильма

ныша обезьяны, начиная со стадии новорожденного. Анализируются цеплятельный, сосательный и ориентировочно-исследовательский рефлексы, особенно подробно последний, который иг-

рает большую роль в жизни обезьян и важен, как опорный пункт для развития основной темы фильма. Объясняется значение проб и ошибок, уровня анализа ситуации и синтеза обстоятельств в элементарном мышлении низших, а затем и высших обезьян — шимпанзе. С другой стороны, идет показ явления подражания, которое помогает детенышам лучше усваивать и в известной степени перерабатывать опыт предшествующих поколений. Для высшей нервной деятельности обезьяны характерно, в частности, сильное проявление процессов возбуждения и торможения при их достаточной сбалансированности.

Центральное место в фильме занимают подготовленные для зрителя предшествующими разделами опыты с употреблением обезьянами различных предметов в качестве орудий, например, для добывания пищевой приманки или другой цели.

Тут особенно любопытен опыт, в ходе которого шимпанзе случайно составляет две полых палки вместе, как бы создавая подобие орудия. Но изготовить настоящее орудие современная человекообразная обезьяна, очевидно, не может. Ее мышление примитивно, формируется в пределах первой сигнальной системы, для него не характерно свободное образование общих понятий. В высшей нервной деятельности обезьян преобладают эмоции, ярко выраженные и наиболее приближающиеся к человеческим, но качественно отличные в силу развития у человека второй сигнальной системы мышления не столько образами, сколько понятиями.

В фильме хорошо показано, что в опытах по тушению огня связь устанавливалась с конкретной водой из бака даже в том случае, когда эксперимент проводился на плотках: обезьяна с круж-

кой в руках преодолевает препятствие, чтобы достать воды с другого плота, в то время как вокруг целое озеро. Из этого поведения обезьяны следует, что у нее абстрактное представление о воде отсутствует.

Второй центральный опорный раздел фильма подробно рисует и анализирует стадные и семейные взаимоотношения у обезьян, силу материнского инстинкта. Расшифровываются неодолимое стремление их друг к другу и сигнальное значение средств общения в форме выразительных движений, мимики, жестов, звуков. Характеризуется воспитание новых поколений, формирование видовых, стадных и индивидуальных черт поведения и высшей нервной деятельности обезьян. Обрисовываются явления «господства — подчинения» между более сильными и более слабыми особями, борьба между членами стада и взаимопомощь, элементы возбуждения и торможения.

При помощи всех этих явлений сюжет фильма правильно

подводит мысль кинозрителя к их трактовке как своеобразных предпосылок процесса зарождения примитивного сознания у древнейших людей, вызванного трудовой деятельностью в обществе себе подобных.

Фильм заканчивается кратким показом этапов увеличения размеров головного мозга у ископаемых гоминид. С другой стороны, о развитии мышления свидетельствует и усовершенствование типов каменных орудий формировавшегося человечества вплоть до кроманьонцев, когда общественно-экономическое развитие поднялось на новую ступень, уже появилась членораздельная речь и более высокое мышление.

Так на материалистической основе и вполне логично рисуется перед нами в общедоступной форме большая и трудная проблема зарождения человеческого сознания из примитивного предметного мышления животных. Фильм основывается на прочных фактах, добытых советской наукой. При этом были использованы

труды и советы Н. Н. Ладыгиной-Котс, Г. С. Рогинского, С. А. Семенова, Л. А. Фирсова и В. П. Якимова. Фильм служит одним из примеров борьбы (в данном случае средствами кино) против идеалистического представления о человеке и его духовных особенностях. Он имеет большое научно-познавательное значение и потому представляет интерес не только для биологов и физиологов, но и для широкого круга зрителей.

Фильм полезен для разных отраслей науки о человеке, в частности, для учения об антропогенезе. Но здесь, мы, советские антропологи, можем предъявить большой счет к отечественной научно-популярной кинематографии. Выпуск в свет кинофильмов по антропологии — чрезвычайно редкое явление, хотя материалы для этого у специалистов имеются.

М. Ф. Нестуря
Кандидат биологических наук

Институт антропологии Московского университета им. М. В. Ломоносова

КОРОТКО О НОВЫХ КНИГАХ

Ю. И. Казначеев

ШИРОКОПОЛОСНАЯ ДАЛЬНЯЯ СВЯЗЬ ПО ВОЛНОВОДАМ

Изд-во Академии наук СССР, 1959, 85 стр., ц. 1 р. 20 к.

В брошюре описывается подготовка внедрения нового, эффективного вида связи по волноводам (трубам), по которым можно обеспечить передачу на дальние расстояния телевизионных программ и любого числа телефонных разговоров по одной трубе.

Описаны самофильтрующие волноводы, выбор метода модуляции, генерация и усиление миллиметровых волн и т. д.

В заключение говорится о сложных задачах, которые еще стоят перед учеными, работающими над проблемой внедрения волноводной связи в практику.

П. А. Борисов, А. Л. Рыбкина

ГАЗ — МОГУЧИЙ ИСТОЧНИК ЭНЕРГИИ И ХИМИЧЕСКОГО СЫРЬЯ

Изд-во Академии наук СССР, 1959, 84 стр., с илл., ц. 1 р. 20 к.

Авторы вначале останавливаются на попутных нефтяных газах, затем дают характеристику природным и нефтяным газам. Следующие главы посвящены использованию газов в качестве топлива и их химической переработке — этого величайшего достижения науки и техники XX в. Подробно описывается синтез высокомолекулярных соединений на основе углеводородных газов — получение синтетических волокон, таких как капрон и нейлон, пластических масс, а также синтез жиров и моющих средств на

основе нефтепродуктов и углеводородных газов и синтез аммиака на основе углеводородных газов.

А. И. Караев, Р. К. Алиев, А. З. Бабаев

НАФТАЛАНСКАЯ НЕФТЬ, ЕЕ БИОЛОГИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ И ЛЕЧЕБНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ

Изд-во Академии наук СССР, 1959, 88 стр., ц. 3 р. 10 к.

В книге рассказывается о чудесном даре природы — единственной в мире целебной нефти, добываемой в местности Нафталан, Азербайджанской ССР; об истории лечебного применения этой нефти, ее химической природе и физико-химических свойствах, биологической активности

нафталанской нефти и ее действия на организм, лечебном применении в различных разделах медицины — внутренних, кожных, хирургических, гинекологических, глазных и других болезнях, а также в ветеринарной практике. Даются показания и противопоказания к лечебному применению нефти, рассматриваются некоторые нафталановые препараты, применяемые в медицинской и ветеринарной практике. Приводится основная литература о нафталане.

Б. И. Верховский

ПРИМЕНЕНИЕ РАДИОАКТИВНЫХ ИЗОТОПОВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ
Изд-во Академии наук СССР, 1959, 83 стр., ц. 1 р. 25 к.

Брошюра рассказывает о радиоактивных излучениях и методах их измерения, описываются приборы и схемы их построения. Рассказано о возможности применения этих приборов для измерения толщины и плотности различных материалов и изделий, определения химического состава растворов, сплавов и газов для разведки полезных ископаемых и т. д.

В заключение автор указывает, что возможности применения таких приборов в различных отраслях промышленности будут неуклонно расширяться.

БИОХИМИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Изд-во Академии наук БССР (Минск), 1958, 298 стр., ц. 11 р.

Сборник, изданный Институтом биологии Академии наук БССР, содержит статьи, отражающие результаты исследований последних лет. В ряде работ приведены данные исследований состояний, образования и обновления хлорофилла в живых растениях. Несколько статей посвящено изучению физиологии накопления в растениях алкалоидов, белковых веществ и жиров. Рассматривается также вопрос о специфике развития растений хлебных злаков на торфяно-болотных почвах. Сборник представляет интерес как в теоретическом, так и практическом отношении.

Ольгерд Волчек

ИЗОТОПЫ НА СЛУЖБЕ ЧЕЛОВЕКА

Перевод с польского
Физматгиз, 1958, 271 стр., с илл., ц. 4 р. 05 к.

Радиоактивные изотопы с успехом используются в промышленности и технике, в биологии, медицине, в химии и в ее разветвленных областях. Обо всем этом живо и интересно рассказывается в книге О. Волчека. После вступительной главы, посвященной современному представлению о строении вещества, автор рассматривает различные методы разделения изотопов, выделения их из природных смесей. Последняя глава «Изотопы на службе человека» дает представление о разнообразном применении изотопов в науке и практике. Книга отлично иллюстрирована.

М. А. Вилеский

РАЗВИТИЕ ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СССР

Научно-популярная серия,
Изд-во Академии наук СССР, 1958, 184 стр., ц. 1 р.

Автор обобщил большой фактический материал по электрификации СССР — от плана ГОЭЛРО до создания Единой высоковольтной системы Европейской части СССР. Отдельные главы посвящены техническому прогрессу в советской электроэнергетике, использованию гидроэнергоресурсов, электрификации основных отраслей народного хозяйства. Заключительная глава книги рассказывает о новом этапе в развитии электроэнергетики, замечательные перспективы которого раскрываются новым семилетним планом.

Г. А. Курсанов

ГНОСЕОЛОГИЯ СОВРЕМЕННОГО ПРАГМАТИЗМА

Соцэкгиз, 1958, 195 стр. ц. 6 р. 25 к.

На основе обстоятельного изучения большого числа работ прагматистов автор дает критический анализ гносеологии прагматизма — одного из влиятельных направлений современной буржуазной философии, получившего в ряде капиталистических стран, особенно в США, широкое распро-

странение. Специальная глава отведена историческим предпосылкам и источникам гносеологии прагматизма. Автор убедительно показывает несостоятельность попыток прагматистов спекулировать на достижениях естествознания, в частности, биологии.

О. Ю. Шмидт

ИЗБРАННЫЕ ТРУДЫ.

МАТЕМАТИКА

Изд-во Академии наук СССР, 1959, 315 стр., ц. 17 р. 70 к.

Советские математики получили ценный подарок — новое издание математических трудов известного ученого, академика О. Ю. Шмидта, внесшего большой вклад в развитие высшей алгебры.

В книгу включены такие работы, как «абстрактная теория групп», «об уравнениях, решаемых в радикалах, степень которых есть степень простого числа», «группы примитивных разрешаемых уравнений, степень которых есть квадрат простого числа» и ряд других работ по теории групп. Впервые публикуется работа «Локальная конечность одного класса бесконечных периодических групп», датированная сентябрем 1947 г. Открывается книга сводкой дат жизни и деятельности О. Ю. Шмидта.

К. Э. Циолковский

ГРЕЗЫ О ЗЕМЛЕ И НЕБЕ.

НА ВЕСТЕ

Изд-во Академии наук СССР, 1959, 96 стр., ц. 1 р. 60 к.

Сейчас, когда советские люди осуществили одну из дерзновенных мечтаний великого ученого, самые широкие круги читателей с интересом познакомятся с его научно-фантастическими произведениями, в которых в форме увлекательного рассказа он излагает свои размышления о странных Вселенной и происходящих в ней явлениях. В «Грезах о Земле и небе» ученый рассматривает такие вопросы, как всемирное притяжение, наружное строгие Вселенной, и разбирает различные физические явления, происходящие на Земле. В главе «В поясе астероидов» описывается вымышленное межпланетное путешествие. «Грезы» примечательны тем, что здесь Циолковский выдвигает идею создания искусственных спутников Земли.



Июнь, Карельская АССР

КАЛЕНДАРЬ ПРИРОДЫ

ПОКРЫТИЕ КРАБОВИДНОЙ ТУМАННОСТИ СВЕРХКОРОНОЙ СОЛНЦА

Каждый год в середине июня происходит своеобразное и интересное радиоастрономическое явление: покрытие сверхкоронной Солнца Крабовидной туманности¹.

Как известно, Крабовидная туманность является сильным дискретным источником радиоизлучения. В июне Солнце проходит вблизи туманности. Радиоволны, излучаемые туманностью, проходя через вещество внешних слоев солнечной короны, представляют собой плазму, испытывают эффект рассеяния. В результате «изображение» источника радиоизлучения (размеры которого составляют примерно 5') размывается; источник как бы «разбухает», увеличиваясь в несколько раз. По характеру «размытия» источника можно судить о свойствах среды в окрестностях Солнца: плотности вещества, степени неоднородности, скорости движения масс вещества, магнитном поле и др. Такие наблюдения методом «просвечивания» солнечной короны показали, что эффект рассеяния проявляется за несколько дней до и после максимальной фазы покрытия. Этот результат, собственно, и позволил сделать вывод, что солнечная корона простирается на десятки солнечных радиусов от поверхности Солнца. На основе многолетних наблюдений было установлено, что форма сверхкороны зависит от фазы 11-летнего цикла солнечной активности. Сверх-

корона как бы «дышит» в такт с солнечной активностью. Эффект рассеяния изучается интерференционным методом, при этом используются относительно длинные для радиоастрономии волны от 1,5 до 7 м. Наблюдения показали, что (см. рис.) в первую

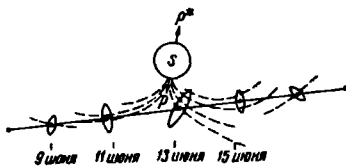


Схема покрытия Крабовидной туманности сверхкоронной Солнца

фазу покрытия эффект рассеяния менее ярко выражен, чем во вторую фазу. Кроме того, установлено, что размытое изображение имеет эллиптическую форму.

Известно, что в плазме неоднородности располагаются вдоль направления магнитного поля. На рисунке пунктирными линиями показано направление, в котором вытянуты неоднородности. Также должны быть расположены силовые линии магнитного поля в сверхкороне.

В первом приближении можно считать, что магнитное поле в сверхкороне, по-видимому, носит дипольный характер.

Б. Н. Пановкин

Физический институт им. П. Н. Лебедева Академии наук СССР (Москва)

СРОКИ СЕНОКОСА

Много лет тому назад А. М. Горький в статье «Предрассудки съедают миллионы пудов сена» писал: «Добычу сена можно разви-

вать вдвое больше, если отказаться от прадедовского предрассудка не начинать косить травы до Петрова дня, как принято делать по завету стариков. Из-за позднего сенокоса мы теряем в сене 30—40 процентов на качестве его, да столько же на количестве, так как теряем отаву, второй укос».

Этот мудрый совет нельзя забывать и сегодня. Сейчас в большинстве колхозов и совхозов установлены наиболее рациональные сроки сенокосов, но соблюдаются, однако, они далеко не всегда. Практика показала, что для большинства травосеяла наилучший срок не позднее начала цветения наиболее ценных луговых растений — злаков и бобовых. По многолетним наблюдениям этот оптимальный срок в средней полосе Русской равнины наступает в первой — второй декаде июня.

В качестве признака наступления оптимального времени сенокоса на лугах может служить состояние озимой ржи, фенологически ведущей себя на второй год после посева как многолетнее травянистое растение — большинство злаков на лугах обычно зацветает одновременно с нею. В Московской и Калининской областях, например, это происходит наиболее часто во второй декаде июня, в Вологодской области — в третьей декаде и т. д. (см. таблицу).

За ранний сенокос с климатических позиций ратовал и известный географ А. И. Воейков. Он написал: «В значительной части средней России начало укоса ранее Петрова дня имеет целью убрать сено в более сухое время, так как, начиная с Петрова дня очень часто идут дожди дней 10

¹ См. «Природа», 1957, № 12 стр. 15.

Повторяемость сроков начала цветения озимой ржи
(в процентах, по декадам, в среднем за 20 лет)

Месяцы и декады Области	Май			Июнь			Июль		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Вологодская	—	—	—	—	30	65	5	—	—
Ленинградская	—	—	—	10	40	45	5	—	—
Калининская	—	—	—	5	60	30	5	—	—
Московская	—	—	5	15	70	10	—	—	—
Брянская	—	—	10	50	35	5	—	—	—
Минская	—	—	15	55	25	5	—	—	—

и более, а затем уже начинается уборка озимей»¹.

При уборке многолетних трав в начале цветения обеспечивается не только высокое содержание в сене белка и витаминов, создаются условия для получения полноценного второго укоса, но и сушка скошенной травы проходит наиболее быстро, сено получается лучшего качества. Поэтому проведение сенокоса в оптимальные сроки позволяет без дополнительной затраты труда значительно повысить его производительность.

В. И. Долгошов

Институт географии Академии наук
СССР (Москва)

ДЕЙСТВИЕ ПОХОЛОДАНИЯ НА НАСЕКОМЫХ

Лето 1957 г. в Подмоскowie отличалось резкими колебаниями погоды. Теплые, ясные и безветренные дни сменялись продолжительными дождями с сильными ветрами. Температура воздуха при этом падала с 25—26° до 13—15°. Такие неблагоприятные условия погоды особенно резко сказались на насекомых, вызвав снижение их численности и даже массовую гибель некоторых видов. До похолодания, наступившего после 25 мая, развитие насекомых шло нормально. На ольховых кустах повсюду встречались небольшие синие жучки — ольховые листоеды. На нижней стороне листьев попадались желтые кучки яиц этих жуков и их черные личинки. Но затем дожди и ветры сбили с листьев и взрослых жуков, и их личинок. Еще более сильно сказалось влияние

непогоды на обитателях кустов бузины. До 25 мая кусты бузины представляли собой сложные биоценозы, заселенные различными насекомыми. Ветви и листья были покрыты бузиной тлей. Сахаристые выделения тлей привлекали на бузину множество цветочных мух и мелких черных муравьев. Здесь же ползали златоглазки, божьи коровки, личинки цветочных мух и мелких коровок, летали наездники. Через одну — две недели непрерывных дождей биоценоз куста бузины неузнаваемо изменился. Не видно было ни мух, ни муравьев, ни божьих коровок, ни каких-нибудь других насекомых. От прежних огромных колоний тлей, сидевших сплошными кольцами вокруг ветвей, лишь кое-где уцелели небольшие группы этих насекомых, укрытые от прямых капель дождя и от ветра. Вследствие неблагоприятных условий погоды погибло много других тлей, которые обычно встречаются на ольховых кустах и на березах.

В обычные годы первые партии рабочих шмелей вылетают в начале июня, а в 1957 г. их не было видно даже в конце месяца. Дожди и холода вызвали голод в шмелиных семьях. Так, в одном из гнезд земляного шмеля было обнаружено шесть очень вялых личинок и не было ни капли меда. Матка, обычно неутомимая труженица, на этот раз сидела неподвижно в гнезде.

Длительные дожди и холода оказали влияние и на обитателей почвы. В середине мая в почвенных пробах, взятых в пойме р. Горетовки, встречались личинки жуков-щелкунов (проволочные черви), земляные черви, жужелицы, личинки хрущей и др. Особенно многочисленными были черные муравьи и клещи. Непрерывные дожди пропитали почву влагой и снизили ее аэрацию. В середине июня никого из преж-

них обитателей почвы обнаружить не удалось, кроме двух мертвых куколок бабочки совки.

Обитатели водоемов меньше страдают от похолодания и дождей. Однако и на них отразилось влияние непогоды. Неглубокие лесные водоемы до похолодания и даже в начале его кишели личинками и куколками комаров. Уже начался массовый выплод взрослых насекомых, но после затяжных холодных дождей поверхность водоемов покрылась сплошной пленкой из трупов и шкурок насекомых. Комары погибли от дождей и ветра во время выхода из куколок.

И. И. Андреев

Московский областной педагогический
институт им. Н. К. Крупской

РАСТИТЕЛЬНОСТЬ ЗАПАДНОСИБИР- СКОЙ ЛЕСОСТЕПИ

Несмотря на значительную засушливость климата, в западно-сибирской лесостепи не бывает летнего перерыва вегетации: в течение всего июня и большей части июля зацветает наибольшая часть растений. Массовое цветение то одних, то других видов растений вызывает замечательную смену ярких последовательно чередующихся аспектов.

В первых числах июня наступает раннелетняя, пятая фаза фенологического развития растительности. В степи она открывается обильным цветением злаков — бескрапчатых ветроопыляемых растений: типчака-овсеца Шелля, тимopheвки степной, несколько позднее — коостра безостого. В травостое четко выделяются пучки крупных мелкокорассеченных листьев морковника. Среди невзрачных метелок злаков и листьев морковника кое-где развевается по ветру серебристые перья ковыля.

Степь ненадолго как бы теряет свой пестрый наряд. Это, однако не означает, что исчезают яркочащенные цветы. На зеленом просторе изредка поднимаются чрезвычайно эффективные темно-фиолетовые кисти коровяка, редкие здесь сине-фиолетовые кисти шалфея, лилово-синие цветы герани луговой, розово-фиолетовые корзинки козельца, изящные бледно-желтые кисти трубчато-колокольчатых цветов ономис.

С середины июня внешний

¹ А. И. Воейков. О времени посева и жатвы полевых растений и уборки сенокосов в европейской России, 1884.

вид степи опять изменяется; он становится кремово-белым от пышных щитковидно-метельчатых соцветий земляных орешков. На их фоне рассеяны одиночные золотистые корзинки пазника крапчатого, бледно-розовые пирамидки зопника, метелки сине-лиловых колокольчиков, розово-фиолетовые головки клевера люцинового. Наступает шестая фаза фенологического развития степной растительности. К ее концу степь начинает желтеть. Зацветает обильно рассеянный по степи подмаренник (седьмая фаза развития). Вместе с подмаренником зацветает бледно-розовыми цветами эспарцет, цветение которого продолжается и в следующую фазу.

В. Н. Голубев

Кандидат биологических наук

Центрально-черноземный государственный заповедник (Курская обл.)

ПОЛЕВЫЕ ЦВЕТЫ НА УЛИЦАХ МОСКВЫ

Если судить о начале весны по первым цветам, то в Москву весна приходит уже в феврале. Еще очень холодно, на улице метель, а у входов в метро уже продают мимозы (так называют в просторечье австралийские акации, натурализовавшиеся на Черноморском побережье). Эти пушистые желтые шарики — первые вестники московской весны.

В марте на московских улицах появляются белые подснежники (рис. 1), затем синие пролески. Это южане — гости с Кавказа, так же как и розово-фиолетовые маленькие цикламены, называемые кавказскими фиалками.

В апреле прибывают повые посланцы юга: синие гадючие луки,



Рис. 1. Подснежник белый
Фото А. Радицева

красные и желтые тюльпаны, буро-фиолетовые, с шахматным рисунком рябчики, а в конце апреля появляются уже и «москвичи» — подмосковные дикie цветы: розовые и лиловые медуницы, фиолетовые, пушистые снаружи цветки сон-травы (рис. 2), ярко-желтые калужницы.

Май богат цветами. На всех рынках, у многих вокзалов продаются букетики белых ветрениц. В первой половине мая зацветают малиново-фиолетовый весенний горошек и желтые баранчики; сейчас же из родных лесов они попадают на улицы Москвы. В середине мая Москву наводняют ветки горьковато-душистой черемухи.

Еще с конца апреля появляются любимые всеми ландыши. Сперва это привозные — краснодарские, несколько позднее — в мае — завезенные с Украины, а затем и местные — подмосковные.

Одновременно с ландышами цветут и незабудки, но это не те незабудки, которые мы видим летом на сырых лугах: это жители лесостепной полосы, встречающиеся в Московской области только на се юге — по реке Оке. В сочетании с незабудками очень хороши крупные белые цветки ветреницы лесной, долго сохраняющиеся в срезке. Лесные ветреницы, обычные в черноземной полосе, в Московской области редки.

В эту же пору продают очаровательные купальницы, называемые в Подмосковье еще и бубенчиками. Золотисто-желтые, с нежным запахом цветки купальниц — краса подмосковных лугов и лесов. Изредка можно встретить самую крупную фиалку Московской области, — фиалку топяную, она лишена аромата и далеко не обычна и не обильна в области. Приходится удивляться встрече с ней на московских улицах. Не часто можно встретить и душистую фиалку, чаще одичавшую, чем дикорастущую в средней полосе.

В конце мая бывает много привезенных с Украины «гвоздик» — темно-розовых цветков интересного небольшого кустарника — дафны-боровика, растущего в сосновых борах. Этот красиво цветущий кустарник давно заслуживает введения в культуру.

В июне, вслед за ландышами, в массах появляются «ночные фиалки» — сильнопахнущие обычные подмосковные орхидеи — скром-



Рис. 2. Сон-трава
Фото Ф. Тимофеева

ные родственники тропических орхидей. Вместе с ними часто в букетах розово-лиловые непахнущие цветки другой орхидеи — ятрышника пятнистого. Массовые сборы этих орхидей ведут к обеднению ими подмосковных лесов, так как размножаются они только семенами.

Реже можно видеть кисти белых цветков грушанок, характерных спутников хвойных лесов.

В июне — июле и отчасти в августе самые обычные полевые цветы на московских улицах — белые ромашки (пиванник, поповник). Вместе с ними появляются столь же популярные синие васильки. Нередки в июне полусорные, как и ромашки, некрупные лиловые колокольчики.

Значительно реже можно встретить крупные фиолетовые колокольчики — широколистный крапиволистный и лилово-голубые цветки колокольчика персиколистного — самого красивого колокольчика Подмосковья.

Максимум цветения в Подмосковье, как и во всей средней полосе Европейской части СССР, падает на июнь — июль. Но массовые популярные цветы цветут в первой половине лета — с апреля по июнь. К тому же во второй половине лета много пышных садовых цветов, и скромные полевые цветы отходят на задний план.

Дольше всего удерживаются васильки — до сентября, и са-

мый поздний полевой цветок — сорная ромашка непахучая, более мелкая, чем поповник, с узкими, почти нитевидными долями листьев.

Почему горожане любят полевые цветы, часто даже предпочитают их садовым? Полевые цветы пробуждают воспоминания о привольных просторах полей, о свежести тенистых лесов — о всей прелести природы родного края, о которой не может, хотя бы изредка, не тосковать житель большого города. Недаром рабочие завода «Калибр» — завода, окруженного большим садом, просили высадить там побольше дикорастущих цветов.

М. А. Евтюхова

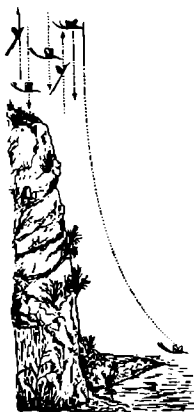
Главный ботанический сад Академии наук СССР (Москва)

ТАНЕЦ ПОДЕНОК

В мае, а при поздней весне — в начале июня, под вечер, когда солнце, склоняясь к западу, уже не сильно греет, часто можно наблюдать необыкновенный танец поденок. Поденки, или однодневки, это небольшие насекомые, которые большую часть жизни (до нескольких лет) проводят в личиночном состоянии в воде и только под конец жизни, достигнув взрослой, крылатой фазы, выходят из воды в воздух. В этом состоянии они живут очень недолго, всего несколько часов, один день, или, самое большее, несколько суток. Весной обычно наблюдается массовый вылет поденок.

Под Москвою чаще всего встречается довольно крупная датская поденка (*Ephemera danica* Müll.) 32—40 мм в размахе крыльев.

Способностью производить танец в воздухе обладают только самцы. Собравшись роем в несколько штук, а иногда и в не-



Танец поденок с парашютированием

сколько десятков, они в злетают вверх, а затем, остановив крылья «лодочкой» под углом 120°, парашютируют вниз на несколько сантиметров, а иногда и до метра. Потом они снова взлетают вертикально вверх и опять парашютируют вниз. Так повторяется много раз подряд. Все они головообращены в ту сторону, откуда тянет ветерок и навстречу ему поденки вытягивают свои длинные передние ноги с чувствительными лапками и как бы ощупывают ими воздушную струю. При сильном ветре танцев не бывает. Когда самки влетают в такой танцующий рой, самцы подхватывают их длинными передними ногами и оплодотворяют. Самец гибнет тотчас после оплодотворения, самка же откладывает яички в воду и погибает только после того, как закончит кладку. Эти особи живут всего несколько часов, неоплодотворенные же самки и не участвующие в оплодотворении самцы живут дольше.

Поверхность крыльев у поденок гофрирована. Воздушные струи, образующиеся от парашютирующего спуска, стекая по складкам нижней поверхности крыльев, направляются и отбрасываются назад, действуя реактивно и толкая насекомое вперед, пога-

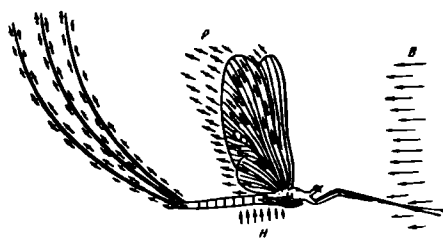


Схема парашютирующей поденки со стрелками, показывающими направление токов воздуха возле нижней поверхности крыла и около хвостовых нитей. В — струи встречного потока (ветра); Н — сопротивление массы воздуха, лежащей под телом парашютирующего вниз насекомого; Р — струи, реактивно толкающие насекомое вперед

шая силу лобового сопротивления, возникающую от ветра. Поэтому «танцующие» поденки парашютируют строго вертикально на одном месте и их не сносит назад по ветру. Хвостовые нити регулируют парашютирование в зависимости от силы ветра, которую поденки воспринимают при помощи своих чувствительных лапок.

С наступлением сумерек поденки еще долго отдельными роями продолжают свой воздушный танец. Только когда на западе у горизонта потухнет багровая полоса, а сумерки сгустятся до темноты, поденки вдруг разлетаются в разные стороны или падают на траву, чтобы найти укрытие на ночь, а на утренней заре возобновить свой любовный танец и чаще всего уже в последний раз, так как если они не встретят самки, то в большинстве случаев, все равно погибают в течение жаркого дня.

Ю. М. Залесский
(Москва)

АДРЕС РЕДАКЦИИ: Москва, Центр, Малый Харитоньевский пер., 4, тел. К 5-60-28, Б 8-06-72

Подписано к печати 27/V 1959 г. Формат бумаги 82×108^{1/16} Печ. л. 8+3 вклейки. Уч.-изд. л. 13,51
Т-05086 Бум. л. 4 Тираж 19000 экз. Заказ 1551

2-я типография Издательства Академии наук СССР. Москва, Шубинский пер., 10

