



ПРИРОДА

1
1965

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Главный редактор

АКАДЕМИК Д. И. ЩЕРБАКОВ

Доктор физико-математических наук Д. А. ФРАНК-КАМЕНЕЦКИЙ (*заместитель главного редактора*); доктор философских наук Д. М. ТРОШИН (*заместитель главного редактора*); кандидат технических наук А. С. ФЕДОРОВ (*заместитель главного редактора*); академик А. И. БЕРГ; академик А. П. ВИНОГРАДОВ; член-корреспондент АН СССР Л. А. ЗЕНКЕВИЧ; член-корреспондент АН СССР В. Л. КРЕТОВИЧ; член-корреспондент АН СССР Г. М. ФРАВК; доктор физико-математических наук Б. Л. ДЗЕРДЗЕЕВСКИЙ; доктор физико-математических наук С. П. КАПИЦА; И. Б. КОГАН (*ответственный секретарь*)

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Академик **Н. Н. АНИЧКОВ** (*медицина*); академик А. Е. АРБУЗОВ (*органическая химия*); академик Н. К. КИКОИН (*физика*); академик В. Н. СУКАЧЕВ (*ботаника*); академик Н. В. ЦИЦИН (*сельское хозяйство*); член-корреспондент АН СССР Э. А. АСРАТЯН (*физиология*); член-корреспондент АН СССР Б. Н. ДЕЛОНЕ (*математика*); член-корреспондент АН СССР Н. А. КРАСИЛЬНИКОВ (*микробиология*); член-корреспондент АН СССР В. А. МАГНИЦКИЙ (*геофизика*); член-корреспондент АН СССР Н. И. НУЖДИН (*биология*); член-корреспондент АН СССР Р. З. САГДЕЕВ (*физика*); член-корреспондент АН СССР А. П. ТЕРЕНТЬЕВ (*органическая химия*); член-корреспондент АН СССР И. И. ТУМАНОВ (*физиология растений*); доктор биологических наук А. Г. БАНИКОВ (*зоология*); доктор физико-математических наук Б. В. КУКАРКИН (*астрономия*); доктор философских наук Г. А. КУРСАНОВ (*философия*); доктор географических наук К. К. МАРКОВ (*география*); доктор биологических наук К. К. ФЛЕРОВ (*палеонтология*); доктор биологических наук А. И. ФОРМОЗОВ (*экология, зоогеография*)

Всего за десять лет, с 1931 по 1940 г., в ядерной физике были сделаны фундаментальные открытия, изменившие наше представление о строении вещества. Камера Вильсона была тогда одним из основных инструментов исследования событий в микромире (стр. 1 обложки). Она кажется сейчас очень примитивной рядом с фреоновой камерой Физического института им. П. Н. Лебедева (стр. 4 обложки).

К статье чл.-корр. АН СССР Б. М. Кедрова «Славное десятилетие ядерной физики»

Обложка художника
Е. В. Крылова

ПРИРОДА

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ ПОПУЛЯРНЫЙ ЕСТЕСТВЕННО-
НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ АКАДЕМИИ НАУК СССР

ГОД ИЗДАНИЯ ПЯТЬДЕСЯТ ЧЕТВЕРТЫЙ

1
1965

В НОМЕРЕ:

Славное десятилетие ядерной физики <i>Б. М. Кедров</i>	2
Будущее глазами геохимика. <i>А. А. Сауков</i>	12
Космические лучи от Солнца. <i>Л. И. Мирошниченко</i>	25
Многомерная геометрия и химия. <i>Ф. М. Перельман</i>	35
Психическое и физиологическое. <i>Ф. И. Георгиев, О. Ф. Фролова</i>	41
Проблемы микромира. Успехи физики элементарных частиц. <i>В. С. Барашенков</i> (48). На пороге глубочайшей научной революции. <i>Д. И. Блохинцев</i> (53). Говорят экспериментаторы и теоретики (57).	41
Достижения науки — в практику. Гибридизация осетровых рыб. <i>Н. И. Николожкин</i>	66
Съезды, конференции. Важнейшие задачи биохимии. <i>В. Л. Кретосич</i>	71
Большая химия. Искусственная кожа. <i>А. Д. Зайончковский, М. Х. Бернштейн, Я. М. Ябло, Б. Я. Краснов</i>	75
В лабораториях ученых. Люминесцентные свойства природных вод. <i>В. Е. Синельников</i>	80
В павильонах ВДНХ. Экспозиции мирного атома. <i>Е. Ф. Выборнова, В. В. Жеглов</i>	82
Преобразование природы. Ладожско-Каспийский водный тракт. <i>И. А. Кузнецов, Ф. К. Тихомиров</i>	87
В лаборатории природы. Охота с магнитофоном. <i>Ю. П. Знаменский</i>	91
Путешествия. Вьетнамские впечатления географа. <i>Э. М. Мурзаев</i>	94
Парадоксы природы. Гермафродитизм у птиц. <i>Е. М. Владимировская</i>	103
Найдено в архиве. Русские ученые в Южной Америке. <i>Б. Н. Комиссаров, Б. В. Лукин</i>	105
Знаменательные даты. Мыслитель-борец. 250 лет со дня рождения Клода Адриана Гельвеция. <i>И. Я. Федин</i>	108

(Окончание на стр. 128)

Москва. Кремль



СЛАВНОЕ ДЕСЯТИЛЕТИЕ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ

Член-корреспондент АН СССР В. М. Кедров

К концу двадцатых годов нашего века были известны только три элементарные частицы — электрон, фотон и протон. Исходя из них физики представляли себе, что атомное ядро состоит из протонов и «внутренних» электронов; соответственно объяснялись различные ядерные реакции. К этому времени в области ядерно-физических явлений было сделано немало важных открытий, начало которым положили Э. Резерфорд и его школа. Однако ядерная физика на их основе не могла еще сформироваться в качестве самостоятельной отрасли науки. Это произошло фактически в течение последующего десятилетия. Рассмотрим вкратце этот процесс по годам, а затем остановимся подробнее на некоторых из его этапов, юбилей которых отмечался в 1964 г.

ПРЕВРАЩЕНИЕ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ В САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ НАУКУ

1930-й год. Американский физик Э. О. Лоуренс выдвинул идею и затем построил модель первого магнитного резонансного ускорителя частиц, получившего впоследствии название циклотрона.

1931-й год. Швейцарский физик В. Паули выдвинул свою глубоко материалистическую гипотезу о нейтрино, без которой нелегко было бы не только дальнейшее развитие, но и самое существование ядерной физики. Вместе с тем от закона сохранения энергии была отведена угроза его подрыва: нейтрино оказалось той неуловимой частицей материи, которая уносит с собой при радиоактивном распаде часть теряемой ядром энергии. Эту ее часть не удавалось обнаружить экспериментально, а потому некоторые физики, занимавшие ошибочные философские позиции и тяготевшие к позитивизму, объявили, что при β -распаде не соблюдается закон сохранения энергии. Таким образом, гипотеза Паули не только вводила в строй физических представлений новую физическую частицу с необычными свойствами (нейтрино), но и укрепляла один из основных законов современного естествознания и вместе с тем краеугольный камень научного материализма.

1932-й год. Английский физик Дж. Чедвик экспериментально открыл нейтрон — новую физическую частицу, равную по массе протону, но электрически нейтральную. Это открытие имело решающее значение для

всей ядерной физики. В области теории оно давало возможность строить модели атомного ядра, исходя из одних тяжелых частиц — нуклонов (протонов и нейтронов); тем самым устранялась необходимость прибегать к «внутренним» электронам при построении атомных ядер из протонов и электронов, как это вынуждены были делать физики раньше. В области эксперимента открывались широкие возможности использовать нейтрон в качестве идеального ядерного снаряда, который, будучи электронейтральным, не испытывал на себе действия отталкивающих сил, вызванных положительным зарядом ядра, и мог приближаться к ядру даже при небольшой начальной скорости. Дж. Д. Кокрофт и Э. Уолтон разработали метод ускорения протонов и впервые осуществили ядерную реакцию с помощью искусственно ускоренных протонов. В том же году американский физико-химик Г. Юри выделил из тяжелой воды тяжелый изотоп водорода — дейтерий с массовым числом, равным 2.

1933-й год. Американский физик К. Д. Андерсон подтвердил правильность обнаружения им в 1932 г. в космических лучах новой физической частицы, которую он назвал позитроном. Это была первая античастица, найденная физиками — антиэлектрон. Она обладала той же массой, что и электрон, но положительным зарядом. Лоуренс получил при помощи циклотрона дейтроны и осуществил ядерные реакции с их участием.

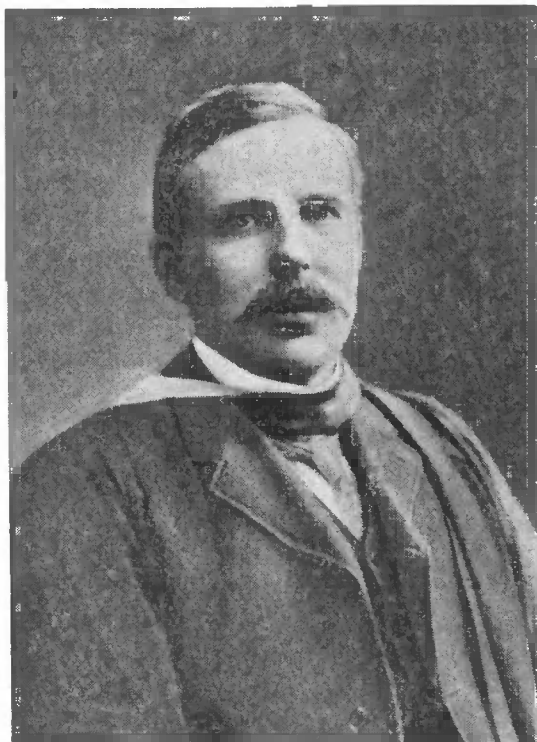
1934-й год. Французские физики Фредерик и Ирен Жолио-Кюри открыли искусственную радиоактивность. Тогда же советские

физики И. Е. Тамм и др. указали на необходимость объяснить ядерные силы обменом элементарных частиц и доказали, что известные к тому времени частицы не могут объяснить ядерные силы. Наконец, в том же году итальянский физик Э. Ферми с сотрудниками осуществили ядерную реакцию между ядрами урана и медленными нейтронами.

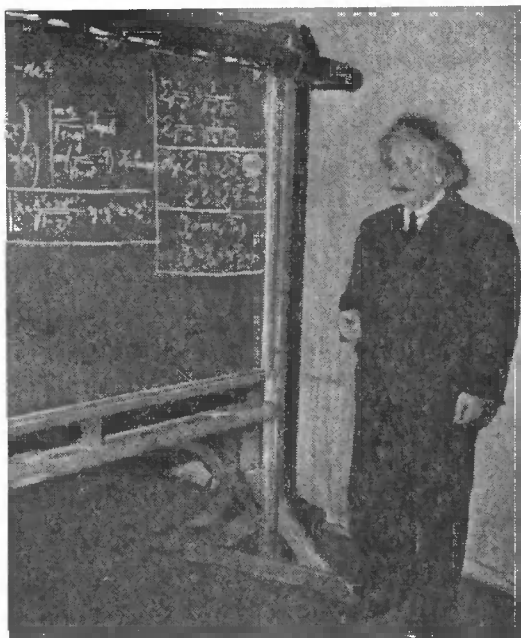
1935-й год. Японский физик Х. Юкава предсказал существование первого мезона («тяжелого электрона») с массой более 100 электронных масс. Характерно, что он в своей работе сослался на советские исследования в данном направлении.

1936-й год. Группа советских физиков, возглавляемая И. В. Курчатовым, открыла явление ядерной изомерии искусственно радиоактивных атомных ядер и разработала теорию ядерной изомерии. Андерсон обнаружил в космических лучах «тяжелый электрон» с массой около 200 электронных масс, предсказанный Юкавой и позднее названный μ -мезоном.

1937-й год. Английский физик П. М. С. Блэккет исследовал «тяжелый электрон» и его особенности.



Э. Резерфорд



А. Эйнштейн

1938-й год. Физики все с большим напряжением продолжали изучать процессы, вызванные воздействием нейтронов на ядра урана.

1939-й год. Немецкие физики О. Ган и Ф. Штрассман открыли реакцию деления ядра урана-235 при воздействии на него медленными нейтронами. К этому открытию приближались и другие ученые. Вслед за тем Я. И. Френкель выдвинул первую количественную теорию данного явления, а Э. Ферми показал, что при делении урана выделяются из распадающегося ядра два-три свободных нейтрона. В том же году американский физик Г. А. Бете выяснил цикл ядерных превращений, совершающихся на звездах и являющихся источником выделяемой ими энергии.

Таковы некоторые, но далеко не все, открытия, сделанные в области ядерной физики в 30-х годах XX в. В их осуществлении участвовали ученые самых различных стран: Англии, Франции, СССР, США, Германии, Швейцарии, Италии, Дании, Японии. Этим ярко демонстрировался международный характер современной науки.

В результате перечисленных открытий ядерная физика в 30-х годах XX в. превратилась в самостоятельную отрасль науки и с этого времени стала играть ведущую роль в развитии всей современной физики.



И р э н К ю р и



Ф р е д е р и к Ж о л и о - К ю р и

ТРИДЦАТИЛЕТНИЕ ИСКУССТВЕННОЙ РАДИОАКТИВНОСТИ

С того момента, когда французский физик Анри Беккерель открыл в 1896 г. явление радиоактивности, а вскоре затем супруги Кюри открыли радий, естественная радиоактивность стала считаться извечным свойством определенного типа самых тяжелых химических элементов, занимающих места в конце периодической системы Менделеева. Считалось, что радиоактивность нельзя ни вызвать искусственно, ни прекратить, ни хотя бы немного ускорить или задержать любыми, самыми мощными физическими средствами. Если раньше абсолютной считалась неизменность атомов, то теперь стали считаться столь же абсолютными скорость и характер их природной разрушимости, их естественной изменчивости.

Искусственно вызванное Резерфордом в 1919 г. превращение некоторых легких ядер (азота, а потом и других) не затронула понятия естественной радиоактивности, ибо в ядерных превращениях, осуществленных Резерфордом, реакции протекали не самопро-

извольно, а лишь под воздействием внешних физических факторов.

Супруги Жолио-Кюри, продолжая славные традиции представителей семейства Кюри старшего поколения, обнаружили, что в результате определенного рода ядерных реакций образуются искусственным путем радиоактивные изотопы хорошо известных легких элементов, например кислорода (O), углерода (C), азота (N), фтора (F) и других.

До открытия искусственной радиоактивности изотопы легких элементов на некоторых участках таблицы Менделеева составляли непрерывный ряд целочисленных значений массового числа. Так, на участке от C до F существовали обособленные клетки, прилегающие внешним образом друг к другу ¹.

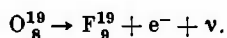
C ₆	N ₇	O ₈	F ₉
12 13	14 15	16 17 18	19

¹ Снизу у символа элемента стоит порядковое число, равное положительному заряду ядра, следовательно, числу протонов, содержащихся в атомном ядре; под прерывистой линией стоят значения массовых чисел изотопов.

Здесь помещены стабильные (нерадиоактивные) изотопы четырех легких элементов. Самопроизвольных переходов между ними тогда еще не было найдено, так как естественная радиоактивность наблюдается лишь у тяжелых элементов. Открытие супругов Жолио-Кюри состояло в том, что были найдены нестабильные (радиоактивные) изотопы легких элементов, массовое число у которых либо превышало на единицу (а иногда и на две единицы) наивысшее значение этого числа у стабильного изотопа данного элемента, либо, напротив, не достигало наименьшего значения этого числа у соответствующего, тоже стабильного, изотопа того же элемента.

Так, у азота были обнаружены нестабильные изотопы с массовыми числами 13 (т. е. меньше, чем 14) и 16 (т. е. больше, чем 15). Точно так же у кислорода были найдены нестабильные изотопы с массовыми числами 15 и 19.

В результате открытия супругов Жолио-Кюри, клетки в соответствующих местах периодической системы Менделеева утратили свою былую жесткость и непроницаемость: они стали подвижными, гибкими, способными как бы «пропускать» атомы смежно расположенных элементов из одной клетки в соседнюю. При этом известный закон сдвига выступил не только в прежней, но и в новой форме: когда значение массового числа элемента оказывалось больше максимального его значения у стабильного изотопа данного элемента, то происходил β -распад ядра с испусканием электрона (e^-) и нейтрино (ν). Например, изотоп кислорода O_8^{19} после β -распада превращался в стабильный изотоп фтора F_9^{19} :



Очевидно, один из нейтронов ядра превращался в протон. Изотоп O_8^{19} является поэтому β -радиоактивным. На Земле он не существует в природных условиях, так как время его жизни очень незначительно, и если он когда-нибудь и был на Земле, то давно уже превратился бы весь в стабильный изотоп фтора F_9^{19} .

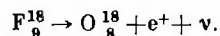
Итак, в этом случае, как и при обычном β -распаде, происходит сдвиг элемента на одно место вправо по периодической системе Менделеева.

Но когда массовое число у изотопа данного элемента оказывалось меньше минимального его значения у стабильного изото-



Э. Ферми

па данного элемента, то наблюдался β -распад с испусканием позитрона e^+ и нейтрино ν . Например, изотоп фтора F_9^{18} таким путем превращался в стабильный изотоп кислорода O_8^{18} , так как при излучении одного позитрона один из протонов ядра превращается в нейтрон, и порядковый номер элемента уменьшается на 1:



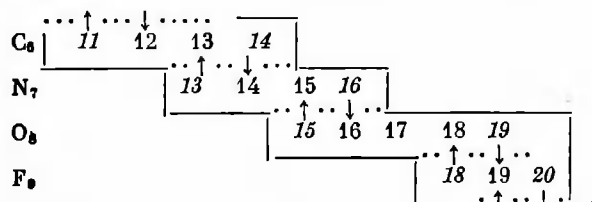
Следовательно, здесь совершается сдвиг элемента на одно место влево по периодической системе Менделеева. Это — новый тип сдвига, неизвестный ранее. Изотоп F_9^{18} таким образом β^+ -радиоактивен. Он тоже не существует на Земле в природных условиях из-за малого времени своей жизни и может быть получен только искусственным путем.

Теперь мы можем изобразить соответствующую часть периодической системы Менделеева в более полном виде. Здесь стабильные изотопы изображены прямыми цифрами, радиоактивные — курсивом; стрелки, направленные книзу, означают β^- -распад, направленные вверх — β^+ -распад. Те части стенок у клеток, которые утратили былую жест-



И. Е. Тамм

кость и непроницаемость, изображены пунктиром:



Открытие, сделанное супругами Жолио-Кюри, позволило пропикнуть во внутренний «механизм» радиоактивных превращений легких элементов. Оно убедительно доказало, что регулирующим и определяющим фактором по отношению к электрическому заряду ядра служит масса изотопа (его массовое число). В самом деле, когда значение массового числа переходило определенную количественную границу стабильности — нижнюю или верхнюю, то совершался радиоактивный $\beta^\pm$ -распад с испусканием соответствующих легких частиц — электрона или позитрона (а также нейтрино).

В результате этого массовое число не менялось, иначе говоря, общее число нуклонов

(тяжелых частиц) в ядре сохранялось постоянным; заряд же ядра менялся — либо увеличивался на 1, либо уменьшался на 1. Это влекло за собой качественное превращение исходного элемента и переход его в соседний с ним элемент, либо справа от него, либо слева, по периодической системе Менделеева.

Таким образом, открытие супругов Жолио-Кюри имело не только огромное специально физическое, но и большое общеполитическое значение: оно показывало, как конкретно действует и проявляется в данной области физических явлений один из основных законов диалектики — закон перехода количества в качество.

Диалектика сказалась и в самом ходе научного познания: Менделеев считал атомный вес — (т. е. массу атомов) свойством элементов, определяющим все остальные их свойства. Открытие того обстоятельства, что от электрического заряда ядра зависит распределение электронов в атомной оболочке, а значит и связанные с ними физические и химические свойства элементов, выдвинуло на первый план заряд атомного ядра в качестве основного признака химического элемента. Начиная с 1916 г., когда Ф. Панет дал новое определение химического элемента, ученые стали считать, что химический элемент характеризуется не атомным весом, а положительным зарядом атомного ядра, который численно был равен порядковому числу элемента, т. е. номеру его места в периодической системе Менделеева.

В результате произошло как бы отрицание первоначального взгляда на основное, определяющее свойство элементов, идущего от Менделеева, а еще раньше от Дальтона.

После 1932 г. произошел как бы частичный возврат к исходному пункту менделеевских воззрений, но с удержанием всего положительного, что выработала наука за время своего последующего развития. Хотя химический элемент как определенный качественный вид материи по-прежнему определяется через заряд ядра его атомов, но устойчивость этого заряда оказалась зависящей от значения массы ядра (его массового числа). В конечном счете устойчивость химического элемента с его определяющим признаком оказалась зависящей от значения массы его атомов, как это блестяще доказало открытие супругов Жолио-Кюри.

Следовательно, в итоге здесь произошло своеобразное «отрицание отрицания», когда

в едином теоретическом синтезе были охвачены и те свойства элементов, которые были связаны с электрическим зарядом ядра, и те, которые были связаны с массой ядра. Этим еще и еще раз был продемонстрирован диалектический, противоречивый характер развития научного познания.

Обратим теперь внимание на то, что массовое число (общая сумма протонов и нейтронов, т. е. общее число нуклонов) есть признак изотопов, как разновидностей атомов, тогда как порядковое число (число протонов) представляет собою, как мы видели, признак химического элемента, как вида атомов. Отсюда следует, что видовые различия атомов в конечном счете обуславливаются теми различиями, которые существуют у разновидностей атомов.

Если вдуматься в это положение, исходя из более широкой, эволюционной точки зрения, то можно обнаружить интереснейшую деталь. Вспомним, что в конце прошлого века английский физик и химик В. Крукс назвал учение Менделеева о периодическом законе «неорганическим дарвинизмом». Этим он хотел сказать, что по своему существу это учение выражает идею развития вещества в неорганической природе.

Дарвин раскрыл внутренний «механизм» изменения биологических видов и возникновение новых видов из старых, существовавших раньше: новый вид, говорил он, есть развившаяся разновидность прежнего вида, а разновидность есть зачинающийся вид, т. е. новый вид в его зачаточном состоянии. Такой взгляд развил дальше русский естествоиспытатель-материалист К. А. Тимирязев.

Становясь на такую точку зрения, можно рассматривать некоторые нестабильные разновидности как «зачинающиеся» новые виды (элементы), в которые эти изотопы превращаются в процессе своего «развития» (в данном случае в процессе своего $\beta^\pm$ -превращения). Так разновидность атомов азота N_7^{16} «развивается» (превращается через излучение электрона и нейтрино) в новый вид атомов, качественно отличный от азота, в кислород; поэтому кислород (в виде O_8^{16}) можно рассматривать как развившуюся разновидность N_7^{16} .

Здесь со всей наглядностью выступают глубокая общность и единство эволюционных концепций в живой (дарвинизм) и неживой природе, причем генетические и структурные отношения между видами и разновидностями



Я. И. Френкель

оказываются сходными и там, где речь идет о живых существах, и там, где речь идет об атомах.

Говоря об историческом и методологическом значении открытия супругов Жолио-Кюри, следует отметить еще одно важное обстоятельство: в результате β^+ -распада радиоактивных изотопов легких элементов выделяются позитроны. Ф. Жолио-Кюри проследил их дальнейшую судьбу. Оказалось, что при встрече с электроном через малую долю секунды позитрон сливается с электроном, и обе частицы вещества превращаются в фотоны («частицы» света или электромагнитного излучения). Другими словами, противоположно заряженные частицы (электрон и позитрон) взаимно уничтожаются как частицы вещества (аннигилируют) и переходят в свет с сохранением своей суммарной энергии (а значит, и своей суммарной массы, согласно известному закону Эйнштейна о взаимосвязи массы и энергии).

Вскоре был открыт обратный процесс —

возникновение обеих частиц (электрона и позитрона) из фотонов жесткого излучения происходящее в поле атомного ядра с большим зарядом («рождение пары»).

Процессы рождения и аннигиляции «пары» стали замечательными примерами взаимопревращений двух основных физических видов материи — вещества и поля (в данном случае света, т. е. электромагнитного поля). Это было примером ранее неизвестного типа превращений материи. Долгое время, следуя за древними атомистами, естествоиспытатели понимали превращение как соединение или разъединение готовых частиц наподобие того, как совершаются химические и физико-химические процессы. Например, при распаде перекиси водорода из ее молекулы выделяется один атом кислорода, который в ней уже до этого содержался; точно так же при ионизации атома натрия от него отрывается один электрон, который в нем перед тем уже находился.

Ничего похожего не наблюдается при рождении или аннигиляции «пары». В фотоне не предсуществуют электрон и позитрон, которые тем не менее рождаются из этого фотона; точно так же и в них не содержится тех фотонов, в которые они превращаются в результате своей взаимной аннигиляции. Следовательно, здесь совершается глубоко диалектический процесс коренного превращения *о д н о г о* в *д р у г о е*, когда одно качественное состояние материи переходит скачкообразно в другое качественное ее состояние, но без того, чтобы какие-то готовые частицы, заранее уже предсуществовавшие, сочетались бы вместе в сложную частицу или, напротив, отделялись бы друг от друга и разъединялись.

Таковы некоторые особенности открытия супругов Жолио-Кюри, сделанного 30 лет назад. Почти одновременно с этим открытием в том же году начались замечательные исследования Энрико Ферми, закончившиеся пять лет спустя открытием деления ядра.

ЧЕТВЕРТЬ ВЕКА СО ДНЯ ОТКРЫТИЯ ДЕЛЕНИЯ ЯДРА

История науки свидетельствует о том, что многие великие открытия имеют, как минимум, двухэтапный характер: на первом их этапе эмпирически устанавливается новый, ранее неизвестный факт, открывается новое явление природы, новое вещество и т. д., но

его истинная сущность остается еще не раскрытой, не понятой.

На втором их этапе новое явление получает *т е о р е т и ч е с к о е* объяснение, обнаруживается его действительное значение, его физический смысл. С этого момента, собственно говоря, и начинается революция в науке, коренной переворот во взглядах на данную область природы. Так было с открытием кислорода в XVIII в. и радиоактивности в конце XIX в.: пока эти открытия находились на уровне эмпирической констатации новых явлений, они вполне могли уживаться со старыми представлениями, уже изжившими себя к моменту появления того или иного из этих открытий.

Когда же Лавуазье раскрыл, что на самом деле представляет собой новый элемент, который он назвал кислородом, рухнула после своего векового господства старая теория флогистона.

Точно так же, только после того, как Резерфорд и Содди доказали, что радиоактивность есть спонтанный распад атомов, рухнули старые метафизические представления об атомах, как о последних, неразрушимых частицах материи и об элементах, как вечных, непревращаемых видах вещества.

Аналогично обстояло дело и с открытием деления урана. Уже в 1934 г. при облучении урана медленными нейтронами Ферми обнаружил последующее выделение электронов, как при обычном β -распаде. Он решил, что происходят последовательные сдвиги от урана на соседние места справа от него. Отсюда, по Ферми, следовало, что образуются новые, трансурановые элементы.

Однако такое объяснение оказалось неверным. Все попытки выделить ожидавшиеся трансураны упорно не давали положительных результатов; это вполне было понятно, так как никаких трансуранов при этом не образовывалось.

В начале 1939 г. в продуктах очередной реакции, вызванной воздействием нейтронов на уран, совершенно неожиданно был обнаружен барий, который отсутствовал в исходных веществах. Откуда же он мог в таком случае взяться, ведь барий занимает место в середине периодической системы, а уран — в ее конце? Тогда О. Ган и Ф. Штрассман решили, что если из урана с порядковым числом 92 после обработки его нейтронами образуется барий с порядковым числом 56, то значит ядро урана *д е л и т с я* на две примерно равные части, или осколка, в дан-

ном случае на ядро бария и ядро ксенона (порядковый номер 36). Наблюдаемое вслед за тем выделение электронов есть вторичный процесс, происходящий уже с осколками, образовавшимися после деления ядра урана. Так как массовое число этих осколков значительно превышает максимальное значение для устойчивого изотопа, то начинается β^- -распад, в результате чего осколок перемещается по системе Менделеева направо, последовательно переходя с одного места на другое, пока не достигнет места того элемента, у которого значение заряда ядра будет устойчивым при данном значении массового числа. Следовательно, и здесь обнаруживается определяющая и регулирующая роль массы (массового числа) по отношению к электрическому заряду ядра. Таким образом, и в данном случае революционизирующее значение сделанного открытия обнаружилось только тогда, когда эмпирическое наблюдение нового явления получило правильное теоретическое истолкование.

Деление ядра представляло собой совершенно новый тип ядерной реакции. Последовательное нарастание массы (массового числа) у элемента, стоявшего тогда на последнем месте системы Менделеева, вызывало коренное изменение состояния ядра, принявшее характер взрыва или развала, распада его на две части. Закон перехода количества в качество выступал здесь в особой форме.

Характерной чертой вновь открытой ядерной реакции было выделение громадного количества внутренней (атомной) энергии. При этом происходило выделение двух или более свободных нейтронов из каждого расколовшегося ядра урана. Это последнее обстоятельство означало, что если при определенных условиях и достаточном размере всей компактной массы чистого изотопа урана-235 произойдет деление одного ядра, то выделившиеся при этом свободные нейтроны будут способны вызвать деление минимум двух других ядер урана; те в свою очередь вызовут каждое деление двух новых ядер, так что в итоге количество распавшихся ядер будет возрастать в геометрической прогрессии. В таком случае весь процесс деления урана должен будет протекать лавинообразно, т. е. путем цепной реакции. Вскоре Ф. Жолио-Кюри доказал, что это действительно так, и с этого момента открылась практическая возможность технического использования атомной энергии. Началась но-



И. В. Курчатов

вая эпоха научно-технического прогресса, современной научно-технической революции, эпоха атомной энергии.

В том же году советский физик Я. И. Френкель выдвинул первую теорию ядерного деления, получившую название «капельной теории». На первый взгляд, здесь речь идет о простой аналогии, в действительности же — в общности физических законов совершенно различных явлений проявляется здесь глубочайшее единство мира, единство природы.

Френкель допустил, что атомное ядро можно уподобить капле обычной жидкости, сдерживаемой силами поверхностного натяжения. Роль «жидкости» здесь выполняют взаимосвязанные нуклоны. Если поверхностное натяжение жидкости, составляющей каплю, достигло предела, то прибавление к ней новой порции той же жидкости может вызвать нарушение действия сил этого натяжения, в результате чего они уже не будут способны сохранять данную каплю в ее целостном состоянии. Капля придет в возбужденное состояние и разорвется на две более или менее равные части, из которых образуются две новые капли меньшего размера. По мысли Френкеля, этот процесс напоминает то, что происходит с атомным ядром, причем



Ф. Жолио-Кюри, И. В. Курчатов, Д. В. Скобельцын, Л. А. Арцимович, А. И. Алиханов (слева направо)

роль последней добавляемой порции жидкости выполняет нейтрон.

Кстати, мы видим здесь новое проявление упоминавшегося уже закона перехода количества в качество.

Открытие деления ядра было наиболее крупным не только в области ядерной физики, но и во всем естествознании того времени. Оно стало исходным для многих других выдающихся открытий, связанных так или иначе с практическим использованием «атомной энергии».

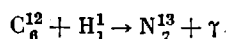
ДВАДЦАТИПЯТИЛЕТИЕ УСТАНОВЛЕНИЯ «МЕХАНИЗМА» ИСТОЧНИКА ЭНЕРГИИ СОЛНЦА И ЗВЕЗД

В том же году Бете решил задачу, мучившую в течение многих десятилетий и даже веков умы ученых: откуда и за счет чего Солнце и звезды берут свою практически неисчерпаемую энергию? В прежнее время бы-

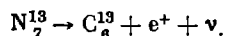
ли сделаны попытки объяснить источник солнечной (и вообще звездной) энергии действием физико-механических факторов, например, сжатием небесного тела, или таких химических факторов, как горение (если бы Солнце было, скажем, раскаленным куском антрацита). Однако в этих случаях количество выделяемой энергии было бы в миллионы раз меньше, чем в действительности. Поэтому если бы вообще не существовало других, несравненно более мощных источников энергии, то Солнце уже давным давно погасло бы.

Открытие атомной энергии, экспериментально подтверждающее фундаментальный закон Эйнштейна о взаимосвязи массы и энергии указывало на то, что именно в атомной энергии следует искать ключ к пониманию источника солнечной и вообще звездной энергии. Однако самый «механизм» действия такого ее источника долгое время оставался невыясненным.

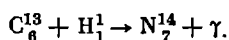
Бете путем теоретических рассуждений составил следующий цикл ядерных превращений. Сначала на ядро обычного стабильного изотопа углерода действует протон (H_1^1), в результате реакции образуется радиоактивный изотоп азота и выделяется энергия (γ):



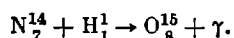
Затем ядро азота через β^+ -распад превращается в более тяжелый, но тоже стабильный изотоп углерода:



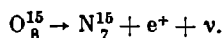
Образовавшееся ядро изотопа углерода подвергается воздействию второго протона, что приводит к возникновению ядра обычного стабильного азота и выделению новой порции энергии:



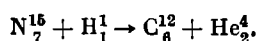
На ядро азота действует третий протон, и это приводит к образованию радиоактивного изотопа кислорода и к выделению новой порции энергии:



Ядро кислорода претерпевает затем β^+ -распад, превращаясь в стабильный (но более тяжелый, чем обычный) изотоп азота:

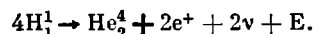


Наконец, воздействие четвертого протона на образовавшийся изотоп азота приводит к тому, что получается исходный обычный стабильный изотоп углерода и α -частица, т. е. ядро гелия (He_2^4):



Таким образом, мы вернулись к тому, с чего начали. Но только теперь вместо четырех протонов в итоге всех рассмотренных процессов образовалось ядро гелия и два позитрона с двумя нейтрино, и выделилось

некоторое количество энергии (E). Этот итог легко можно получить, если просуммировать составленные выше шесть уравнений:



Таков общий итог «цикла Бете», или, как его иногда называют, «углеродного цикла» ядерных превращений, совершающихся в недрах Солнца и звезд. Так было найдено решение одной из самых волнующих загадок природы.

Заметим, что четверть века назад в принципе были найдены два прямо противоположных способа получения атомной энергии. Первый способ основан на аналитическом процессе распада самых тяжелых атомных ядер на более легкие и простые ядра (деление ядер); второй способ основан на процессе синтеза сравнительно более сложного и более тяжелого ядра (гелия) или более простых и более легких ядер (протонов); этот последний процесс обычно именуется термоядерной реакцией.

Если подойти к различию между обоими способами образования атомной энергии, с точки зрения периодической системы Менделеева, то обнаружится, что первый способ связан с ядерными процессами, которые отражаются как сдвиги элементов от k о н ц а системы Менделеева к ее середине. Напротив, второй способ связан с процессами, которые отражаются как сдвиги, совершающиеся между смежными элементами в начале системы Менделеева, причем общим их итогом оказывается сдвиг первого ее места (где стоит водород) на второе (где стоит гелий).

* * *

Таковы три важнейшие юбилейные даты ядерной физики, которые ученые всего мира отметили в 1964 г. Эти даты знаменуют собой победное шествие всемогущего человеческого познания, открывающего все новые явления и законы природы, находящего пути и способы практического овладения ими.

УДК 539.1

Читайте в следующем, № 2, журнала «Природа»
СПЕКТРЫ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ. Статья проф. Я. А. Смородинского



БУДУЩЕЕ ГЛАЗАМИ ГЕОХИМИКА

Член-корреспондент АН СССР А. А. Сауков

МИГРАЦИЯ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ И ИХ ЭВОЛЮЦИЯ

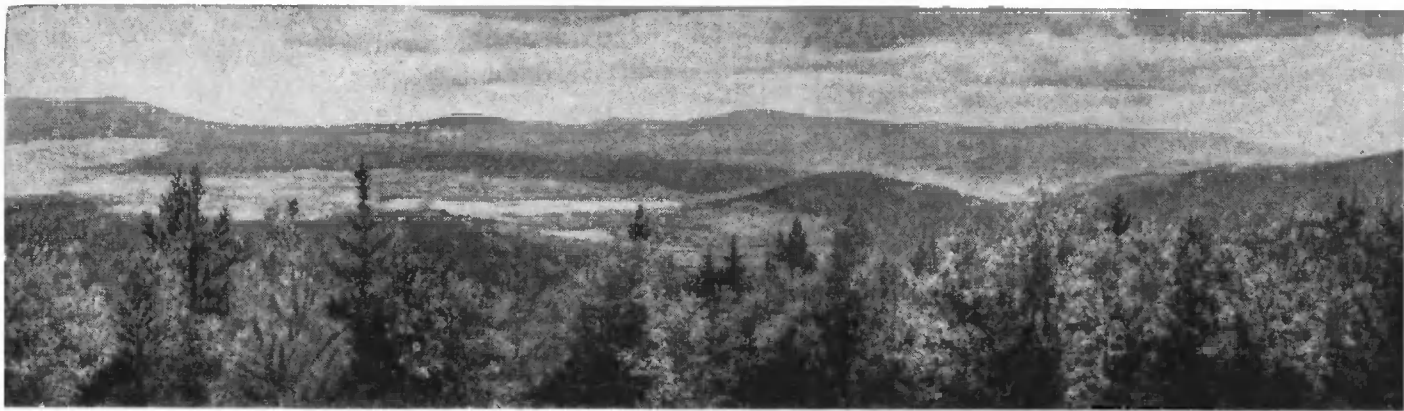
Атомы химических элементов, составляющих нашу планету, находятся в постоянном движении. Они перемещаются и поэтому современное их распределение на Земле существенно отличается от распределения их в прошлом. В будущем оно также будет иным. Во всем этом убеждает нас повседневный опыт, а также данные современной геохимии — науки, специально изучающей распределение и «поведение» химических элементов на Земле.

Относительно происхождения нашей планеты высказаны, как известно, разные гипотезы, но все они признают, что первоначально химические элементы были распределены в массе Земли более или менее равномерно. Лишь потом, в ходе длительной эволюции, связанной со сменой термодинамических и физико-химических условий на Земле, произошла дифференциация химических элементов, и в конце концов они распределились так, как мы наблюдаем их в настоящее время: образовали атмосферу, гидросферу, твердую литосферу и другие более глубинные геосферы, разнообразные горные породы, минералы и руды, вошли в состав растений и животных.

Миграция химических элементов осуществляется в разных формах и определяется рядом причин, которые обычно называют факторами миграции. А. Е. Ферсман в свое время разделил все эти факторы миграции на внутренние, связанные со свойствами атомов и их соединений, и внешние, определяющие обстановку миграции. Анализ факторов миграции в историческом разрезе, рассмотрение их роли в ходе геологической истории Земли показали, что между этими двумя группами факторов существует принципиальная разница. Внутренние факторы миграции химических элементов в течение всей геологической истории нашей планеты были в пределах полей устойчивости этих элементов такими же, как сейчас, поскольку эти факторы отражают свойства атомов. Сюда относятся такие свойства атомов, определяющие их миграцию, как заряды ядер, валентность и радиусы ионов и атомов¹.

Что касается внешних факторов мигра-

¹ С течением времени меняются, правда, атомные веса радиоактивных (U, K и др.) и радиогенных (Pb, He, Ar и др.) элементов, что связано с изменением их изотопного состава. Однако эти изменения, как известно, очень слабо отражаются на химических свойствах элементов, а они-то как раз и определяют в первую очередь способность их к миграции.



Урал. Здесь раньше добывали платину

Фото Л. Борисенко

ции химических элементов, то они, в отличие от внутренних, менялись и меняются до сих пор. Таковы температура, давление и концентрация разных элементов в данной геохимической системе, например в подземной атмосфере, водном растворе или магматическом расплаве; окислительно-восстановительные и кислотно-щелочные свойства природных растворов и атмосфер; сорбционные свойства природных тел; биологические особенности организмов, оказывающие разнообразные влияния на миграцию элементов и т. д. Некоторые из этих изменений не имеют направленного характера: например, температура и давление воздуха могут то повышаться, то понижаться, состав подземных вод, движущихся среди разных горных пород, существенно меняется в зависимости от состава этих пород и т. д. Но наряду с подобными изменениями известны и такие, которые имеют определенную направленность, то постепенно возрастаая в своем значении, то уменьшаясь, и тем самым приводят в ходе длительной геологической истории Земли к существенным изменениям геохимической обстановки. Так, например, постепенно уменьшалось на Земле количество радиоактивных элементов — вследствие спонтанного распада их атомов¹.

Интересно, что 3 млрд. лет тому назад U^{235} было примерно в 18 раз, а K^{40} в 5,3 раза больше, чем в настоящее время.

¹ Это уменьшение происходило по известному закону радиоактивного распада, выраженному математической формулой: $N_t = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$, где N_0 — количество атомов радиоактивного элемента в начальный период, при $t = 0$; N_t — количество атомов через t лет; e — основание натуральных логарифмов; λ — радиоактивная постоянная, равная $\frac{0,693}{T}$, где

T — период полураспада.

Количество радиогенных элементов, наоборот, увеличивалось; особенно ярко это сказалось на изотопах свинца Pb^{206} , Pb^{207} и Pb^{208} , на гелии и аргоне. В ходе эволюции Земли менялись кларки (среднее содержание элементов в земной коре) и других элементов — за счет материального обмена Земли с космосом, но эти изменения были более скромными, чем для указанных элементов.

Особенно значительно изменился и продолжает меняться энергетический баланс Земли — опять-таки особенно в связи с радиоактивностью. Количество тепловой энергии (Г. В. Войткевич, 1961), выделяемой в настоящее время всеми радиоактивными элементами, составляет $4,3 \cdot 10^{20}$ кал/год или, соответственно $1,35 \cdot 10^{13}$ кал/сек. Эта цифра близка к величине теплового потока, идущего из глубин Земли к ее поверхности, составляющей $9 \cdot 10^{12}$ кал/сек. Таким образом, всю теплоту, теряемую глубинами, можно объяснить радиогенными процессами.

В прошлые времена количество радиогенного тепла, очевидно, было больше, чем сейчас. 3 млрд. лет тому назад его было примерно в 2 раза, а 5 млрд. лет тому назад — в 5,5 раза больше, чем в настоящее время (Г. В. Войткевич, 1961 г.). Очевидно, в древние времена на Земле, соответственно, гораздо более интенсивно, чем сейчас, проходили различные магматические, вулканические, метаморфические и тектонические процессы, связанные с глубинным теплом. Это обстоятельство в построениях тектонистов и петрологов, к сожалению, не учитывается.

Важно иметь в виду, что некоторых факторов миграции химических элементов, играющих сейчас существенную и все более возрастающую роль, раньше вообще на Земле не было; они появились лишь в ходе дли-



Курская магнитная аномалия. Железородный карьер на Лебединском месторождении

Фото А. Никитиной

тельной, продолжавшейся миллиарды лет, эволюции земного вещества. Сюда относятся биогенные факторы. Жизнь, как новая форма существования материи, возникли на Земле, вероятно, свыше 2 млрд. лет тому назад; первые организмы появились, по-видимому, в некоторых участках морской воды, где существовали наиболее благоприятные условия для зарождения жизни; постепенно, в длительной борьбе за существование организмы приспособлялись к окружающим условиям, заселили всю гидросферу и вышли на сушу. Первоначально геохимическая роль биогенных процессов была, очевидно, скромной, но постепенно, в ходе эволюции организмов она возрастала в соответствии с увеличением массы растений и животных, а также с качественными изменениями самого органического мира. В настоящее время биогенные факторы играют весьма большую геохимическую роль, оказывая решающее, прямое или косвенное, влияние на «поведение» большого числа химических элементов. Организмы концентрируют в огромных количествах многие химические элементы, в том числе углерод, кремний, фосфор, кальций, железо и другие. С другой стороны, они рассеивают многие из химических элементов. Огромную геохимическую роль играет свободный кислород атмосферы — продукт фотосинтетической деятельности зеленых растений, а также различные органические и минеральные продукты жизнедеятельности и разрушения организмов, в том числе сероводород, углекислый газ, углеводы, жиры, белки и т. д. Можно совершенно определенно утверждать, что в абиогенный период развития нашей планеты, когда на ней еще не было жизни, т. е. в течение по крайней мере около 2—

3 млрд. лет, геохимические процессы на поверхности Земли протекали в значительной степени по-иному, чем они протекают сейчас. В то время не было всех тех факторов миграции химических элементов, которые связаны с организмами и которые играют сейчас огромную геохимическую роль. Эта роль их особенно убедительно была показана В. И. Вернадским, создателем специальной отрасли науки — биогеохимии.

Совсем недавно по сравнению с длительностью геологических процессов, на позднейшем этапе эволюции органического мира, появился человек и на авансцену вышел новый мощный геохимический фактор — воздействие людей на природу. В борьбе за существование человек оказался победителем; он научился познавать природу и, что особенно важно, научился ее переделывать.

Воздействие человека на природу весьма многосторонне и все более усложняется и возрастает; в результате сельскохозяйственной, горнодобывающей и перерабатывающей деятельности людей меняется в конечном счете распределение химических элементов на Земле, нарушаются естественные их ассоциации и создаются новые, невиданные ранее, меняется ход природных химических реакций, создаются многие тысячи новых химических соединений, неизвестных ранее в природе, получают даже новые химические элементы и изотопы, которых точно так же мы ранее не обнаруживали в природе. Сейчас, в век овладения атомной и термоядерной энергией и завоевания космоса, воздействие человека на природу еще более возрастает; его роль в природе уже выходит за рамки геохимической, ограниченной пределами Земли, и становится космической.

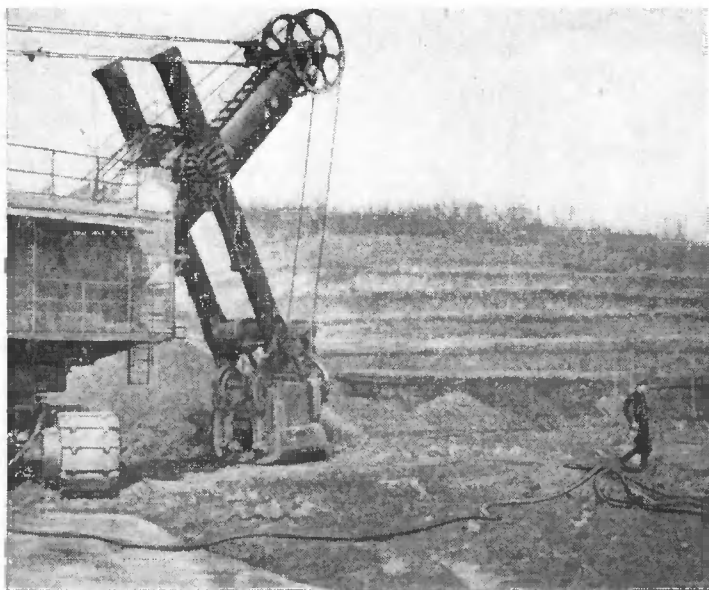
РОСТ ДОБЫЧИ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ

Исторический подход к науке помогает не только более правильно судить о прошлом, но и позволяет заглянуть в будущее. Невиданно бурными темпами возрастает сейчас воздействие людей на природу, в частности на распределение в земной коре ассоциаций химических элементов. Существенный геохимический эффект этой деятельности мы можем наблюдать, сравнивая отдельные десятилетия и столетия, а иногда и отдельные годы. Так, например, месторождения полезных ископаемых, на создание которых природа затратила, вероятно, миллионы лет, человек вырабатывает в десять — двадцать лет, а часто и гораздо быстрее. Это обстоятельство определяет, насколько далеко мы будем заглядывать в будущее. Очевидно, для этого достаточно взять ближайшие 2—3 тысячи лет. Геохимические изменения будут вызваны по преимуществу одной причиной — все возрастающей производственной деятельностью людей¹.

Осторожно заглядывая в будущее, посмотрим, как в ближайшие годы и столетия человек будет разрешать проблему минерального сырья, из каких источников он будет черпать необходимые ему химические элементы.

Это — не праздный вопрос, он уже и сейчас привлекает к себе все большее внимание, а в дальнейшем приобретет еще более важное значение. Добыча различных полезных ископаемых, необходимых человеку, как известно, очень быстро возрастает.

На фоне значительного роста добычи всех полезных ископаемых за последние 50 лет особенно быстрые темпы показали нефть, природный газ (за 25 лет) и бокситы (см. табл.). Особенно возросла добыча полезных ископаемых в СССР. В течение ближайших 20 лет — с 1960 по 1980 гг. она будет увеличиваться еще быстрее. Эти темпы, так же как и до сих пор, будут определяться в первую очередь двумя важнейшими причинами: ростом потребности людей в разных химиче-

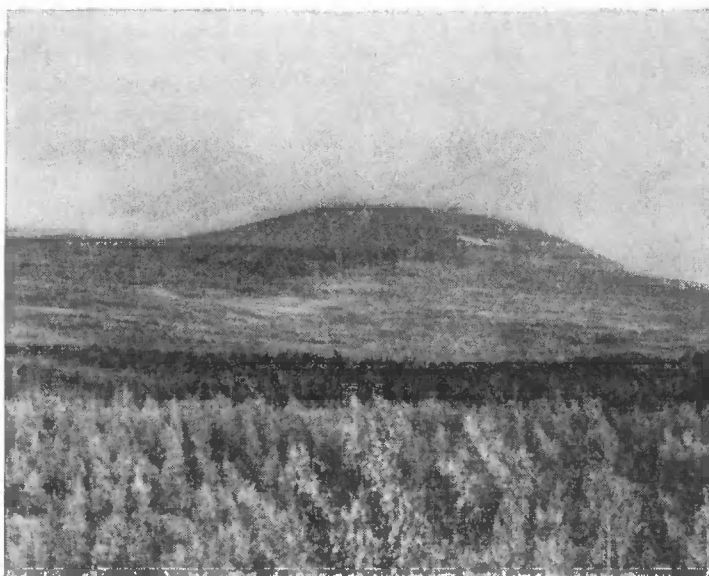


Разработка железной руды открытым карьером на Урале (Качканар)

Фото Л. Борисенко

ских элементах и ростом численности самого населения земного шара.

До сих пор человечество покрывало свои потребности в разных химических элементах по преимуществу путем добычи и переработки соответствующих руд, слагающих месторождения полезных ископаемых. Одни руды добываются уже тысячи лет (таковы руды



Хибины. Район распространения нефелиновых сиенитов.

Фото З. Шлюковой

¹ Изменения других внешних факторов миграции химических элементов за этот короткий отрезок геологического времени будут, очевидно, совершенно незначительными и с ними можно практически не считаться. Очевидно, за это время существенно не изменится ни химический состав Земли, ни ее энергетика, ни климат, ни геохимическая роль организмов за исключением того, что будет связано с воздействием самих людей.

Темпы роста мировой добычи некоторых полезных ископаемых

Полезные ископаемые	Уровень добычи		Удельные добычи	
	1913—1914 гг.	1962—1963 гг.		
Уголь (млн. т)	1343,8	2886	2,1	Только по капиталистическим странам
Нефть (млн. т)	53,76	1210,5	22,5	
Торф (млн. т)	8,4	67,1	8	
Железная руда (млн. т)	164,7	450,8	2,7	
Природный газ (млрд. м³)	75,4	629,6	8,3	
Марганцевая руда (тыс. т)	около 1000	6730	6,7	
Свинец (металл, тыс. т)	1213	1701	1,4	
Цинк »	1089	2590	2,4	
Медь »	около 1000	3725	3,7	
Вокситы (тыс. т)	540	20400	37,7	
		(1960 г.)		

золота, ртути, меди, олова и т. д.), другие — значительно меньший срок, исчисляемый иногда десятками лет и даже отдельными годами (например, руды большинства редких элементов).

Запасы всех известных сейчас месторождений полезных ископаемых ограничены и довольно быстро истощаются, поскольку добыча руд систематически, год от года, все более возрастает, а запасы месторождений не возобновляются. Все это ставит перед практической геологией ряд острых проблем, сущность которых сводится к тому, чтобы обеспечить человечество всеми необходимыми ему химическими элементами в достаточных количествах.

ПУТИ ЛИКВИДАЦИИ ДЕФИЦИТА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ

Труднооткрываемые месторождения, не выходящие на земную поверхность, не вскрытые эрозийным срезом, перекрытые молодыми рыхлыми отложениями, почвенным покровом, а также расположенные на дне морей, находить обычными визуальными геологическими методами практически невозможно. Здесь огромную роль приобретают геофизические и геохимические методы с широким привлечением технических средств (особенно поискового бурения). Есть основания утверждать, что количество подобных месторождений и запасы разных полезных ископаемых в них будут в несколько раз превышать число и запасы уже выявленных месторождений.

Так, в недрах Сибири могут быть обнаружены запасы труднооткрываемых месторождений разных металлов, в 5—6 раз превышающие их запасы в месторождениях легкооткрываемых (В. И. Красников, 1959).

Говоря о месторождениях, залегающих на некоторой глубине от земной поверхности, необходимо учитывать экономическую сторону проблемы, так как стоимость добычи полезных ископаемых очень быстро возрастает с ростом глубины их залегания, и, начиная с некоторого уровня, сама добыча становится уже не рентабельной.

Если месторождения залегают относительно неглубоко, их эксплуатация может осуществляться путем открытой разработки, которая позволяет в несколько раз снизить себестоимость полезного ископаемого¹. Поэтому открытая добыча полезных ископаемых в разных странах все более и более развивается. При современной технике, позволяющей в относительно короткое время удалять десятки и сотни миллионов кубометров пустых пород, перекрывающих месторождения, для открытой разработки становятся доступными все более глубоко залегающие полезные ископаемые. У нас разрабатываются угольные карьеры с глубиной до 300 м и запроектированы карьеры для добычи угля и железных руд глубиной до 500 м (Кузбасс, Кривой Рог и др.).

Открытие и освоение новых видов минерального сырья, новых для промышленности концентраций элементов — следующий путь обеспечения человечества химическими элементами в будущем. Когда в 1926 г. были открыты первые крупные коренные месторождения апатитов на Кольском полуострове, А. Е. Ферсман усмотрел в них новый вид фосфорного сырья, могущий успешно конкурировать с фосфоритами, на которых, по существу, и базировалась до тех пор фосфорная промышленность всех стран. Были поставлены и проведены соответствующие исследования, опыты и полужавовские испытания, которые подтвердили сделанные предположения. В результате на Кольском полуострове был создан огромный горно-обоганительный комбинат по добыче апатита, который год от года все более наращивает темпы. Апатит в Хибинах встречается как составная часть апатито-нефелиновой поро-

¹ Например, установлено, что удельные капитальные затраты на угольных разрезах примерно в 10 раз ниже, чем на шахтах, а себестоимость 1 т угля в 15 раз меньше, чем на шахтах.



Месторождение
Расвумчорр. В
стенках карьера
видны апатито-не-
фелиновые породы.
Хибины

Выходы нефелино-
вых апатитов в
ущелье Рамзая.
Хибины

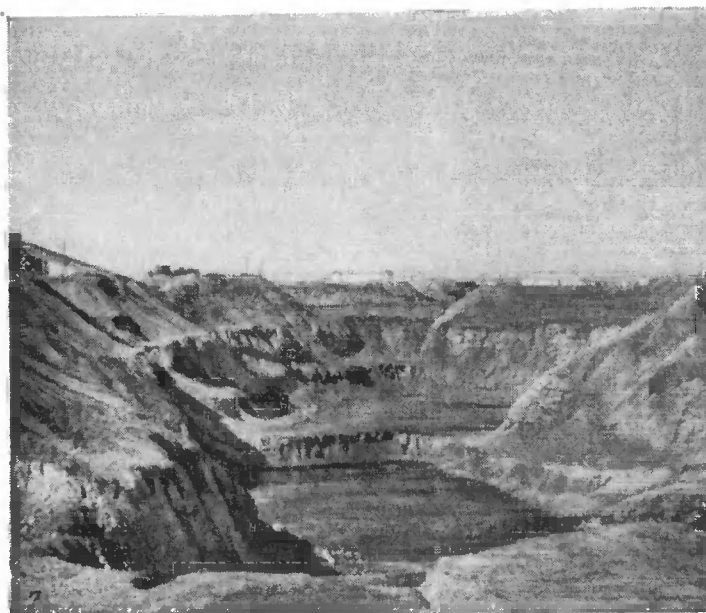
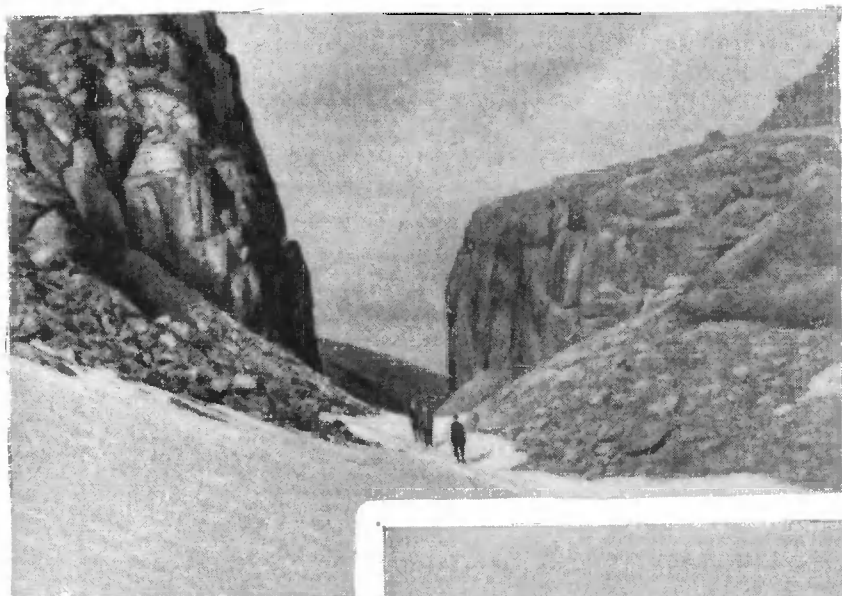
Фото С. Борцкого

ды; при извлечении апатита на обогатительных фабриках получают большие количества нефелиновых хвостов, которые первоначально выбрасывались. А. Е. Ферсман поставил в связи с этим и другую задачу: найти способы хозяйственного использования нефелина, особенно содержащейся в нем окиси глинозема, как исходного продукта для последующего извлечения из него металлического алюминия. В результате проведенных в этом направлении исследований и заводских испытаний проблема извлечения из нефелина окиси алюминия была успешно решена и внедрена в промышленное производство. Таким образом, на смену бокситам, запасы которых весьма ограничены, появился нефелин — гораздо более обычный минерал, главная составная часть довольно распростра-

ненной горной породы — нефелиновых сие-
нитов.

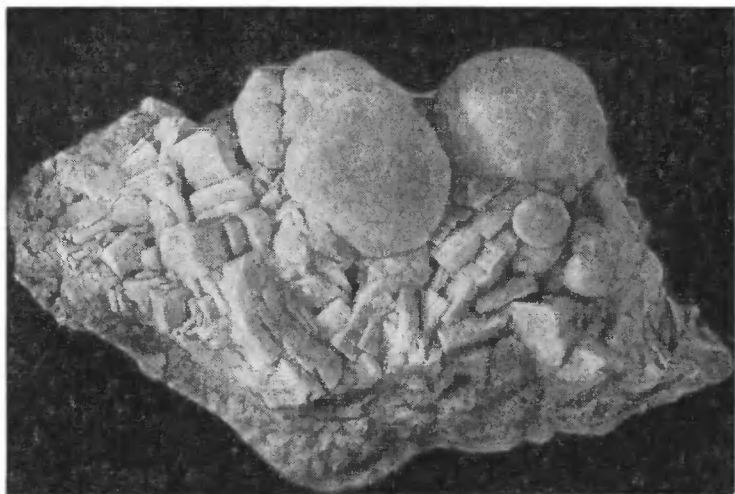
Другим классическим примером может служить извлечение азота из воздуха. Морская вода, из которой уже извлекают магний, тоже служит новым видом минерального сырья.

В связи с огромным ростом потребления калия для нужд сельского хозяйства месторождения собственно калийных солей относительно быстро будут истощены; возможно, что в дальнейшем окажется рентабельным



Карьер железорудного месторождения. Средняя Азия

Фото Л. Лукина



Образец руды серного колчедана

Фото Р. Константинова

извлекать калий (наряду с магнием и другими элементами) из морской воды, где его содержание равно 0,04% (400 г/м^3), или из некоторых распространенных калийсодержащих минералов (К-полевых шпатов, лейцитов и т. д.).

Перспективным сырьем для извлечения алюминия и ряда других элементов представляются золы каменных углей, которые пока практически не используются и ежегодно в огромных количествах выбрасываются, что, кстати, также связано со значительными затратами. В СССР ежегодно добывается свыше 500 млн. *т* угля разных марок; при сжигании его остается в среднем около 15% золы, т. е. около 75 млн. *т* в год.

В золе каменных углей содержатся, наряду с другими окислами, значительные количества глинозема: так, в золе подмосковных углей содержание Al_2O_3 составляет 35%, т. е. не уступает содержанию его в нефелине. Потребление алюминия, как известно, растет особенно быстро: так, например, в США с 1913 по 1947 г. оно увеличилось с 21 000 *т* до 518 000 *т*, т. е. почти в 25 раз; в Канаде за то же время — в 45 раз, достигнув 266 000 *т*. В последующие годы производство алюминия продолжало расти. Судя по добыче бокситов за период с 1913 по 1963 г., производство алюминия в капиталистических странах возросло в общем примерно в 40 раз. Огромные темпы увеличения производства алюминия показал и СССР.

Очевидно, в дальнейшем потребление этого важнейшего для авиации и других отрас-

лей промышленности металла будет расширяться и ограниченные запасы бокситов довольно быстро будут исчерпаны. В связи с этим придется переходить на использование новых источников алюминиевого сырья, в том числе нефелинов и золы каменных углей. Оба эти источника значительны и вполне реальны. Что касается золы каменных углей, то следует иметь в виду, что она, помимо алюминия, может служить источником для попутного получения германия, урана, молибдена и других ценных химических элементов, а отходы производства могут быть использованы для получения строительных материалов¹.

Комплексное использование добываемого минерального сырья — также чрезвычайно важный путь обеспечения многими химическими элементами. Хорошо известно, что почти все рудные и нерудные полезные ископаемые обычно представляют собой ассоциации многих химических элементов. При последующей технологической или металлургической переработке этого сырья, как правило, извлекаются один-два химических элемента; остальные идут в хвосты, шлаки, отвалы и дымовые отходы, а следовательно, не используются. Так, например, из свинцово-цинковых руд нередко извлекают лишь свинец и цинк, а более редкие, весьма ценные примеси — кадмий, индий, геллий, серебро, таллий и другие, как правило, полностью теряют. Существуют обоснованные подсчеты, доказывающие, что стоимость этих потерянных элементов часто значительно выше стоимости извлекаемых.

Много различных ценных химических элементов содержится в колчеданных рудах, из которых обычно добывают лишь медь и серную кислоту; богатые ассоциации (кобальт, никель, титан, хром и др.) встречаются в железных рудах, из которых обычно выплавляется лишь само железо; различные элементы ассоциируют в пегматитовых жилах гранитных и щелочных магм (бериллий, тан-

¹ Особого внимания заслуживает для некоторых углей германий. Его содержание в золе некоторых каменных углей местами нередко достигает 1%, а иногда и более (в золе лигнитов до 8,4%). Золы каменных углей отдельных месторождений значительно обогащены также ураном: его содержание в них достигает десятых долей процента, а иногда поднимается и выше; в этих случаях, при значительных запасах угля, его зола представляет несомненный практический интерес и как источник для извлечения урана.

тал, ниобий, цирконий, редкие земли и др.). В улучшении технологии переработки руд, в применении методов комплексного извлечения разных химических элементов из них — один из важнейших путей обеспечения потребностей человечества в целом ряде необходимых ему металлов и металлоидов. Особенно это касается редких и рассеянных элементов; проблема их источников часто не столько геологическая, сколько технологическая. В качестве примера эффективного применения принципа комплексного извлечения руд могут служить широко известные золотоносные конгломераты Витваттерсранда в Южной Африке. Свыше 70 лет они разрабатываются на золото, чем и заслужили мировую известность. В 1923 г. в этих конгломератах обнаружены были минералы урана, которые первоначально не привлекали к себе особого внимания. Лишь в 1945 г. в результате проведенных детальных ревизионных разведочных и опробовательских работ было определено среднее содержание урана в эксплуатируемых рудах. Выяснилось, что экономически целесообразно извлекать из руд этого месторождения не только золото, как было раньше, но и уран, спрос на который в это время очень сильно возрос. С 1948 г. Витваттерсранд занял одно из первых мест в мире по добыче урана.

В результате горнодобывающей и технологической деятельности людей в их распоряжении оказывается все больше различных химических элементов в тех или иных формах, в зависимости от назначения. Эти формы состояния добытых из недр Земли химических элементов обычно неустойчивы и стремятся перейти в устойчивые. Например, в присутствии кислорода и воды чистые металлы и их сплавы обычно окисляются и гидратируются, в присутствии углекислого газа дают карбонаты и т. д. В результате коррозии металлов из употребления ежегодно выходят огромные массы металлов.

Помимо химических процессов большую роль играют механические потери, связанные, например, с истиранием металлов и их сплавов в различных машинах и механизмах (даже золотые, серебряные и медные монеты от долгого употребления заметно истираются и часть их металла незаметно рассеивается). Еще более ярко это проявляется в тех случаях, когда употребление химических соединений происходит одновременно с их рассеянием. Таково, например, применение удобрений, гербицидов и ядохимикатов в сель-

ском хозяйстве; применение лекарств и разных химических веществ в быту; использование кислот, щелочей и солей в различных технологических производствах, в результате чего значительная часть элементов рассеивается в сточных водах, в дымовых газах и других отходах производства и т. д.

Имея в виду трудности, с которыми человечеству придется сталкиваться по мере истощения запасов месторождений полезных ископаемых, необходимо уделить особенно серьезное внимание экономному, рациональному использованию химических элементов, уже находящихся в распоряжении людей. Необходимо вести решительную борьбу с коррозией металлов, отнимающей у человечества ежегодно многие миллионы тонн железа, меди, алюминия и других металлов и их сплавов. Все более возрастающее значение должен будет приобрести сбор и переработка бывших в употреблении разнообразных предметов и изделий, различного «утильсырья», особенно металлического лома, из которого в общей сложности, при хорошей организации дела, можно регенерировать количества металлов, соизмеримые с их добычей из недр Земли.

Заслуживает внимания также извлечение ценных компонентов из сбросовых вод заводов и фабрик, из дымов и других отходов производства, куда они попадают как соответствующие технологические реагенты — в форме кислот, щелочей или других химических соединений.

Остановимся коротко на химических элементах, используемых в качестве удобрений. В результате сельскохозяйственной деятельности из почвы вместе с зерном и стеблями зерновых растений, клубнями картофеля и т. д. извлекаются значительные количества биогенных элементов. Например, на каждые 100 т зерновых из почвы извлекается в среднем P_2O_5 — 1 т, N — 4 т, K — 3 т; на 100 т клубней картофеля извлекается соответственно P_2O_5 — 0,5 т, N — 0,5 т, K — 0,7 т.

А. Е. Ферсман в 1934 г. подсчитал, что за период с 1914 по 1928 г. из почвы в среднем ежегодно таким путем извлекалось: P_2O_5 — $8 \cdot 10^6$ т, N — $25 \cdot 10^6$ т, K — $25 \cdot 10^6$ т.

В последние годы, в связи со значительным ростом производства зерна и других сельскохозяйственных продуктов, эти цифры должны быть увеличены — примерно в 2 раза.

Чтобы предотвратить истощение почвы,

человек частично возвращает заимствованные из нее биогенные элементы — в форме органических и минеральных удобрений. Запасы минеральных удобрений хотя и значительны, однако, учитывая огромный рост их потребления, мы приходим к выводу, что запасы имеющихся месторождений будут в ближайшие десятилетия выработаны. Очевидно, особое значение в разрешении этой сложной задачи будет иметь рациональное ведение сельского хозяйства, т. е. такое сочетание разных его отраслей, при котором максимальное количество изъятых из почвы данного района биогенных элементов будет вновь возвращено в нее — в форме получаемых в хозяйстве органических удобрений. В этом случае потребность в природных минеральных удобрениях значительно сократится и запасов их месторождений хватит на более длительный срок.

Исключительно важна также давно выявившаяся тенденция постепенного перехода человечества от разработки богатых к разработке более бедных руд. Каждому разведчику и горняку хорошо известно, что в пределах любого месторождения можно выделить блоки с рудами разных кондиций — начиная от более богатых промышленных и кончая убогими, в данный момент непромышленными¹.

При истощении месторождений обычно переходят на эксплуатацию все более бедных руд. Этому способствуют достижения современной горной, обогащательной, технологической и металлургической практики. Таким образом, значительно расширяется фонд запасов полезных ископаемых².

Распределение известных запасов полезных ископаемых по типам руд может быть представлено следующими цифрами (В. И. Красников, 1959): богатые руды — 5%, рядовые — 30%, бедные — 65%. Для разных полезных ископаемых эти цифры несколько меняются, но общий вывод остается в силе:

¹ Понятие «промышленная руда», как известно понятие экономическое: в зависимости от установленных на данный момент норм мы относим тот или иной блок руды к промышленным или непромышленным рудам.

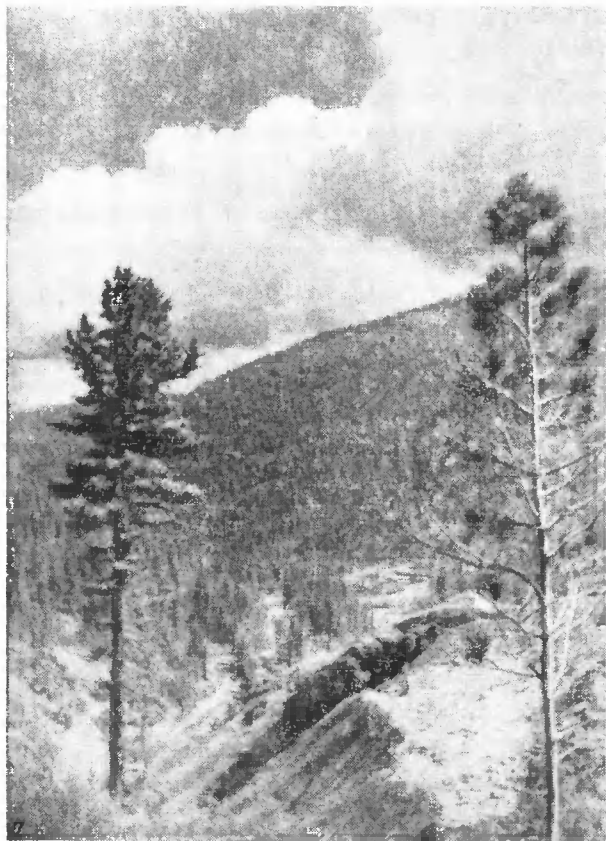
² Например, запасы известных оловорудных месторождений Боливии во много раз были увеличены после того, как старые кондиции добываемой руды были снижены с 10—12 до 0,7%. Значительно возросли запасы промышленных медных руд разных стран после того, как кондиции были снижены с 3—7 до 0,7%. Аналогичная картина наблюдается и для многих других полезных ископаемых.

запасы бедных руд значительно превосходят запасы богатых. Эту эмпирическую закономерность можно объяснить следующим образом. Основная масса атомов химических элементов находится в состоянии рассеяния, в концентрациях, близких к среднему кларку. Месторождения охватывают лишь небольшую часть атомов. Они образуются лишь в особых условиях, которые обеспечивают значительную концентрацию этих атомов, подобно тому, как на обогащательных фабриках гораздо легче получить относительно бедный концентрат, чем более богатый.

Таким образом, исходя из вполне вероятного предположения о том, что первоначально все атомы химических элементов в пределах земной коры были распределены более или менее равномерно, в концентрациях близких среднему содержанию химических элементов в земной коре (кларкам), а затем, в результате ряда процессов последующей дифференциации, некоторая, в общем небольшая, часть атомов была сконцентрирована в месторождениях, мы приходим к заключению, что и сейчас основные запасы атомов всех химических элементов будут заключены в геологических объектах, характеризующихся кларковыми содержаниями. В более высоких концентрациях будет находиться меньшая часть атомов, причем здесь должна, как уже говорилось выше, проявляться общая зависимость между запасами атомов и их концентрацией. Эта зависимость в глобальном масштабе особенно наглядно представлена на схеме, предложенной В. И. и Д. Н. Сафоновыми¹. Они исходили из представления о том, что при образовании рудных месторождений решающее значение имеет затрата внешней энергии, необходимой для того, чтобы элементы из состояния рассеяния перевести в состояние концентрации. Чем выше получались эти концентрации, тем, при прочих равных условиях, больше внешней энергии должно было затрачиваться на создание этих концентраций.

Обобщенная диаграмма, несколько дополненная (см. рис. на стр. 23) отражает ту эмпирически хорошо известную закономерность, о которой мы уже неоднократно упоминали: с понижением принятых промышленных концентраций возрастают запасы руды. В дальнейшем это может

¹ В. И. Сафонов, Д. Н. Сафонов. О вероятных закономерностях распределения запасов металлов в земной коре. «Методика и техника разведки». т. 44. Изд. ВИТР, 1964.



В этих горах сосредоточены месторождения многих цветных металлов: Тува (а), разработка руд открытым карьером в Средней Азии (б)

Фото Г. Шадлун и Л. Лукина

приобрести большое практическое значение. Так, если мы возьмем самый верхний слой земной коры мощностью в 2 км (предполагая, что в будущем добыча полезных ископаемых, как и сейчас, в основном будет производиться из этого слоя) и ограничимся лишь поверхностью материков, то будем иметь около $9 \cdot 10^{17}$ т массы «потенциальной руды» со средним содержанием разных элементов, отвечающим средним кларкам. В этой массе «руды» железа (кларк 5,1) будет около $4,6 \cdot 10^{16}$ т, углерода (кларк 0,1) — $9 \cdot 10^{14}$, алюминия (кларк 8,8) — $8 \cdot 10^{16}$, фосфора (кларк 0,08) — $7 \cdot 10^{14}$, меди (кларк 0,01) — $9 \cdot 10^{13}$, олова (кларк 0,004) — $3,6 \cdot 10^{13}$, золота (кларк $5 \cdot 10^{-7}$) — $4,5 \cdot 10^9$, ртути (кларк $7,7 \cdot 10^{-6}$) — $7 \cdot 10^{10}$, урана (кларк $3 \cdot 10^{-4}$) — $2,7 \cdot 10^{11}$ т и т. д.

По сравнению с этими количествами запасы тех же элементов в месторождениях (с учетом тех, которые будут открыты) выглядят совсем скромно. Например, запасы железа в месторождениях оцениваются примерно в 10^{12} т, т. е. в 10 000 раз меньше; запасы ртути — около $1 \cdot 10^6$, т. е. меньше в 70 000 раз; урана 10^6 т, т. е. примерно в 10 000 раз

меньше, чем в горных породах, и т. д. Эти цифры будут уточнены, однако основной вывод не изменится: в земной коре в состоянии рассеяния примерно в кларковых концентрациях находится главная масса атомов всех химических элементов; в месторождениях заключена лишь незначительная их часть, составляющая обычно небольшие доли процента. Следовательно, когда месторождения будут выработаны, человечество перейдет на «добычу» любых химических элементов из обычных горных пород, рассматривая их как комплексные руды, из которых путем соответствующих технологических приемов можно извлекать все находящиеся в них химические элементы.

Огромные количества некоторых химических элементов дадут в будущем также воды морей и океанов. Масса гидросферы составляет $1,4 \cdot 10^{18}$ т; суммарное количество растворенных в ней солей составляет 3,5%, т. е. около $5 \cdot 10^{16}$ т. В этом «сухом остатке» содержится 55,3% хлора, 30,6% натрия, 0,19% брома, 7,7% сульфат-иона, 1,1% калия, 3,7% магния и т. д. Есть в морской воде и более редкие элементы, в том числе, напри-

мер, уран ($2 \cdot 10^{-7} \%$), медь ($1 \cdot 10^{-8} \%$), золото ($1 \cdot 10^{-9} \%$) и др. Нетрудно подсчитать, какое огромное количество всех этих элементов находится в водах океанов и морей, учитывая грандиозную массу этих вод. Эти количества также во много раз превышают запасы месторождений. И, наконец, атмосфера. Она по весу гораздо меньше, чем земная кора или гидросфера, составляя $5 \cdot 10^{15} \text{ т}$, однако может тоже служить неисчерпаемым источником для получения ряда химических элементов, особенно азота, кислорода, аргона и некоторых других газов. Важно отметить, что в отличие от обычных месторождений запасы полезных ископаемых в гидросфере и атмосфере постоянно возобновляются; поэтому их действительно можно считать «исчерпаемыми».

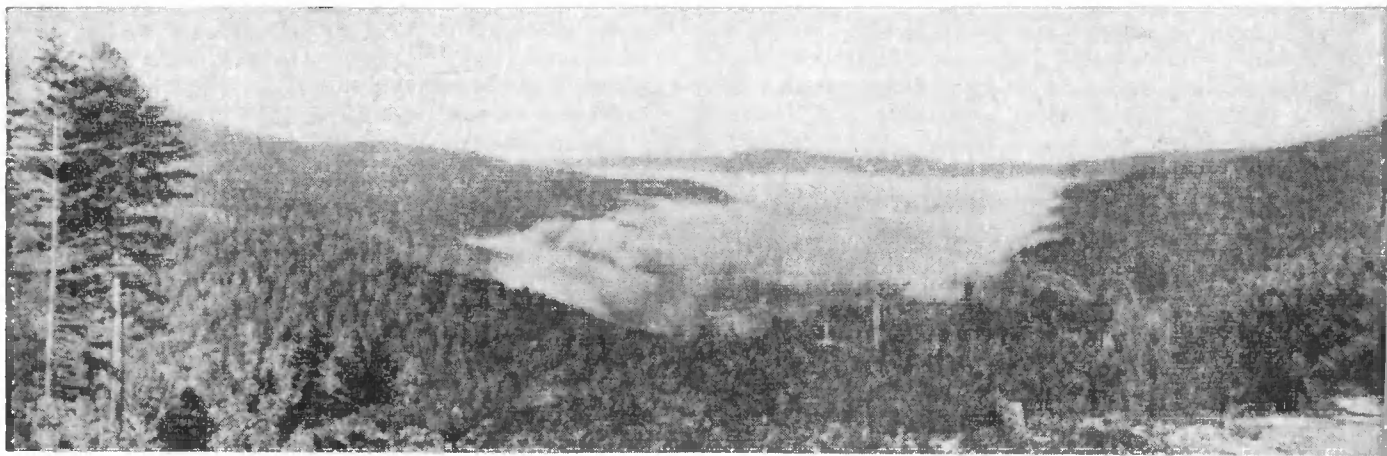
Есть еще один путь, на который люди становятся все более решительно, особенно в последние годы, когда дефицит некоторых химических элементов стал ощущаться уже достаточно остро. Это — замена одних химических элементов другими, менее дефицитными. Можно привести такой пример. Замена в электротехнической промышленности дефицитной меди на гораздо более распространенный алюминий имеет огромное народнохозяйственное значение, так как бурное развитие электротехники за последние несколько десятилетий могло лимитироваться и действительно в некоторых случаях лимитировалось недостатком меди, необходимой для проводов. Другим примером может служить внедрение цемента и бетона вместо же-

леза и других металлов при сооружении разных объектов.

Особенно широкие перспективы открываются в этой области в связи с достижениями синтетической химии. Создаваемые ею разнообразные продукты часто обладают свойствами, которые позволяют широко внедрять их в разные отрасли промышленности, в транспорт и быт, заменяя различные дефицитные металлы и их сплавы и соединения. Но следует иметь в виду, что источником для производства всех этих синтетических материалов являются в основном нефть, горючие газы, каменные угли, древесные и другие органические отходы. Запасы нефти и особенно горючих газов довольно ограничены и относительно быстро будут исчерпаны. Значительно больше запасы каменных углей, но и они практически не восполняются. Восполняются лишь запасы современной растительной органики. Говоря о замене одних элементов другими, следует иметь в виду, что некоторые элементы заменить невозможно: например, нельзя заменить фосфор, калий и азот при удобрении полей какими-либо другими элементами.

ИСТОЧНИКИ: ЭНЕРГЕТИКИ БУДУЩЕГО

Извлечение элементов из горных пород, вод и атмосферы не представляет непреодолимых технологических трудностей: для этого необходимы в конечном счете лишь большие количества дешевой энергии, чтобы осуществить реакции разложения горных пород



Горы Приморья богаты различными полезными ископаемыми

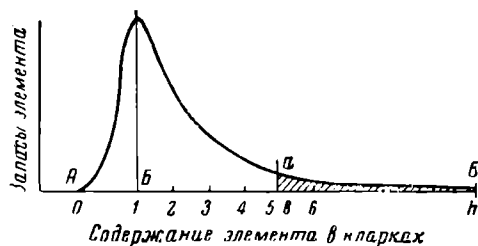
Фото Р. Константинова

и разделения элементов, составляющих эти породы, воды и атмосферу.

Что касается энергии, то здесь наиболее вероятны такие перспективы. Запасы угля, нефти, разведанные в настоящее время, оцениваются в $4 \cdot 10^{12}$ т условного топлива. Это — довольно большая цифра; при современном уровне добычи ($2,9 \cdot 10^9$ т угля и $1,2 \cdot 10^9$ т нефти) этих запасов хватило бы примерно на сотни лет. Конечно, будут найдены и новые месторождения угля, нефти и горючего газа; особенно перспективна в этом отношении наша Сибирь. Однако мы должны считаться с тем, что энергетика ближайшего будущего значительно возрастет. Так, в СССР в 1980 г. будет произведено $3 \cdot 10^{12}$ кВт·ч электроэнергии и если получать ее только на тепловых станциях, то понадобится сжечь около $1,2 \cdot 10^9$ т условного топлива. Принимая во внимание, что население земного шара примерно в 15 раз превышает население СССР и предполагая, что в дальнейшем потребление электроэнергии на одного жителя будет везде одинаковым, можем подсчитать, что к 1980 г. уровень потребления условного топлива во всем мире составит около $18 \cdot 10^9$ т. Но на этом уровне человечество, конечно, не остановится, а будет и дальше развивать свою энергетику. Огромные количества энергии в ближайшее время, помимо всего прочего, пойдут на опреснение морской воды, на извлечение химических элементов из горных пород, вод и атмосферы, в дальнейшем — на управление климатом и т. д. Таким образом, имеющиеся в недрах Земли запасы каустобиолитов смогут обеспечить мировую энергетику лишь на короткий срок — порядка 100 лет. Но нельзя при этом забывать еще одно важное обстоятельство: уголь, нефть и горючие газы — это основа синтетической химии, роль которой будет все более возрастать и поэтому совершенно необходимо сохранить возможно большее их количество.

Следующий источник энергии — гидроресурсы, но их относительно мало: все реки земного шара могут дать ежегодно лишь около $3 \cdot 10^{12}$ кВт·ч энергии.

Грандиозна и практически неисчерпаема солнечная энергия, постоянно поступающая на Землю. Но используется она пока в крайне ограниченных количествах — главным образом через посредство зеленых растений, в которых в результате фотосинтеза осуществляется аккумуляция этой энергии в органическом веществе растений; при сжи-



Кривая зависимости запасов элемента от содержания. Обобщенная диаграмма. Точка А отвечает содержанию элемента в пробах, равному 0; точка В — максимальному содержанию кларков; точка В — среднему содержанию кларков. Чем значительнее отличаются содержания данного элемента в пробах от кларковых, тем реже эти пробы встречаются и тем меньше атомов находится в этих концентрациях. Линия *ав* — ограничивает область, вправо от которой концентрации элемента в пробах отвечают рудным концентрациям. Область влево от линии *ав* при изменившейся экономической конъюнктуре может оказаться промышленно интересной. Запасы в этом случае все больше возрастают по мере снижения кондий и достигают максимума при кларковых концентрациях, т. е. вблизи точки В.

гании дров, соломы и т. д. эта энергия превращается в тепловую. Коэффициент использования солнечной энергии растениями очень мал, максимум — около 1–2%, так как они могут использовать лишь красную часть спектра — волны с длинами 6700–7350 Å. Важная задача биологии — повышение этого коэффициента, создание таких видов растений, которые были бы способны использовать более широкую часть спектра. Значительно выше коэффициент использования солнечной энергии посредством фотоэлементов, но этот способ очень дорог и пока не может конкурировать с сельскохозяйственным производством. В будущем, очевидно, эта проблема будет решена.

В последние годы большое внимание начинает привлекать энергия глубин Земли в форме нагретых подземных вод; в Италии и других странах на перегретом подземном паре уже в течение ряда лет работают мощные паро-силовые установки, у нас создаются аналогичные установки на Камчатке. Количество подземного тепла, конечно, очень велико и оно постоянно пополняется, в первую очередь за счет радиоактивных элементов, содержащихся в горных породах. Поэтому в будущем этот источник энергии, возможно, станет весьма существенным.

Но самые большие надежды в получении неограниченных запасов дешевой энергии

ученые и инженеры возлагают на атомные и термоядерные процессы. Считается, что если удастся осуществить термоядерную реакцию на дейтерии (запасы этого изотопа водорода в воде океанов и морей грандиозны), то это могло бы обеспечить энергетику всего человечества на многие миллиарды лет. Но термоядерные реакции для указанной цели пока еще не удалось практически осуществить. Однако напряженные исследования в этом направлении ведутся в разных странах и есть основания ожидать, что они увенчаются успехами.

Зато совершенно реальна атомная энергия, получаемая за счет распада урана и тория. Урановые реакторы на медленных нейтронах, использующие легкий изотоп урана-235, успешно работают уже в ряде стран. В последние годы доказана практическая возможность использовать и тяжелый изотоп урана-238 в реакторах на быстрых нейтронах; таким путем количество ядерного горючего возрастает примерно в 140 раз, поскольку содержание U^{235} в природном уране составляет около 0,7%, а почти все остальное приходится на долю U^{238} .

Мировые запасы урана (без социалистических стран) в промышленных месторождениях, с содержанием металла в руде выше 0,1%, оцениваются около 1500000 т, в более бедных месторождениях заключено примерно в 10 раз больше. Суммарные запасы всех известных месторождений урана составляют, по-видимому, свыше 15 млн. т. Если добыть и использовать весь этот уран, то можно будет получить столько энергии, сколько даст сжигание примерно $45 \cdot 10^{12}$ т угля. Это, как видим, примерно в 10 раз превышает все запасы угля и нефти, которые вскрыты до сих пор. Но количество атомов урана, заключенных в его месторождениях, как мы уже отмечали, составляет лишь небольшую часть того урана, который находится в рассеянном состоянии в горных породах; в 2-километровой толще этих пород на материках количество урана составляет около $2,7 \cdot 10^{11}$ т, т. е. почти в 20 тыс. раз превосходит количество его в месторождениях. Среднее

содержание урана в горных породах составляет около $3 \cdot 10^{-4}\%$, т. е. 3 г на тонну пород; если переработать 1 км³ горных пород, то можно получить около 8 000 т урана. В нем заключено огромное количество энергии — вероятно, вполне достаточное для того, чтобы потом переработать один или несколько новых кубических километров пород и из каждого из них получить еще 8000 т урана, а попутно — 230 млн. т алюминия, 130 млн. т железа, 260 000 т меди, 100 000 т олова, 18 т золота и большое количество различных других химических элементов.

Кроме урана из горных пород можно извлекать и другое ядерное горючее — торий, среднее содержание которого в них в 3 раза выше, чем урана. Таким образом, количество ядерной энергии, которая может быть получена, возрастает еще в несколько раз. Количество атомной энергии, заключенной в верхних слоях литосферы, может обеспечить нужды человечества, по-видимому, на десятки или даже сотни тысяч лет — в зависимости от того, как будет возрастать потребление энергии в будущем.

* * *

Итак, хотя запасы известных нам месторождений разных полезных ископаемых ограничены и будут в относительно короткое время выработаны, на смену им придут новые месторождения и новые виды сырья, а также способы замены некоторых дефицитных элементов другими, менее дефицитными. Одновременно будут вовлекаться в эксплуатацию все более бедные руды, в связи с чем запасы разных элементов, доступные для добычи, значительно возрастут. При дешевой энергии будущего и при комплексном извлечении многих химических элементов, в конечном счете рудами станут такие широко распространенные горные породы, как гранит, нефелиновые сиениты, дуниты, глинистые сланцы и другие, а также природные воды и газы атмосферы. И тогда проблема минерального сырья будет окончательно разрешена.

УДК 550.4

*Продолжается подписка на журнал «ПРИРОДА»
на 1965 год*

КОСМИЧЕСКИЕ ЛУЧИ ОТ СОЛНЦА

Л. И. Ми рош нич ен ко

Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн АН СССР
(Москва)

Детальное исследование распространения солнечных космических лучей в межпланетном пространстве позволяет получить важные сведения о свойствах межпланетной плазмы и процессах генерации и выхода высокоэнергичных частиц из Солнца: о характере распределения неоднородностей межпланетного магнитного поля, о его направлении и напряженности; о распределении солнечных частиц по энергиям и ядерным зарядам; об изменении свойств межпланетной среды при изменении уровня солнечной активности и т. д. В частности, удастся, по-видимому, показать, что межпланетные магнитные поля имеют вид вытянутых образований с направлениями, близкими к радиальным в меридиональной плоскости Солнца, и существенно изогнутыми в плоскости эклиптики из-за вращения Солнца. Кроме того, изучение солнечных частиц может в значительной степени способствовать успешному прогнозированию солнечной активности и радиационной обстановки в межпланетном пространстве.

ЗЕМЛЯ— СОЛНЦЕ

Проблема солнечно-земных связей — одна из важнейших в космической физике. В ее основе лежит простой факт, что кроме спокойного теплового излучения, которым определяется средняя температура каждой планеты солнечной системы, Солнце генерирует также другие виды излучения спорадического (менее постоянного) характера. Спорадическое излучение Солнца вызывает замечательные геофизические явления.

Ранние исследования солнечно-земных связей были посвящены двум главным геофизическим эффектам — полярным сияниям и геомагнитным бурям, для наблюдения которых не требовалось почти ничего, кроме невооруженного глаза и простых магнитометров. Позднее, когда большее разнообразие инструментов позволило наблюдать более широкий круг явлений, было обнаружено, что ионосферные эффекты, модуляция (искажение) потока галактических космических лучей, вариации захваченных частиц в радиационных поясах Земли, вспышки солнечных космических лучей и некоторые осо-

бенности земной погоды, очевидно, не менее обычные проявления солнечно-земных связей. Следует отметить, что ряд важных научных результатов по проблеме Земля-Солнце (например, открытие радиационных поясов Земли) удалось получить лишь после запуска искусственных спутников Земли и космических ракет.

Современные данные космической физики свидетельствуют, что многие геофизические явления вызываются ультрафиолетовым, рентгеновским и корпускулярным излучениями Солнца. При этом все эти виды излучения имеют тенденцию усиливаться в периоды повышенной солнечной активности, особенно во время мощных хромосферных вспышек на Солнце. Ультрафиолетовое и рентгеновское излучение распространяется от Солнца прямолинейно и, по-видимому, оказывает влияние лишь на верхние слои атмосферы (включая ионосферу). Корпускулярное излучение состоит главным образом из электронов и протонов, поэтому оно оказывает заметное воздействие на межпланетное и земное магнитные поля и само подвергается в свою очередь воздействию этих полей.

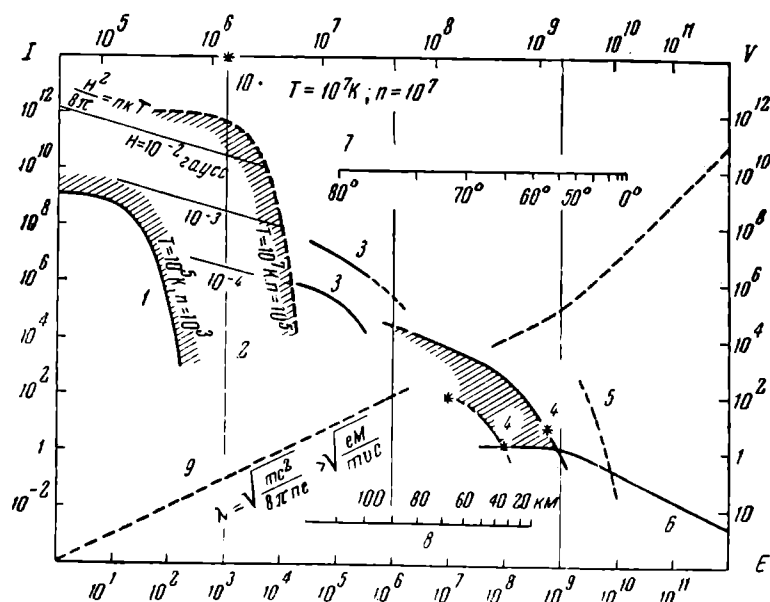


Рис. 1. Интегральный энергетический спектр солнечных частиц, испускаемых Солнцем во время мощных хромосферных вспышек: 1 — интегральная интенсивность $\text{протон/см}^2 \cdot \text{сек}$; E — кинетическая энергия протонов в электронвольтах; V — магнитная жесткость в вольтах; 1 — тепловые частицы межпланетной плазмы; 2 — частицы корпускулярного потока; 3 — частицы, вызывающие полярные сияния; 4 — частицы, вызывающие поглощения радиоволн в полярных шапках; 5 — солнечные космические лучи; 6 — космические лучи галактического происхождения; 7 — геомагнитная широта обрезания частиц; 8 — высота проникновения частиц в атмосферу Земли (для протонов); 9 — предел независимости частиц в геомагнитном поле; 10 (*) солнечная вспышка

ДВА ВИДА КОРПУСКУЛЯРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ СОЛНЦА

Солнечное корпускулярное излучение можно разделить на два широких класса в зависимости от энергии частиц. К первому классу следует отнести малозенергичные частицы ($\sim 10^3 - 10^6$ эв), которые идут в составе солнечных корпускулярных потоков и коллективно воздействуют на магнитное поле Земли, вызывая главным образом магнитные бури и полярные сияния. К тому же классу относятся частицы так называемого солнечного ветра непрерывного потока газов из расширяющейся короны Солнца. Свойства корпускулярного излучения первого класса были детально описаны в статье Э. Р. Мустеля¹.

Предметом нашего рассмотрения будут солнечные корпускулы второго класса, с энергией частицы большей чем 10^6 эв (рис. 1).

последнее время появились указания на то, что солнечные частицы могут накапливаться в солнечной системе в годы высокой солнечной активности. Плотность энергии солнечных космических лучей на орбите Земли может достигать 10^{-9} эрг/см³ (приблизительно в 10^3 — 10^4 раз больше плотности энергии галактических космических лучей) спустя около часа после очень большой хромосферной вспышки. Такой случай имел место, например, 14 июля 1959 г., когда поток солнечных частиц в области энергий 40—500 Мэв ($4 \cdot 10^7$ — $5 \cdot 10^8$ эв) достиг $1,5 \cdot 10^7$ частиц/см²·сек, что соответствует дозе облучения $7,6 \cdot 10^3$ г/час. Подробнее этот вопрос был обсужден в статье А. В. Лебединского и Ю. Г. Нефедова¹.

МЕТОДЫ РЕГИСТРАЦИИ СОЛНЕЧНЫХ КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧЕЙ

Методика прямого или косвенного обнаружения прихода к Земле солнечных частиц

¹ См. «Природа», 1963, № 6, стр. 17—24.

¹ См. «Природа», 1963, № 7, стр. 19—24.

определяется их энергией. Впервые внезапное возрастание (вспышка) космических лучей было зарегистрировано 28 февраля 1942 г. при помощи ионизационных камер конструкции А. Комптона. Такие камеры были установлены в нескольких находящихся далеко друг от друга пунктах земного шара с различными геомагнитными широтами. В последующие годы аналогичными приборами было зарегистрировано еще несколько подобных случаев. В период подготовки к Международному геофизическому году (1957—1958 гг.) усилиями ученых многих стран была создана мировая сеть наземных станций космических лучей, укомплектованная ионизационными камерами типа камеры Комптона и нейтронными мониторами конструкции Дж. Симпсона. Эти приборы имеют максимальную чувствительность к первичным частицам с энергиями $\sim 10^8$ эв для нейтронного монитора и $\sim 10^{10}$ эв для ионизационной камеры.

Так как магнитное поле Земли оказывает сильное влияние на движение частиц лишь при энергиях меньше или порядка 10^{10} эв, то отсюда ясно, что частицы от вспышки могут приходиться в любую точку поверхности Земли, давая эффект возрастания даже на геомагнитном экваторе, где горизонтальная составляющая магнитного поля Земли максимальна. Такой случай имел место во время гигантской вспышки 23 февраля 1956 г. (рис. 2), когда увеличение интенсивности космического излучения достигало десятков и сотен процентов, в зависимости от геомагнитной широты пункта наблюдения. Вспышки такого типа случаются довольно редко — один раз в несколько лет. По мощности эта вспышка превосходила все остальные, наблюдавшиеся за последние 20 лет.

Гораздо чаще происходят вспышки, генерирующие космические лучи с энергиями порядка нескольких сотен Мэв. В периоды высокой солнечной активности они происходят практически ежемесячно. Однако из-за отклоняющего действия магнитного поля Зе-

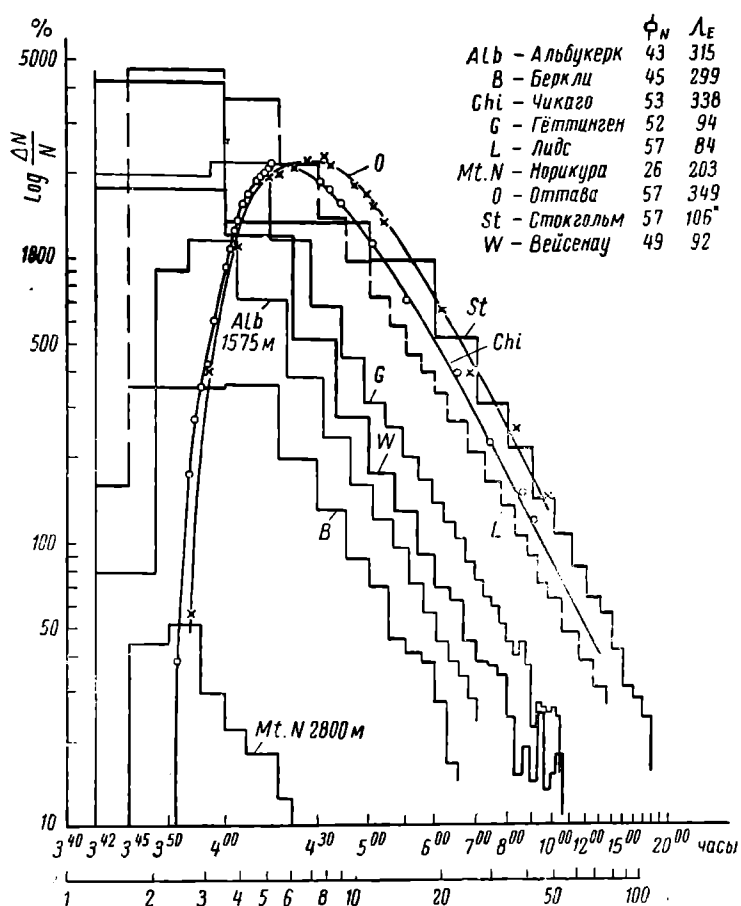


Рис. 2. Вспышка космических лучей 23 февраля 1956 г., по данным нейтронных мониторов (время гринвичское)

или такие частицы могут приходиться только на высокие широты. Кроме того, при энергиях $\sim 10^8$ эв начинает сильно сказываться поглощение в атмосфере Земли, поэтому для регистрации частиц необходимо поднимать измерительную аппаратуру на большую высоту в стратосферу на воздушных шарах (рис. 3) и геофизических ракетах. Исследования такого рода широко проводятся в ряде стран. В СССР наиболее известны работы А. Н. Чарахьяна и его сотрудников.

Сведения о приходе частиц еще меньших энергий (приблизительно 1—100 Мэв) можно получить косвенным путем, исследуя интересный эффект аномального поглощения коротких радиоволн в полярных областях. Этот эффект начинается через несколько часов после большой хромосферной вспышки и охватывает весь район полярной шапки с резкой границей, приблизительно

на 60° геомагнитной широты, как в Северном, так и в Южном полушарии Земли. В настоящее время можно считать установленным, что эффект поглощения вызывается протонами с энергиями $\sim 1-100$ Мэв, испускаемыми Солнцем во время мощных хромосферных вспышек. Приход этих частиц к Земле вызывает дополнительную ионизацию в нижней ионосфере, что и служит причиной поглощения коротких радиоволн, излучаемых с поверхности Земли при помощи ионосферных станций (это относится и к обычной радиосвязи в коротковолновом диапазоне). Наряду с этим, повышенная ионизация нижней ионосферы приводит также к поглощению коротковолнового космического радиоизлучения — «космических радиосуммов».

Принципиально новые возможности для исследования солнечных космических лучей появились в последние годы в связи с запуском искусственных спутников и космических ракет. При помощи таких носителей удается вынести измерительную аппаратуру далеко за пределы магнитного поля Земли. Это позволяет измерять невозмущенный спектр солнечных космических лучей вплоть до самых малых энергий порядка 1 Мэв. Регистрация частиц с такими энергиями на поверхности Земли принципиально не возможна, в первую очередь, из-за отклоняющего действия геомагнитного поля. К сожа-

нию, измерения на спутниках и ракетах (а также в стратосфере) носят эпизодический характер и в этом отношении не могут конкурировать с непрерывно действующими наземными станциями. Однако независимые измерения в межпланетном пространстве дополняют наземные данные в области малых энергий, а без такого сопоставления невозможен серьезный физический анализ вспышек космических лучей. Кроме того, большая продолжительность полета космической ракеты и улучшение методики прогнозирования хромосферных вспышек, эффективных в отношении генерации космических лучей, обеспечивает ракетному методу исследования межпланетного пространства все возрастающую самостоятельность.

УСКОРЕНИЕ И ВЫХОД СОЛНЕЧНЫХ КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧЕЙ ИЗ ОБЛАСТИ ГЕНЕРАЦИИ

До сих пор мы рассматривали явления, сопровождающие приход солнечных частиц в атмосферу Земли. Обратимся теперь к процессам, связанным с ускорением и выходом космических лучей из атмосферы Солнца. Очевидно, процесс генерации солнечных космических лучей следует рассматривать в непосредственной связи с другими явлениями, в частности, с образованием корпускулярных потоков, с генерацией рентгеновского, оптического излучения и радиоизлучения различных типов. Для понимания механизма ускорения частиц на Солнце очень важно знать химический состав солнечных космических лучей.

В составе космических лучей, генерируемых хромосферными вспышками, обнаружены ядра C, N, O и более тяжелые, относительная распространенность которых (при фиксированной энергии на нуклон) близка к распространенности соответствующих элементов на Солнце. При полете второй советской космической ракеты 12—13 сентября 1959 г. наблюдалась кратковременная вспышка интенсивности космических лучей, при которой наибольшее возрастание интенсивности было зарегистрировано для тяжелых ядер ($Z > 15$). Этот случай можно рассматривать как указание на то, что при некоторых хромосферных вспышках

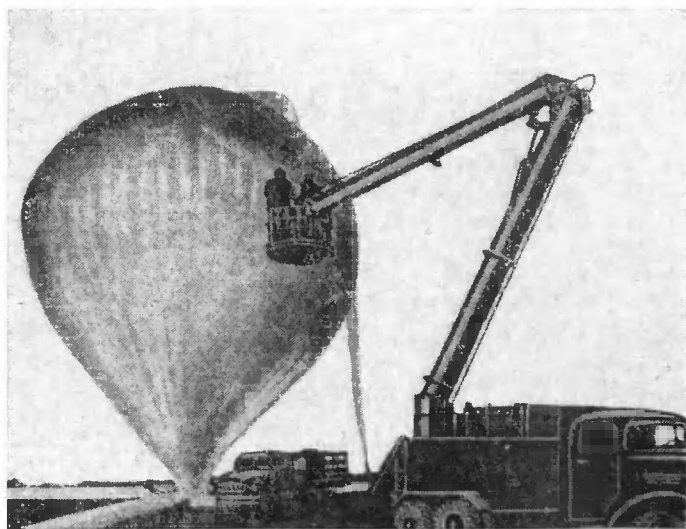


Рис. 3. Воздушный шар с аппаратурой для измерения космических лучей на борту готовится к запуску

осуществляются условия преимущественного ускорения (или выхода за пределы солнечной короны) тяжелых ядер. Затронутый здесь вопрос имеет принципиальное значение для физики космических лучей. Дело в том, что преимущественное ускорение тяжелых ядер действительно должно происходить в источниках космических лучей в Галактике, как это следует из анализа распространенности ядер в галактических космических лучах. В этом отношении солнечные космические лучи существенно отличаются от галактических. Как следует из экспериментальных данных, ядерный состав солнечных космических лучей может существенно меняться от вспышки к вспышке, но при этом относительное содержание ядер с различными Z для $Z \geq 2$ остается, примерно, постоянным и отражает относительное содержание элементов в солнечной атмосфере. В широких пределах меняется лишь соотношение между интенсивностью протонов и общим потоком ядер с $Z \geq 2$.

На Солнце существуют, по-видимому, две области атмосферы, где может происходить ускорение частиц — одна с высокой плотностью (в хромосфере), а другая с довольно низкой (в солнечной короне). В зависимости от того, на какой высоте в атмосфере Солнца, при каких плотностях вещества происходит в основном ускорение частиц, мы получим различное соотношение между потоком ускоренных протонов и общим потоком ядер с $Z \geq 2$. Многочисленные экспериментальные данные о ядерном составе солнечных космических лучей еще не получили детального объяснения, а вопрос о механизме ускорения частиц на Солнце по-прежнему остается открытым.

Хромосферные вспышки — рядовое, хотя и грандиозное, проявление солнечной активности. По современным представлениям,

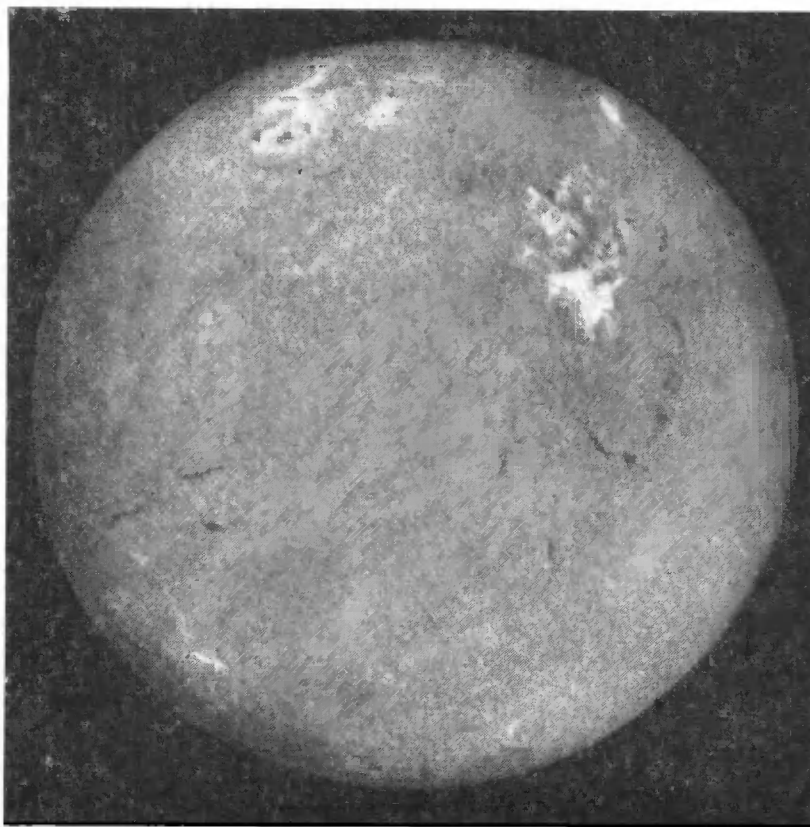


Рис. 4. Диск Солнца с двумя активными областями (снимок сделан в красном свете на обсерватории Сакраменто Пик, Нью-Мехико, США, 3 сентября 1957 г.)

хромосферная вспышка имеет характер взрыва, при котором высвобождается огромная энергия в виде различных излучений. Источник энергии вспышки — пока неясен, но известно, что вспышка сопровождается быстрой перестройкой магнитных полей в этом участке, что приводит к быстрому увеличению оптической яркости активной области (см. рис. 4 и 5). Уже через несколько секунд можно наблюдать радиоизлучение различных типов в диапазоне от метровых до сантиметровых волн, а также тормозное рентгеновское излучение. Процесс ускорения частиц, захваченных магнитными полями в области вспышки, развивается в течение нескольких минут. В этот же период образуется поток солнечных корпускул (плазмы), выбрасываемый со скоростью ~ 1000 км/сек и также сопровождающийся радиоизлучением определенного типа. С генерацией солнечных частиц обыч-

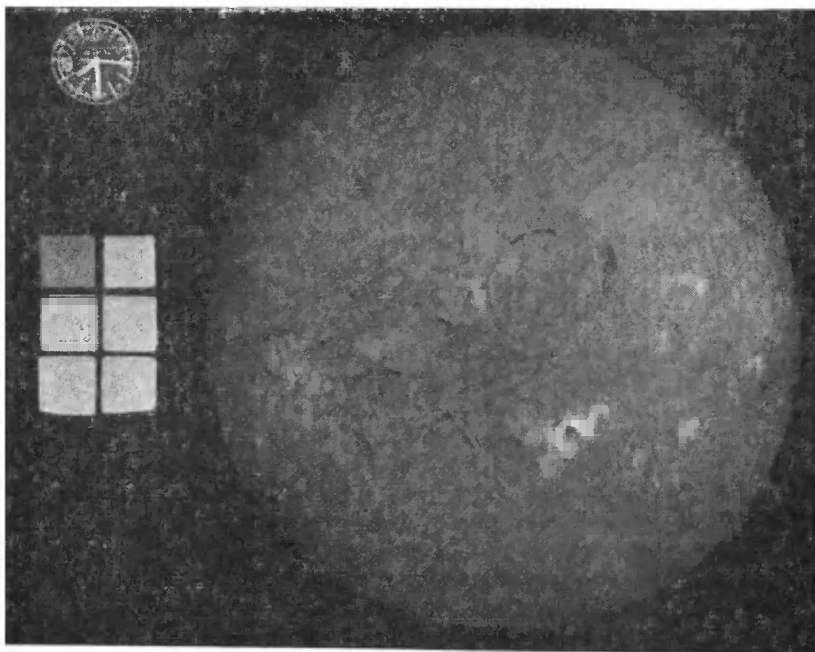


Рис. 5 Фотография хромосферной вспышки 16 июля 1959 г. в красном свете (линия H_α), полученная Астрономической обсерваторией в Токио

но связывают радиоизлучение так называемого IV типа. При этом принято считать, что некоторая доля солнечного радиоизлучения и рентгеновского излучения связана с торможением заряженных частиц (солнечных космических лучей) при их прохождении через плотные слои атмосферы Солнца.

Многочисленные наблюдения возрастания интенсивности космических лучей, связанных с хромосферными вспышками, показывают, что в первом приближении спектры солнечных частиц весьма слабо зависят от различных параметров, определяющих вспышку (площадь, интенсивность, продолжительность, положение на Солнце, характер видимых движений вещества в области вспышки и т. д.). Это наводит на мысль, что постоянство спектра космических лучей — общее свойство динамики намагниченной плазмы и термодинамики газа космических лучей. Действительно, как показал С. И. Сыроватский, спектр солнечных космических лучей можно получить из общих физических соображений, безотносительно к конкретным значениям параметров механизма ускорения. Полученный таким способом спектр описывается степенным выражением с различными показателями степени в области малых энергий и

в области очень больших энергий. Экспериментальные данные подтверждают этот вывод.

Отсутствие единого энергетического спектра солнечных космических лучей может быть обусловлено условиями выхода и распространения частиц малых энергий (10—100 Мэв). В этом диапазоне энергий выход частиц из области ускорения может существенно меняться как в количественном, так и в качественном отношении от вспышки к вспышке. Неблагоприятная ситуация в межпланетном пространстве, возможно, не позволяет в некоторых случаях частицам такой энергии достигнуть Земли.

Процесс выхода солнечных частиц различных энергий из области ускорения, согласно Л. И. Дорману, можно описать следующим образом.

Если в солнечных космических лучах присутствуют частицы довольно высокой энергии, то радиус кривизны траектории таких частиц в магнитных полях будет большим, и частицы высокоэнергичной части спектра после небольшого числа рассеяний смогут довольно быстро преодолеть магнитные поля вышележащих слоев Солнца и быстро придти на Землю, вызывая возрастание интенсивности космических лучей непосредственно после большой хромосферной вспышки. Это возрастание будет носить анизотропный характер.

Частицам несколько меньшей энергии, у траекторий которых радиус кривизны в магнитном поле меньше и длина пробега для рассеяния на неоднородностях магнитного поля в короне и свержкороне, по-видимому, также меньше, потребуется несколько большее время, чтобы выйти из окрестностей Солнца, и поэтому они придут на Землю несколько позже. Запаздывание будет частично связано также с меньшей скоростью их движения.

Частицы еще меньшей энергии не смогут вырваться сквозь намагниченную плазму,

расположенную над вспышкой. Однако их давление может быть настолько сильным, что оно вытолкнет эту плазму с большой скоростью, и тогда они смогут через образовавшийся туннель выйти из окрестности Солнца и попасть в межпланетную среду. Такие частицы придут на Землю со значительным опозданием, которое будет определяться временем прохождения корпускулярного потока через корону и сверхкорону и сравнительно медленной диффузией частиц в межпланетном пространстве. В этом случае следует ожидать запаздывания их прихода на Землю приблизительно на несколько часов после начала хромосферной вспышки на Солнце.

Мы уже описали поведение солнечных частиц вблизи Земли и условия их ускорения и выхода из Солнца. Рассмотрим теперь третью, промежуточную стадию — условия распространения солнечных космических лучей в межпланетном пространстве. Солнечные частицы могут приходить от Солнца к Земле двумя способами — в магнитной ловушке корпускулярного потока или путем диффузии на неоднородностях межпланетного магнитного поля.

ПЕРЕНОС СОЛНЕЧНЫХ КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧЕЙ В МАГНИТНЫХ ЛОВУШКАХ КОРПУСКУЛЯР- НЫХ ПОТОКОВ

Как уже отмечалось, солнечные космические лучи могут быть причиной выталкивания намагниченной солнечной плазмы и выброса корпускулярного потока. При выталкивании некоторая доля частиц будет проникать в глубь плазмы. В намагниченную плазму могут проникнуть даже частицы весьма малой энергии, которые при достаточно высокой их плотности будут ослаблять магнитное поле и прокладывать в нем каналы. Частицы могут также дрейфовать внутрь потока из-за неоднородностей магнитных полей.

Захваченные внутрь корпускулярного потока малоэнергичные частицы будут переноситься им на большие расстояния от Солнца. При прохождении Земли через поток они, попадая в области высоких широт, могут быть зарегистрированы на больших высотах. Согласно оценкам С. Б. Пикельнера, магнитное поле может удерживать лишь столько частиц, чтобы плотность их энергии была меньше или того же порядка, что и плотность энергии замороженного магнитного поля. Например, во время вспышки в сере-

дине июля 1959 г. плотность энергии солнечных космических лучей в окрестности земной орбиты, по-видимому, была порядка 10^{-4} эрг/см³ или несколько меньше, тогда как плотность магнитной энергии достигала всего $\sim 10^{-10} - 10^{-8}$ эрг/см³. Таким образом, в данном случае частицы не могли быть удержаны внутри потока и магнитной ловушки не могло существовать. Для вспышки 10 мая 1959 г. поток солнечных космических лучей был существенно меньше, а плотность их энергии была $\sim 10^{-8}$ эрг/см³. Для удержания таких частиц в ловушке достаточно иметь в потоке магнитное поле с напряженностью $\sim 10^{-3}$ гаусс. Не исключена возможность, что в ловушку захватываются лишь частицы с энергией, меньше некоторой.

Во всяком случае, данные о возрастаниях интенсивности космических лучей в мае 1959 г. указывают на то, что в передней части корпускулярного потока, вызвавшего магнитную бурю 11 мая 1959 г. существовала магнитная ловушка с определенными свойствами. Из этих данных видно, что через 6 часов после внезапного начала магнитной бури интенсивность частиц, принесенных корпускулярным потоком, была приблизительно в 40 раз выше, чем ожидаемая в этот момент интенсивность излучения в межпланетной среде. Однако уже через 15 час. после начала магнитной бури интенсивность дополнительного излучения, принесенного потоком, приблизилась к нулю и оставалась на этом уровне до конца суток 12 мая. При этом падение интенсивности происходило по экспоненциальному закону $\sim e^{-t/\tau}$ (t в часах), т. е. за 2 часа поток захваченных частиц уменьшался в e раз, тогда как интенсивность солнечных космических лучей в межпланетном пространстве продолжала падать по закону $\sim t^{-2}$. Такого рода ловушка могла быть образована в результате существенного сжатия поля и плазмы при прохождении корпускулярного потока через корону и межпланетную среду. Магнитная ловушка плохо выпускает частицы, захваченные ею при формировании потока в солнечной атмосфере, и в то же время не впускает внутрь малоэнергичные частицы из межпланетной среды, которые были ускорены в той же хромосферной вспышке. Относительная устойчивость и замкнутость ловушки позволяют ей в течение многих часов ($\sim 1-1,5$ суток) перемещаться вместе с потоком и приносить к Земле солнечные частицы малой энергии.

ДИФФУЗИЯ СОЛНЕЧНЫХ КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧЕЙ В МЕЖПЛАНЕТНОМ ПРОСТРАНСТВЕ

В подавляющем большинстве случаев распространение солнечных частиц в межпланетном пространстве удается объяснить с большей или меньшей степенью приближения при помощи диффузионной модели. Остановимся на этом вопросе подробнее.

В этой модели движение космических лучей уподобляется диффузии молекул в газе со скоростью v , равной скорости движения вдоль силовых линий магнитного поля, и эффективной длиной свободного пробега Λ , которая характеризует конфигурацию поля (в простейшем случае Λ есть размер области с приблизительно однородным полем). Одно из возможных возражений против такой модели состоит в том, что космические лучи должны быть как бы «приклеены» к определенным силовым линиям и не могут поэтому диффундировать во всех направлениях. Нужно, однако, даже в рамках представлений об адиабатическом движении (т. е. о «приклеенности» частиц) учитывать существование связанного с неоднородностью поля дрейфа частиц, приводящего к переходу космических лучей с одних силовых линий на другие. Кроме того, адиабатическое рассмотрение вообще неприменимо в том случае,

когда плотность энергии, заключенной в космических лучах, становится сравнимой с плотностью энергии магнитного поля. В этом случае уже не поле определяет движение космических лучей, а сами космические лучи в значительной степени определяют конфигурацию магнитного поля. Эти два соображения дают основание говорить о неизбежном перемешивании космических лучей, которое можно приближенно описать уравнением диффузии.

Таким образом, для применения диффузионного приближения необходима прежде всего определенная степень неупорядоченности межпланетного магнитного поля. Не менее важно требование независимости солнечных частиц при их движении как в межпланетном, так и в геомагнитном полях. Выполнение этого требования для межпланетного поля, по-видимому, не вызывает сомнений, учитывая слабую напряженность магнитных полей (10^{-5} — 10^{-3} гаусс) и малую плотность солнечных космических лучей (10^{-8} протонов/см³). Что касается движения частиц в геомагнитном поле, то частицы с энергиями выше 10—100 Мэв можно считать независимыми, тогда как частицы меньших энергий следует рассматривать как проводящий газ (см. рис. 1). Однако в некоторых случаях последнее утверждение неоправдано. Например, 14 июля 1959 г. солнечные частицы с энергией выше 100 Мэв имели настолько большую плотность энергии ($\sim 10^{-9}$ эрг/см³), что могли коллективно преодолеть магнитное поле с напряженностью вплоть до $\sim 10^{-4}$ гаусс, тем самым проникая на значительную глубину в магнитосферу Земли.

Согласно диффузионной модели, изменение со временем плотности солнечных космических лучей на фиксированном расстоянии от Солнца можно представить в виде несимметричной кривой с максимумом (рис. 6).

Солнце во время вспышки испускает частицы с различными энергиями. По этой причине часть из них приходит к Земле довольно быстро, а остальные несколько запаздывают. В начале возрастания поток этих частиц имеет хорошо выраженный анизотропный характер. Возрастание интенсивности на орбите Земли быстро достигает максимума, а затем происходит постепенное падение приблизительно по закону $\sim t^{-3/2}$. Такой процесс начинается тогда, когда солнечные частицы, рассеянные на неоднород-

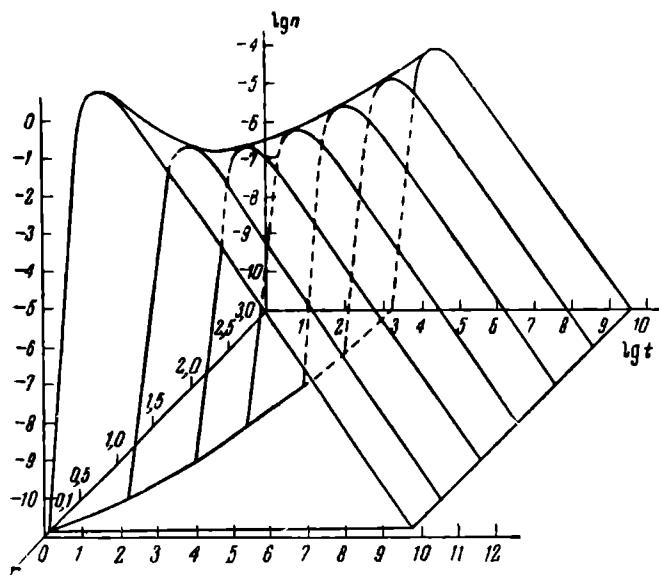


Рис. 6. Распределение солнечных космических лучей в межпланетном пространстве, рассчитанное по диффузионной модели для различных расстояний от Солнца

родностях межпланетного поля, начинают приходить на Землю равномерно по всем направлениям (изотропно). Интенсивность анизотропного потока солнечных частиц, в отличие от рассеянного (изотропного), падает по экспоненциальному закону. Такого рода случаи наблюдались, например, в марте 1942 г., в ноябре 1949 г., в феврале 1956 г. и в мае 1960 г. Все хромосферные вспышки, вызвавшие эти возрастания, находились на западном краю солнечного диска.

В других случаях, когда расположение хромосферных вспышек было иным, а условия в межпланетном пространстве и вблизи Земли более сложными описанная четкая картина возрастания существенно нарушалась.

На основе диффузионной модели можно получить важные указания о спектре солнечных частиц, т. е. числе частиц той или иной энергии, испущенных Солнцем во время определенной вспышки.

Интересно отметить, что скорость движения ядер с $Z \geq 2$ в области малых энергий, примерно вдвое меньше по сравнению со скоростью движения протонов при одной и той же энергии на нуклон. Поэтому в начальный период возрастания интенсивности, поток солнечных частиц будет богаче протонами, а спустя некоторое время начнет обогащаться ядрами.

Кроме указаний о спектре генерации и ядерном составе солнечных частиц, диффузионная модель позволяет оценить направление и напряженность межпланетного магнитного поля. Мы уже отмечали, что диффузионная картина наиболее отчетлива, когда хромосферная вспышка, ответственная за возрастание, произошла на западном краю солнечного диска. Это навело многих исследователей на мысль, что кроме отдельных намагниченных облаков (магнитных неоднородностей) рассеивающих частицы, в межпланетном пространстве имеется регулярное поле H_0 . Из-за вращения Солнца его силовые линии должны быть изогнуты примерно так, как показано на рис. 7 (модель К. Маккракена). Тогда диффузия частиц из области ускорения должна происходить вдоль силовых линий такого межпланетного поля. Если в момент вспышки активная область на Солнце и Земля связаны одной силовой линией, то прямой поток частиц будет нарастать на Земле очень быстро. Однако магнитные неоднородности будут эффективно рассеивать частицы, в результате

чего через некоторое время после вспышки поток солнечных космических лучей станет изотропным и интенсивность его начнет падать. Прямые измерения направления межпланетного магнитного поля дают наклон $\sim 35^\circ - 40^\circ$.

Коэффициент диффузии зависит не только от энергии частиц, но и от напряженности H_0 регулярной составляющей межпланетного поля.

На основе диффузионной модели удастся оценить величину H_0 .

Эта величина составляет $\sim 10^{-5}$ гаусс, что хорошо согласуется с результатами прямых ракетных измерений.

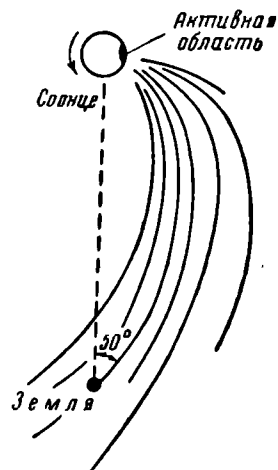


Рис. 7. Модель межпланетного магнитного поля (по Маккракену)

О ВОЗМОЖНОСТИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВСПЫШЕК СОЛНЕЧНЫХ КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧЕЙ

Прогнозирование радиационной опасности в межпланетном пространстве основано на исследовании особенностей активных областей, генерирующих солнечные космические лучи. Активные области можно охарактеризовать, прежде всего, конфигурацией магнитных полей солнечных пятен, площадью солнечных пятен, измеряемой в миллионных долях от площади видимого солнечного диска, а также существованием в данной активной области хромосферных вспышек той или иной мощности. Кроме того, сами хромосферные вспышки различаются между собой в зависимости от того, испускаются при этом космические лучи или нет. Поэтому изучение солнечных частиц в сопоставлении с особенностями активных областей и хромосферных вспышек дает ценную информацию для предсказания внезапных возрастаний уровня радиации в межпланетном пространстве. Особый интерес представляет солнечное радиоизлучение, сопровождающее хромосферные вспышки, его интенсивность и длительность. Например, можно считать установленным, что солнечные радиовсплески IV типа не только

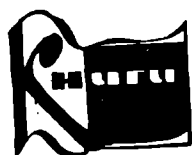
индикаторы процесса генерации космических лучей на Солнце, но и в значительной степени количественно определяют поток ускоренных частиц.

Некоторые исследователи сводят предсказание вспышек солнечных космических лучей к предсказанию появления мощных хромосферных вспышек. Для этой цели можно применять два различных метода. Первый метод — статистический — заключается в том, чтобы на основании известных особенностей данной активной области предсказать лишь вероятность появления в ней большой хромосферной вспышки. Зная из наблюдений общее число больших хромосферных вспышек и число вспышек, сопровождающихся возрастаниями интенсивности космических лучей, можно оценить вероятность испускания ускоренных частиц из данной активной области. Другой метод — «метод полутеней» — полностью основан на учете особенностей изучаемой активной области: если площадь так называемой полу-

тени солнечного пятна равна или превышает 1000 миллионных долей солнечного диска, то активная область считается «опасной», т. е. в этой области может произойти большая хромосферная вспышка с генерацией космических лучей.

Проблема прогнозирования «опасных» хромосферных вспышек весьма сложна и требует комплексного исследования условий на Солнце и в межпланетном пространстве. Весьма вероятно, что изменения от вспышки к вспышке объясняются не условиями ускорения частиц на Солнце, а условиями прохождения частиц к Земле для различных энергетических интервалов. С уменьшением солнечной активности условия прихода солнечных частиц на Землю облегчаются. Это свидетельствует о существенном изменении структуры межпланетного и около-солнечного магнитных полей. Однако наряду с этим происходит также резкое ослабление вспышечной деятельности Солнца.

УДК 523.165



С МИКРОСКОПОМ В ГЛУБЬ ТЫСЯЧЕЛЕТИЙ

Изд-во «Наука», 1964, 56 стр.,
цена 8 коп.

Определение возраста горных пород и установление физико-географических условий времени их накопления — важная область геологических исследований. Для этого геологи пользуются различными методами, многие из которых разрабатываются учеными смежных наук. Важное место среди этих методов занимает спорово-пыльцевой анализ.

Известно, что в отложениях прошлых эпох растения оставляют не только остатки листьев, стеблей, но и мельчайшие видимые лишь под микроскопом споры и пыльцу. Но как их найти? Прежде всего из обнажения

выбирают образцы, которые могут содержать пыльцу и споры. Это делает геолог в поле. Затем надо их выделить из горной породы. Такая работа проводится уже в специальных лабораториях и требует большого искусства. От правильной обработки проб, тщательного освобождения пыльцы и спор от примесей зависит дальнейший успех исследования, связанного с микроскопией. Затем палинолог (специалист, работающий в области спорово-пыльцевого анализа) должен выяснить, пыльца и споры каких растений заключены в образце, подсчитать процентное содержание различных видов, описать их, суммировать полученные данные в виде таблиц, диаграмм. Наконец, исследователь должен определить, к какому типу растительности принадлежат обнаруженные виды

пыльцы и спор и каков возраст обработанных горных пород. Обо всем этом живо и увлекательно рассказано в книге.

Но не только геологи пользуются результатами спорово-пыльцевого анализа. Выявление закономерностей изменения растительности и климата в прошлом дает географам представление о наиболее вероятном проявлении этих процессов в будущем. Данные спорово-пыльцевого анализа помогают решать новые проблемы, которые встают перед учеными в ходе преобразования природы. Автор приводит интересные примеры, из которых видно, что и в работе почвоведов, геоботаника, лесовода, археолога, медика и других специалистов важны выводы палинолога.

Н. Б. Семизатова

Москва

МНОГОМЕРНАЯ ГЕОМЕТРИЯ И ХИМИЯ

Ф. М. Перельман

Доктор химических наук

Институт общей и неорганической химии им. Н. С. Курнакова АН СССР (Москва)

Казалось бы, что общего между одной из наиболее абстрактных математических дисциплин — многомерной геометрией и такой сугубо конкретной и практической наукой, как химия! И если для занятий многомерной геометрией требуется хорошо развитое воображение, то, напротив, познание химических законов базируется, главным образом, на таких свойствах ума, как память, наблюдательность, а избыток воображения здесь даже может повредить. Но, как говорится, крайности сходятся...

Пользу, которую химики смогут извлечь, «если не погнушаются поучиться законам геометров», предвидел еще М. В. Ломоносов. На этом в свое время настаивал Д. И. Менделеев. Ту же идею развивал акад. Н. С. Курнаков, который указывал, что применение геометрических методов особенно необходимо в тех случаях, когда химические превращения протекают с участием большого числа компонентов, под влиянием многочисленных и разнообразных факторов. Заменяя длинные столбцы цифр, геометрическая фигура дает наглядное представление о конечных результатах процесса и позволяет без труда выявить неизвестную ранее функциональную зависимость, связь явлений.

Н. С. Курнаков любил сравнивать химические диаграммы с географической картой: на них имеются свои вершины — наиболее тугоплавкие или малорастворимые составы, свои низменности — легкоплавкие эвтектики; на них обозначаются те особые направления, пути, которыми следует химический процесс. Таковы «пути кристаллизации», указывающие, какие именно вещества выделяются по мере охлаждения расплава или выпаривания раствора, и как меняется при этом состав жидкой фазы.

Диаграммы состояния приобрели огромное значение при исследовании металлических и солевых систем, в химической технологии, металлургии и некоторых других областях. Они играют роль своеобразного международного химического языка, дополняющего химические формулы и уравнения. Но так дело обстоит с диаграммами систем из двух, трех, максимум четырех компонентов. Для их построения служат обычные и обще-

известные фигуры планиметрии и стереометрии: треугольники и квадраты, если речь идет о системах с тремя компонентами, тетраэдры, призмы или полуюктаэдры, когда имеется четыре исходных вещества. Но если общее число компонентов превышает четыре, приходится обращаться к фигурам более высоких измерений, которые представляют собою абстрактные понятия многомерной геометрии, что связано с некоторыми трудностями. Главная трудность — необычность этих понятий и недостаточное знакомство с ними.

Между тем, в современной технике все чаще применяются сплавы, полупроводниковые и сегнетоэлектрические материалы, стекла и керамика, теплоносители и минеральные удобрения, образованные путем сочетания большого числа исходных химических веществ. Да и в самой природе многокомпонентные химические системы широко распространены: они образуют горные породы и минералы, океаническую и речную воду. Детальное физико-химическое исследование подобных систем становится в порядок дня. И если геометрические методы оказались столь полезными в сравнительно простых случаях, то при изучении сложных систем их применение еще более необходимо.

Обычно химики используют простейшие многомерные фигуры, так называемые симплексы и их сечения. И хотя невозможно непосредственно представить себе какую-нибудь четырехмерную фигуру, ее получение все же можно понять абстрактно — логически, исходя из обычных простейших фигур — треугольника и тетраэдра.

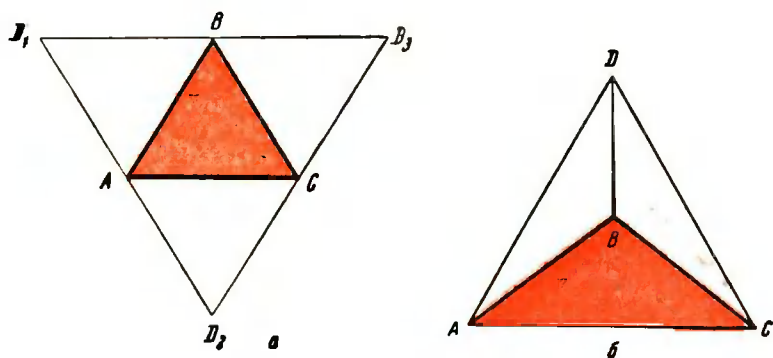


Рис. 1. Развертка тетраэдра (а); тетраэдр (б)

Предположим, перед нами равносторонний треугольник ABC . На каждой из его сторон построим свой треугольник (рис. 1, а): на стороне AB — треугольник ABD_1 , на стороне AC — ACD_2 , на стороне BC — BCD_3 . Мы получили большой равносторонний треугольник, который носит название *развертки тетраэдра*. Действительно, если повернуть эти три треугольника вокруг их оснований вершинами D вверх так, чтобы D_1 , D_2 и D_3 слились в одну вершину D , то получится тетраэдр (рис. 1, б), образованный из развернутой трехмерной фигуры на плоскости. Итак, мы перешли от простейшей двумерной фигуры — треугольника к простейшей трехмерной — тетраэдру и смогли осуществить этот переход благодаря тому, что располагали третьим измерением.

Теперь представим себе, что мы располагаем не только тремя, но и четырьмя измерениями. Тогда мы могли бы поступить с полученным тетраэдром точно так, как поступили с треугольником. Построим на каждой из четырех граней тетраэдра по своему особому тетраэдру: на грани ABD — тетраэдр $ABDE_1$, на ABC — $ABCE_2$, на BCD — $BCDE_3$, наконец, на ADC — $ADCE_4$ (рис. 2). Все эти четыре тетраэдра расположились бы вокруг исходного тетраэдра $ABCD$ в трехмерном пространстве — спереди и сзади, влево и вправо от него. И вот, если бы существовало еще одно — четвертое измерение, мы могли бы повернуть все эти тетраэдры в четырехмерном пространстве так, чтобы их вер-

шины E_1, E_2, E_3, E_4 совместились в одну вершину и тогда мы получили бы простейшую четырехмерную фигуру — пентатоп (рис. 3) — аналог тетраэдра более высокого измерения, подобно тому, как сам тетраэдр является трехмерным аналогом треугольника, на единицу большего измерения. Точно таким же путем, чисто логически и абстрактно мы можем перейти от четырехмерного пентатопа к пятимерному симплексу — гексатопу и т. д. до бесконечности.

Какую же пользу можно извлечь из этих несуществующих фигур, которые даже представить себе сколько-нибудь конкретно нельзя. Оказывается можно! Для этого нужно лишь получить их проекции на плоскости чертежа или на трехмерное пространство. Правда, не всякая проекция одинаково пригодна и требуется выбрать оптимальную. Поясним это примером.

Допустим, что на далеком расстоянии от нас находится комната с двумя окнами и дверью (рис. 4). Предположим, что ее стены и крыша прозрачны. Тогда, глядя на комнату сверху, мы увидим слившиеся в один квадрат пол и потолок; площадь комнаты с поправкой на расстояние будет ясна, но не ее высота или степень освещенности. Напротив, глядя на нашу комнату со стороны передней стены, мы ясно увидим число окон и их относительные размеры; мы увидим также ее высоту. Однако, мы не сможем судить о наличии двери. Наконец, если в поле зре-

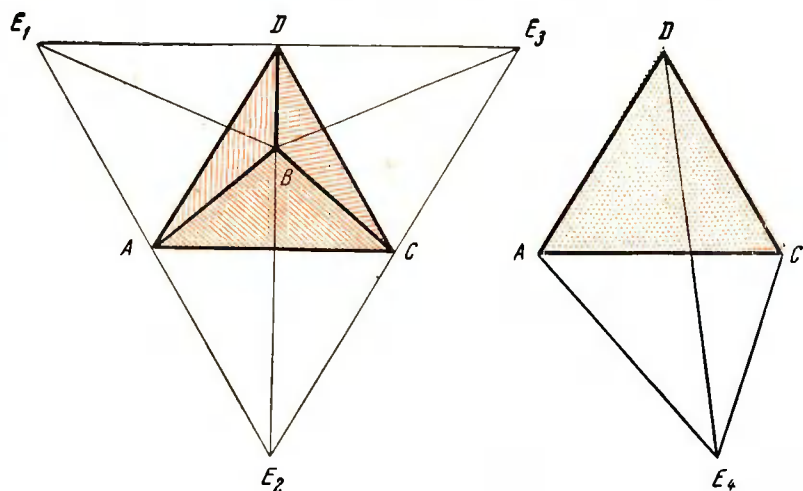


Рис. 2. Развертка пентатопа

ния и перпендикулярно к нам будет расположена та стена, в которой прорублена дверь, то не увидим окон. В принципе, для любого трехмерного тела возможны три различные плоские проекции, и, в зависимости от поставленной задачи, любая из них может быть для нас оптимальной. Разумеется, эти проекции дополняют одна другую и в своей совокупности полностью характеризуют исходное тело.

Точно так же, совокупность проекций многомерных фигур дает о них ясное и исчерпывающее представление. Однако вопрос осложняется рядом обстоятельств и прежде всего тем, что, хотя общее число возможных плоских проекций здесь намного больше трех, но они менее наглядны из-за наложения частей исходной многомерной фигуры и неравномерного сжатия ее элементов. В результате крайне затруднительно, а подчас и невозможно делать на основе такого рода проекций какие-либо заключения об относительных размерах фигуры и нельзя пользоваться такими проекциями для количественных расчетов. Так, у пентатопы шесть различных проекций на плоскости чертежа, а у гексатопы даже десять, но из них для практических целей пригодна только одна.

На рис. 5 изображен гексатоп и десять возможных для него проекций на координатные плоскости. Легко видеть, что большинство проекций дает искаженное представление об относительных размерах фигуры, притом ее совмещенные части заслоняются одна другой, что препятствует детальному рассмотрению каждой из частей в отдельности. Особенно трудно разобраться на основе этих проекций в том, что происходит во внутреннем объеме фигуры. Но ведь если гексатоп ABCDEK изображает какую-нибудь шестикомпонентную систему, то ее внутренний объем (или «содержание») отвечает как раз всем тем составам, которые представляют основной предмет исследования! И только

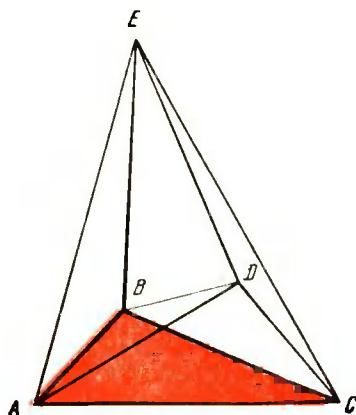


Рис. 3. Пентатоп — простейшая четырехмерная фигура

проекция гексатопы. Если представить ее в виде тетраэдра, то получим оптимальную модель гексатопы: она образуется при проектировании нашего пятимерного симплекса на трехмерное пространство.

В металлографии часто приходится иметь дело со сплавами, образованными большим числом металлов или других химических элементов. При этом прежде всего важно знать температуры плавления этих сплавов, которые, конечно, меняются в зависимости не только от природы, но также и от соотношения компонентов. Если для ответа на поставленный вопрос изучать экспериментально все сплавы, которые могут образоваться между собой, скажем, шесть различных металлов, взятых в различных пропорциях по два, по три, по четыре, по пять, наконец, все шесть вместе, то это потребовало бы проведения, по меньшей мере, 9325 опытов (и то при условии, что мы ограничимся лишь пятью различными соотношениями).

Ведь в одной шестикомпонентной системе заключено 15 двойных, 20 тройных, 15 четверных и 6 пятых составляющих систем! Конечно, можно начинать прямо с шестикомпонентных сплавов, меняя взаимные пропорции исходных металлов, минуя предварительное опробование комбинаций, низших по числу металлов. Однако, практика показала, что при таком подходе объем эксперименталь-

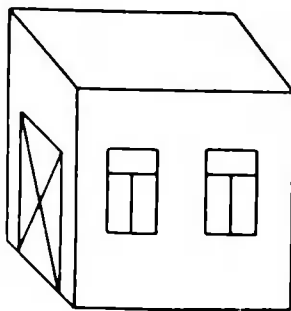


Рис. 4. Комната с окнами и дверью, проектируемая на плоскости чертежа

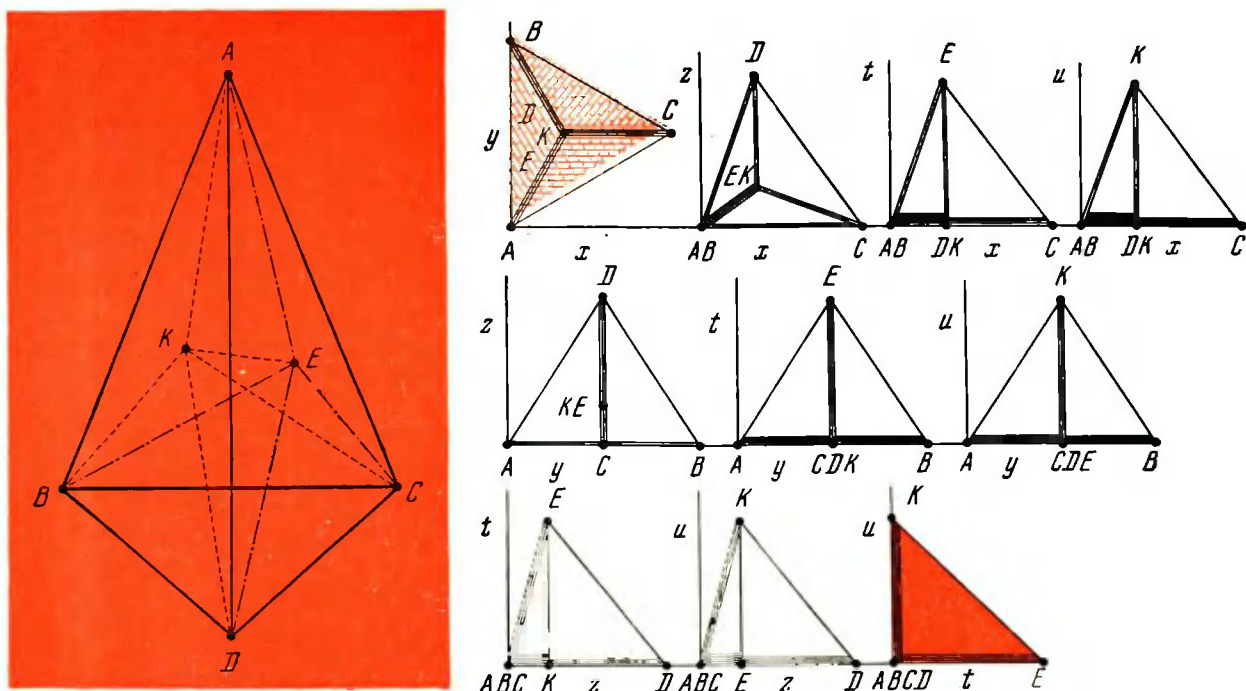


Рис. 5. Гексастоех — простейшая пятимерная фигура (слева) и его проекция на десять координатных плоскостей (справа)

ных работ, как правило, значительно возрастает, к тому же нет уверенности, что все возможности исчерпаны.

Геометрические методы обладают тем преимуществом, что допускают интерполяцию и экстраполяцию и в конечном счете значительно упрощают и облегчают процесс исследования¹. Предположим, требуется определить плавкость всех составов системы из никеля и железа, к которым добавлены легирующие металлы: хром, марганец, медь и кобальт. Для их изображения воспользуемся оптимальной проекцией гексастоеха. В данном случае она будет отвечать рис. 6, из которого следует, что для поставленной перед нами цели необходимо изучить экспериментально и построить диаграммы плавкости четырех тройных систем: Ni — Fe — Cr; Ni — Fe — Mn; Ni — Fe — Cu; Ni — Fe — Co. Но для этого нужно провести всего 145 опытов. Если же мы захотим получить аналогичные данные для всей системы в целом, т. е. также и для сплавов, обогащенных марган-

цем и медью, хромом и кобальтом, то потребуется построить три диаграммы подобного типа и провести не 435, а только 375 опытов (поскольку некоторые бинарные системы повторяются). 9325 и 375 — экспериментальная работа сократилась в 25 раз!

Диаграмма, изображенная на рис. 6, была использована для прогноза температур плавления некоторых сплавов на основе никеля и железа. Чтобы оценить точность такого рода прогнозов, приведем некоторые фактические данные. Так, для сплава, образованного 50% никеля, 25% железа, 3% хрома, 3% марганца, 10% меди и 9% кобальта расчет дал температуру плавления 1397—1398°; экспериментальным путем для того же сплава² было получено 1392°. В другом случае были вычислены температуры плавления некоторых никелевых сплавов, лишенных железа и меди, но включающих более тугоплавкие металлы. Для сплава из 65% никеля, 15% хрома, 5% молибдена, 5% титана, 7% вольфрама и 3% ниобия расчет дал 1363°, а опытная проверка — 1356°. Если же содержание никеля увеличить до 70% за счет снижения относительного количества

¹ См. Ф. М. Перельман. «Методы изображения многокомпонентных систем». Изд-во АН СССР, 1959.

хрома до 10%, то по расчету температура плавления такого сплава должна бы равняться 1376°, а экспериментально оказалось только 1350°. Так как точность эксперимента в данном случае не превышала $\pm 15^\circ$, то совпадение следует признать хорошим.

Эти прогнозы носят, в целом, ориентировочный характер и возможны лишь в пределах одинаковых фаз. Поэтому важно знать точно диаграммы состояния тех тройных систем, которые положены в основу построений, и иметь ясное представление не только об изменениях тех или иных интересующих нас свойств но и о границах распространения отдельных фаз.

Здесь приведен лишь один из способов применения более сложных геометрических фигур при исследовании равновесных систем. В перспективе стоит задача более широкого распространения аналогичных методов в различных областях не только статике, но и химической кинетики.

Подобно изотермам, показанным на рис.6, можно проводить на диаграммах состава любой системы кривые изменения всевозможных других свойств. Это — так называемые «изолинии», которые охватывают все составы, обладающие, например, одинаковой вязкостью или электропроводностью, удельным весом, твердостью или каталитической активностью. Несколько серий изолиний, относящихся к различным свойствам одной и той же системы, пересекаясь между собой, могут точно указывать состав системы в момент исследования, что дает возможность следить за изменением состава в ходе процесса. Эти изменения обусловлены различными причинами, они зависят от многих факторов, в том числе и от такого важного, каким является время.

* * *

Следует сказать, что из этих весьма полезных математических методов, проникающих все глубже в сферу научных исследований, делаются подчас неправильные философские выводы. Вопрос о многомерных геометрических фигурах и многомерном пространстве нередко излагается так, будто они существуют в природе реально. В пользу подобных абсурдных предположений приводятся следующие доводы.

«Мы приписываем пространству три измерения, — пишет видный французский математик Жюффре. — Логически мы могли бы заменить число три любым другим целым чис-

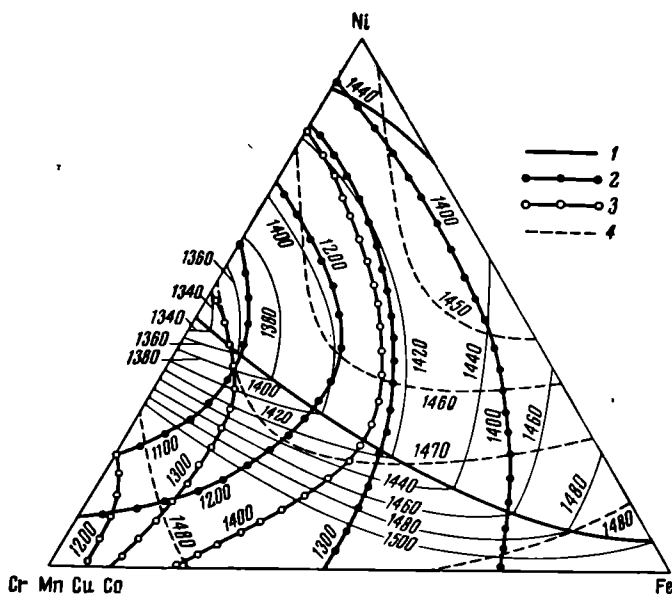


Рис. 6. Диаграмма плавкости шестикомпонентной системы Cu — Co — Fe — Ni — Cr — Mn для сплавов, обогащенных никелем и железом: Fe — Ni — Cr — (1); Fe — Ni — Mn (2); Fe — Ni — Cu (3); Fe — Ni — Co (4)

лом. Но мы говорим т р и в силу социального опыта, который создает наследственные идеи...». Итак, трехмерность пространства будто бы создана нами; это — якобы существующая в нашей голове наследственная идея.

Аналогичные взгляды высказывают и многие другие специалисты в области многомерной геометрии. Они сообщают своим читателям, что пространство будто бы, вообще «идея, возникшая в человеческой голове» (Зоммервиль), или что «многомерное пространство существует в действительности, поскольку оно логически непротиворечиво» (Де-Вриз), или, наконец, что мы де «не в состоянии решить этот вопрос в силу ограниченности нашего разума» (Экгарт).

В. И. Ленин в работе «Материализм и эмпириокритицизм» вскрыл философские корни подобных воззрений и показал их полную несостоятельность. Очевидно, что они восходят к Канту и представляют собой перепев его представлений о пространстве и времени, как присущих нашему уму категориях. Диалектический материализм давно опроверг все разновидности идеализма, в том числе и философию Канта. А все последующее развитие естественных и общественных наук неопровержимо доказало правильность

марксистской философии, абсолютную правильность материалистических представлений о внешнем мире и о пространстве, как необходимой форме существования материи.

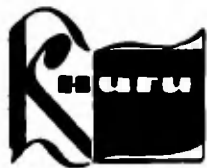
Весь окружающий нас внешний мир материален, все тела природы существуют объективно и независимо от нашего сознания и их пространственная форма также независима от нашей воли. Поэтому мы не можем по своему желанию «приписать» этим телам большее число измерений, чем они имеют на самом деле, какими бы логичными нам подобные идеи ни казались.

Что же отражают многомерные фигуры? Из всего сказанного с очевидностью следует, что они характеризуют, отнюдь, не пространственную форму тел. Действительно, ведь оттого, что мы изобразили шестикомпонентный сплав с помощью проекции гексатона вовсе не вытекает, будто он переместился в пятимерное пространство! На деле любой сплав, из какого бы числа различных металлов он ни был получен, реально существует

в пространстве трех измерений и каждый его «кусочек» имеет определенную длину, ширину и толщину. Многомерная фигура характеризует не пространственную конфигурацию, а совершенно иные свойства тел. Принципиально она способна отражать все многообразие свойств, присущих веществам природы и, что особенно важно и ценно, — связь между этими свойствами, их взаимную зависимость.

Возражая физику Маху, который полагал, что мы можем мыслить химические элементы в пространстве высших измерений, В. И. Ленин писал: «Естествознание не задумывается над тем, что вещество, которое им исследуется, существует не иначе, как в пространстве с 3-мя измерениями, а следовательно, и частицы этого вещества, хотя бы они были так мелки, что видеть мы их не можем, «обязательно» существует в том же пространстве с 3-мя измерениями»¹.

¹ В. И. Ленин. Полное собр. соч., т. 18, стр. 187—188.
УДК 513.82.546

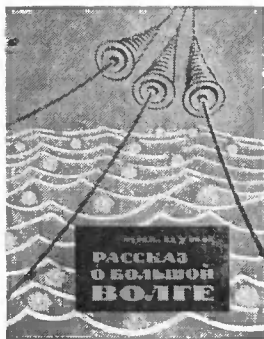


Мих. Цунц РАССКАЗ О БОЛЬШОЙ ВОЛГЕ

Изд-во «Советская Россия»,
1964, 158 стр. п. 32 коп.

Книга показывает, как советский человек реконструирует Волгу, величайшую реку Европы, как меняет ее природный режим, глубины, фарватер, самый ее облик. Главное внимание уделено работам последнего десятилетия, когда были построены Волжская ГЭС им. В. И. Ленина и Волжская ГЭС им. XII съезда КПСС, создан на Каме Воткинский гидроузел, вступил в строй новый Волго-Балтийский канал.

Обновленная река гармонически служит и различным отраслям экономики — энергетике, водному транспорту, сельскому хозяйству. Мы видим, что каждый волжско-камский гидроузел с его дешевой электроэнергией вызывает быстрый рост индустриальных сил. Так было на Верхней Волге, так еще в большей степени это происходит в районе Жигулей и Волгограда, где сооружается множество крупнейших предприятий.



Большая Волга деятельно помогает также развитию большой химии, требующей мощных потоков электрической энергии.

Подробно автор останавливается на значении многолетних работ на Волге для развития водно-транспортных путей и перспективах орошения и обводнения земель Заволжья и Прикаспия. Интересно рассказано о судьбе Волго-Ахтубинской поймы — одной из величайших и плодороднейших долин мира, не уступающей долинам Нила, Ганга, Инда. Эта

пойма в начале лета страдает от изобилия воды, стекающей в низовья со всего бассейна, а затем от нестерпимого зноя. Советские люди стремятся исправить ошибку природы — регулировать поступление воды в «золотую долину», создавать здесь высокопроизводительное орошаемое земледелие. Преображение Волго-Ахтубы связано с сооружением в ближайшие годы Нижне-Волжского гидроузла — завершающего звена Волжского каскада.

Осуществление плана Большой Волги рассматривается в книге как часть обширного наступления, которое ведется в нашей стране на речных плацдармах. В главе «Эстафету принимает Енисей» показано, как богатейший опыт гидростроительства на Волге находит дальнейшее развитие на огромных стройках Сибири. Уже вращает турбины могучая Ангара у Иркутска и Братска, скоро даст первый ток Красноярская ГЭС на Енисее, составляется схема энергетического использования р. Лены, таящей в себе огромные запасы дешевой энергии.

ПСИХИЧЕСКОЕ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ

Профессор Ф. И. Георгиев, О. Ф. Фролова

Проблема души и тела, психики и мозга волнует человечество издавна. Однако до возникновения марксистского учения все попытки научно раскрыть связь, существующую между психическим и физиологическим, не увенчались сколько-нибудь серьезным успехом, хотя и было высказано немало важных мыслей, добыто немало научных фактов. Объясняется это не только уровнем человеческих знаний: господствующие классы не были заинтересованы в том, чтобы раскрыть действительную зависимость психики человека от материальных условий его жизни. Официальная наука боялась подорвать веру в загробную жизнь души, чему до сих пор учит церковь. Душа якобы не зависит ни от тела, ни от общественно-исторических условий. «Тело — вместилище, а душа вместимое» — это религиозное положение имеет своей философской основой идеализм.

Французский философ Рене Декарт душу и тело рассматривал как две субстанции, как разные сущности, наделенные прямо противоположными свойствами. Душа обладает атрибутом мышления, а тело — протяженностью. Словом, между психикой и мозгом нет ничего общего, они связаны между собой только внешним образом, через шишковидную железу, расположенную в мозгу. Такая дуалистическая концепция оказала тормозящее влияние на развитие психологии и физиологии.

Домарксистский материализм XVIII—XIX вв. вел энергичную борьбу против такого дуализма, но вследствие ограниченности своих воззрений (механицизма, антидиалектики и идеалистического понимания развития общества) не сумел решить этой проблемы, хотя и выразил ряд правильных коренных положений: признание принципа отражения, зависимости психики от мозга. Только с развитием диалектического материализма вопрос о взаимоотношении психического и физиологического получает по-настоящему научное решение. Не существует отражения без отображаемого, сознания без осознаваемого бытия, реальной жизни общества. Это положение помогает раскрывать действительную сущность психического, выявить научную несостоятельность идеалистического, дуалистического «обособления» психического от физиологического, решительно преодолеть ограниченность, присущую домарксистскому материализму. Сознание — это высшая форма психического

отражения, свойство мозга, изначально общественно-исторический продукт, органически связанный с языком. Сознание возникает, формируется, развивается в процессе исторической практики. Сознание — это «осознанное бытие», оно существует только как отношение к вещам и людям. Мозг — это физиологический аппарат, обеспечивающий связь человека с действительностью, ее познание и преобразование. Физиологически «...сознание, — писал И. П. Павлов, — представляется мне нервной деятельностью определенного участка больших полушарий, в данный момент, при данных условиях, обладающего известной оптимальной (вероятно, это будет средняя) возбудимостью. В этот же момент вся остальная часть больших полушарий находится в состоянии более или менее пониженной возбудимости»¹. Раскрывая это принципиально важное положение физиологической основы сознания, чл.-корр. АН СССР Э. А. Асратян считает, что оптимальная и пониженная возбудимость (точнее заторможенность) подвижно охватывает разные отделы мозга, если можно так сказать, не по горизонтали, а разные динамические функциональные структуры коры больших полушарий и других отделов мозга. Именно такое естественнонаучное понимание, опираясь на принцип отражения, позволяет делать вывод, что сознание, психика — реальное свойство мозга, лишенное

¹ И. П. Павлов. Полн. собр. соч., изд. 2-е, т. III, кн. 1, 1951, стр. 247.

какой-то особой сущности, субстанциональности.

Психическое, возникнув в процессе эволюции как средство приспособления и ориентировки в сложной среде, а у человека как средство целенаправленного изменения действительности, именно в силу этого приобретает свойство предметного отражения внешнего мира. Мозг — орган, а не источник психического, которое возникает как результат взаимодействия организма со средой и поэтому отражает не анатомо-физиологические свойства индивида, а внешний мир.

Идеальность образа, т. е. несводимость его к физиологическим процессам в мозгу, отсутствие в нем свойств протяженных предметов (протяженности, веса, твердости и т. д.), а также функция предвидения, предвращения непосредственного действия с предметами, неизмеримо обогащает организм в его ориентировке во внешнем мире.

В голове человека идеальное фиксируется в языке, оно может осуществляться только в слове. Но здесь важно само идеальное содержание слова, как обобщенное отражение предметов внешнего мира, как сигнал сигналов.

У человека возникает субъективный образ объективного мира. На уровне первой сигнальной системы формируется чувственный образ. Если чувственный образ приобретает обобщенный характер, то это происходит потому, что он связывается со словом, обозначается словом, осознается, приобретает относительную независимость от внешнего мира.

Мыслительный процесс может осуществляться только на основе речи. Существует мнение, что человек, мгновенно принимая решение, осуществляет это не на основе речи. Исходят при этом из того, что в таких случаях звуковой речи не слышно, забывая, однако, что существует внутренняя речь, более сокращенная и автоматизированная, чем внешняя.

Относительная самостоятельность мышления человека, сознания, есть результат зафиксированного в слове раздражителя. Эта возможность фиксации мышления в слове создает конкретный путь связи сознания индивида с общественно-исторической практикой. Только общественно-историческая практика, труд выделили человека из животного мира. Наукой и некоторыми фактами доказано, что дети могут физически разви-

ваться и вне человеческого общества, но подлинно человеческие свойства возникают лишь в труде, в обществе.

Индийский психолог Сингх описал поведение двух девочек Амалы и Камалы, воспитанных волчицей. Они не признавали растительной пищи, вели ночной образ жизни, спали на корточках, лицом к стене, огрызались во время еды, не признавали одежды, передвигались на четвереньках, не могли говорить, т. е. их поведение ничем не отличалось от поведения волчат, а человеческое сознание, отражающее общественно-исторический опыт человечества, отсутствовало.

Этот пример подтверждает положение диалектического материализма, что человеческая психика, сознание не имеют ничего таинственного, загадочного. Эти подлинно человеческие свойства возникают только в обществе, труде, в процессе овладения индивидом исторически сложившимися формами человеческой деятельности. Именно поэтому являются надуманными всякого рода идеалистические теории, превращающие сознание в самостоятельную субстанцию, обладающую творческой силой и полностью оторванную как от субъекта, так и от внешнего мира.

Такие теории приводят многих буржуазных теоретиков, к пониманию общества как простой совокупности индивидов, которые якобы своими психическими свойствами определяют общественный строй с его классовыми конфликтами. Не случайно в капиталистических странах широкое хождение получила так называемая глубинная психология З. Фрейда, Мак-Дугалла и др.

Различаясь в деталях, эти взгляды рассматривают человека только как биологический индивид. Внеприродная субстанция, якобы заложенная в человека сверхприродным существом, определяет его поведение. У З. Фрейда эта субстанция принимает форму некоей темной энергии бессознательного «оно». Эта психическая энергия, имея своим источником раздражения половых органов, объявляется Фрейдом истинным побудителем человеческих поступков. Фрейдовский психоанализ направлен к тому, чтобы обнаружить эти природные, биологические влечения, непрерывно подавляемые (вытесняемые) сознанием. Вместо стремления к борьбе за улучшение социальных условий фрейдизм наукообразно обосновывает уход от исследования роли общественно-исторических условий в формировании психики

человека. Именно поэтому фрейдизм получил широкое распространение в капиталистических странах и даже признан католической церковью.

У Мак-Дугалла неосознанная переливающаяся энергия определяет цели человеческого поведения. Коренной порок этих взглядов в том, что они биологизируют все человеческие побуждения, влечения, потребности и т. п. Между тем на каждом шагу мы убеждаемся, что человеческое сознание — субъективный образ объективного мира, это не энергия и не вещество, не какие-то подсудные силы, определяющие поведение человека, а именно идеальная форма отражения объективных вещей, существующих независимо от сознания человека. Такое понимание сознания, психики прямо противоположно всякого рода разновидностям идеализма и различным вульгаризаторским и упрощенческим концепциям. Разъясняя взгляды материалистов на природу сознания, В. И. Ленин писал, что «не в том состоят эти взгляды, чтобы выводить ощущение из движения материи или сводить к движению материи, а в том, что ощущение признается одним из свойств движущейся материи»¹.

За последнее время в нашей литературе получила известное распространение точка зрения, согласно которой отношение между психическим и физиологическим такое же, как и между любыми другими низшими и высшими формами движения материи. Нам такое утверждение представляется ошибочным.

В отличие от любой формы движения материи, обладающей определенной самостоятельностью (субстанциональностью), психика, как об этом было сказано, не субстанциональна. Она возникает лишь с появлением особым образом организованной материи и невозможна без своего материального носителя — нервных физиологических процессов. Психическое не представляет собой самостоятельной формы движения материи, а является идеальным свойством физиологических процессов, отражением действительности, общественно-исторической практики.

Нервный физиологический процесс — это материальный процесс, происходящий в определенных структурах мозга. Этот процесс осуществляет постоянную непосредственную связь между внешней средой и организмом. Другими словами, психическое имеет опре-

деленные физиологические нервные механизмы, которые под влиянием внешней среды образуют функциональные системы, обладающие способностью, выработанной в процессе исторического развития, осуществлять образное психическое отражение внешнего мира. Психическое указывает на отношение отражения к нервным процессам, и главное, вызывающему их внешнему раздражителю. Будучи свойством нервных процессов, психическое как бы информирует организм о действующих раздражителях.

Физиологическое — это естественная основа возникновения психического отражения. Но, являясь функцией мозга, психика приобретает относительную самостоятельность, выступает в качестве регулятора поведения.

Марксистско-ленинская теория познания и советская психология считают, что психика не развивается в результате проявления врожденных способностей человека, она не возникает изнутри, а формируется в общении, в усвоении социальных, исторически сложившихся видов и форм деятельности. Отношение между мозгом и психикой нельзя себе представить так, будто материальные физиологические процессы мозга продуцируют психику как некую «бесплотную идею», которая занимает затем в мозгу определенное пространство. Отношение между психикой и физиологическими мозговыми процессами — вопрос о взаимодействии человека с социально-историческими условиями, которые приводят к возникновению человеческого сознания как определенного действительного свойства личности.

Такое понимание психики было предложено Л. С. Выготским. Правда, эта концепция имела ряд недостатков, например, он переоценивал роль знаковых систем (явлений языка, числовых знаков), в психической деятельности и др. Но при всех недостатках концепции Выготского, именно он теорией «культурно-исторического развития» первый в советской психологии попытался раскрыть общественно-историческую обусловленность психических функций человека.

Психические процессы, по Выготскому, образуют сложное структурное и функциональное единство, возникающее как результат взаимодействия субъекта и среды, где среда выступает не как условие, а как источник развития. В организме в целом существует самостоятельный пластический

¹ В. И. Ленин. Соч., т. 14, стр. 35.

психофизиологический процесс. Задача психологии состоит в том, чтобы проследивать рост объединяющей, интегрирующей деятельности организма, увеличение приспособительной деятельности организма в целом.

Структура высших психических функций не сохраняется в онтогенезе неизменной: на ранних этапах развития фундаментом для психических функций являются чувственные процессы, когда же психические функции оказываются уже сформированными, эта ведущая роль переходит к сложным системам, сформированным на основе речи.

Психологическая функция сначала является социальным отношением между людьми, а затем становится формой индивидуального приспособления как функция самой личности. Так, указательный жест ребенка вначале представляет собой просто неудавшееся хватательное движение, направленное на предмет. Под влиянием взрослых, вносящих первоначальный смысл в это движение, т. е. только после того как ребенок с помощью взрослых связывает движение со всей ситуацией, он сам начинает относиться к этому движению, как к указанию. Следовательно, жестом для ребенка это движение становится после его осмысливания другими. Эта функция создается сначала ситуацией, окружающими людьми, а затем только становится функцией ребенка¹.

Развивая эти положения, А. Н. Леонтьев особенно подчеркивает, что первоначальное отношение ребенка к миру совершается посредством общения со взрослыми. Не обладая жизненным опытом, ребенок на ранних ступенях развития реагирует непосредственно. Лишь постепенно мир раскрывается ребенку в общественном значении, на этой основе происходит овладение языком. В деятельности происходит усвоение общественно-исторического опыта.

Следовательно, только в предметной деятельности, связанной с речью, окружающие ребенка вещи, события постепенно осмысливаются, и в соответствии с этим он организует свое поведение. Это значит, что только в деятельности мозговые физиологические структуры обнаруживают себя как системы, осуществляющие отражение.

В основе работы мозга физиологически лежит деятельность условнорефлекторная. При этом, когда мы говорим о рефлексе, мы

имеем в виду физиологическую реакцию организма в ответ на раздражение, закономерности которой мы можем проследить при помощи физиологической методики. Образное психическое отражение не может быть познано только через законы физиологии, хотя они лежат в основе психической деятельности. Объясняется это тем, что физиология высшей нервной деятельности не изучает содержания психики, сознания человека. Это содержание не может быть раскрыто в отрыве от личности, ее практической деятельности, т. е. без всего того, что является общественным в человеке и что может быть раскрыто только общественными средствами.

Высшие психические функции необходимо рассматривать как продукт сложной социально-обусловленной деятельности человека. И. М. Сеченов считал, что «психический элемент» — не самостоятельное явление, а представляет собой интегральную часть рефлекса, т. е. нет полного совпадения рефлекторного процесса мозга и психики, которая является лишь центральной частью рефлекторного акта.

Особая структура мозговых процессов осуществляет их функцию. Однако деятельность мозга нельзя уподоблять отправлению каких-либо органов или тканей, ее следует рассматривать как сложную приспособительную деятельность всего организма, которая осуществляется целым комплексом взаимосвязанных актов. С развитием и усложнением мозга и его отделов усложняются и совершенствуются его функции. В процессе эволюции возникают все более сложные функциональные системы, которые имеют и сложную локализацию в коре головного мозга.

И. П. Павлов в свое время критиковал вульгарно-материалистические теории непосредственно соотносившие психические процессы с анатомическими структурами мозга, минуя физиологические механизмы, и находившие в мозгу особые центры письма, чтения, пребывания религиозного, личного и собственного «я». Он критиковал также эквипотенциальную теорию К. Лешли, считавшего психику не функцией мозга, а функцией недифференцированной нервной энергии и отрицавшего какую бы то ни было локализацию.

В противоположность этим теориям И. П. Павлов показал, что мозг обладает определенной структурой, но работает всегда

¹ См. Л. С. Выготский. Развитие высших психических функций. Изд-во АПН РСФСР, 1958, стр. 195—199.

как единое целое, части которого обладают способностью к высокой взаимозамещаемости, вырабатывающейся в процессе эволюции, приспособления организма к среде. И. П. Павлов говорил о подвижных динамических комплексах, деятельных нейродинамических процессах, подвижность которых достигается благодаря взаимосвязи между различными анализаторами и их концами, рассеянными по всей коре головного мозга.

Придавая главное значение коре полушарий головного мозга, великий физиолог считал, что психическое связано не только с корой, но должно быть понято как функция всего мозга в целом, как результат взаимодействия коры и подкорки. Построив при помощи метода условных рефлексов экспериментальную модель индивидуального поведения, И. П. Павлов дал целостное представление о деятельности мозга, показал, его чрезвычайную пластичность в осуществлении сложных психических функций.

Возможность объективного изучения целостной деятельности мозга при помощи метода условных рефлексов — величайшее приобретение науки о высшей нервной деятельности, благодаря этому павловское учение до сих пор оказывает решающее влияние на прогрессивных ученых всего мира. Не случайно поэтому на Международном коллоквиуме по электроэнцефалографии высшей нервной деятельности, созванном Академией наук СССР в конце 1958 г. была отмечена огромная жизненность идей И. П. Павлова. Электрофизиологическое исследование условных рефлексов позволило многим зарубежным ученым как бы заново открыть павловское учение и убедиться в том, что это не «догма», а действительно научное представление об основных закономерностях деятельности центральной нервной системы в целом¹.

Психический акт как сложный структурный и функциональный процесс высшей нервной деятельности требует для своего осуществления не только определенной структурной оформленности мозга, но и сложной его функциональной организации. Складывающиеся при жизни человека функциональные системы служат физиологической основой психики. И образ даже самый простой, чувственный — это не одномоментный акт, не нечто статическое, а сложный процесс,

непрерывно корректируемый, уточняемый в процессе познавательной и практической деятельности человека.

Еще И. М. Сеченов отмечал, что «самой существенной стороной в деятельности нервных регуляторов является согласование движений с чувствованием»¹. Мысль И. М. Сеченова о мозге «как самодействующем регуляторе», который имеет приспособление, координирующее деятельность рабочих органов, подтверждено современными данными физиологии высшей нервной деятельности и кибернетики об анализаторах как сложных афферентно-эфферентных системах. Этому точно установленному положению противоречит утверждение И. С. Бериташвили, что образ создается сразу же при первом восприятии². У И. С. Бериташвили образ выступает как нечто статическое, как фотографическая проекция внешних предметов в особом психонервном субстрате, причем он считает, что в отличие от закономерностей, присущих всей высшей нервной деятельности, существуют особые психонервные закономерности образной деятельности. Такое понимание соотношения психики и мозга противоречит павловскому принципу динамической локализации функций, подтвержденному современными данными клиники. Эти данные говорят о том, что любая психическая функция полностью не разрушается при поражении органических участков мозга, связанных между собой в единые функционально-динамические системы.

Материальной основой формирования психики являются не отдельные структурные образования в виде отдельных клеток (у И. С. Бериташвили звездчатые клетки III и IV слоя коры головного мозга), а физиологические механизмы, складывающиеся при жизни функциональные системы.

Функциональный принцип в деятельности коры головного мозга особенно ярко проявляется в условном рефлексе как сложной индивидуально приобретенной физиологической функциональной единице высшей нервной деятельности. У нас в литературе часто встречаются утверждения, что условный рефлекс — самая простая форма работы головного мозга. С этим нельзя, однако, согласиться. Даже нервную клетку, нейрон,

¹ И. М. Сеченов. Избранные произведения, т. 2, Изд-во АН СССР, 1958, стр. 666.

² См. И. С. Бериташвили. Структурные и функциональные основы психической деятельности, Изд-во АН СССР, 1963, стр. 55.

¹ См. Электроэнцефалографическое исследование высшей нервной деятельности. Изд-во АН СССР, 1962, стр. 5.

современная наука рассматривает не как простую элементарную деталь нервной системы, а как сложную исходную единицу нервной деятельности, обладающую различными функциями.

Тем более нельзя определять условный рефлекс как элементарный акт нервной деятельности, поскольку условный рефлекс включает в свою деятельность многие процессы, совершающиеся в разных частях организма, состоящих из самых разных типов нервных клеток, объединяет разные уровни деятельности нервной системы. Но в силу своей структурной оформленности условный рефлекс может быть выделен как функциональная единица высшей нервной деятельности, как индикатор функционального состояния мозга.

Получившая у нас широкое хождение формула, что условный рефлекс является физиологической основой ощущения, была так истолкована, что во многом способствовала тенденции рассматривать психическое и физиологическое как две стороны высшей нервной деятельности.

Между ощущением и условным рефлексом нет механической связи. В силу многообразия внешней среды, прошлого опыта организм приобретает чрезвычайную лабильность, которая позволяет ему лучше приспособиться к условиям существования, что привело в процессе эволюции к тому, что в организме нет «жесткой» связи между физиологическим и психическим. Так, одни и те же физиологические законы (возбуждение, торможение, иррадиация, концентрация и др.) в зависимости от состояния организма и условий, в которых он находится, могут привести к различным психическим явлениям, а различные физиологические законы могут вести к одним и тем же психическим явлениям. Например, в основе внимания может быть как генерализация возбуждения, так и торможение.

Все это указывает на то, что момент формирования условного рефлекса может не совпадать с моментом возникновения ощущения. Условно-рефлекторная деятельность — физиологическая основа психического — это главное, а не то, что между физиологическим субстратом и его свойством (психическим) существует механическая связь.

Возникающие под влиянием внешней среды сложные функциональные системы мозга принимают на себя роль интеграции процессов, входящих в состав этой функци-

ональной системы. Проиллюстрировать роль функциональной системы в интеграции поведения можно на примере лягушки с перерезанными чувствительными нервами задней конечности. Известно, что афферентные импульсы играют решающую роль на протяжении всего прыжка и поэтому естественно было бы ожидать нарушения прыжка при перерезке задних корешков конечности. Однако прыжок очень мало нарушается даже при перерезке всех задних корешков обеих конечностей. Таким образом, здесь обнаруживается зависимость местной рефлекторной реакции от более высокой интеграции всего поведенческого акта¹.

Приведенный пример показывает, что функциональные системы мозга обладают свойствами, которые не присущи отдельным элементам структуры. Этот тезис психологии и физиологии подтверждает кибернетика, для которой на первый план выступает понятие системы нервных клеток, приобретающих свойства, отсутствующие у отдельных элементов данной системы.

Поскольку современный уровень знаний не позволяет построить всеобъемлющую модель мозга, для познания его деятельности используются частные модели, основанные на знании какой-либо отдельной функции.

Функциональный подход не исчерпывает всех аспектов соотношения машины и человека, но как один из моментов подобия может быть использован для анализа аналогий между ними. Моментом подобия здесь является принцип передачи и закрепления информации, так как в кибернетических устройствах решающая роль принадлежит информационным процессам.

Функциональный подход к изучению мозга, нервных его структур со стороны разных наук дает возможность преодолеть существующий разрыв между психологией, физиологией высшей нервной деятельности и кибернетикой. Создается возможность истолковать некоторые факты психологии и физиологии с позиций кибернетики. В качестве примера такого функционального подхода может быть взята деятельность второй сигнальной системы. Ведь ее главный принцип — на основе слова отвлеченно, обобщенно отражать действительность и с помощью слов передавать информацию.

¹ См. П. К. Анохин. Предисловие к русскому изданию книги Р. Эшби «Конструкция мозга», ИЛ, 1962, стр. 12.

Высшие психические функции базируются как на внешней, так и на внутренней речи, т. е. психические функции опосредствованы по своему строению речью. Речь, закрепляя приобретенную информацию, создает новый принцип в деятельности мозговых процессов (вторую сигнальную систему), который формирует психические процессы.

Слова обладают определенными параметрами, используя которые в качестве кода можно передать машине информацию, носящую еще пока не многоплановый характер. Все эти вопросы требуют своей дальнейшей разработки.

Итак, проблема соотношения психического и физиологического требует для свое-

го решения совместных усилий философов, психологов, физиологов, кибернетиков и специалистов других областей знания. Но ни одна конкретная наука при решении этой проблемы не может обойти фундаментального положения марксистской философии об общественной природе психики, материальной основой которой являются нервные физиологические процессы. Рассматривая человека как конкретную личность, диалектический материализм ведет борьбу против идеализма и механицизма, раскрывает закономерности формирования человеческого сознания как продукта общественно-исторической практики.

УДК 100.3

**Заметки,
Наблюдения**

«КАРАВАЙ» МЕРГЕЛЕЙ

Посмотрите на фотографию. Такие шаровые отдельности встречаются в пропластках мергелей среди глин верхнетортонского возраста (миоцен) на одном из месторождений строительного камня на р. Днестр. Как же могла возникнуть такая пра-

вильная круглая форма отдельности? Она связана со своеобразными условиями отложений мергелистых пропластков на дне морского бассейна и с последующими изменениями, в частности, вероятно уплотнением. Такое предположение подтверждается тем,

что в местах незначительной мощности (около 5 см) один из мергелистых прослоев состоит из отдельных, не связанных друг с другом линз («караваев»), неправильной, реже правильной формы. Возможно, что на образование шаровой отдельности влияло прогибание мергелистых пропластков над карстовыми воронками в известняках, так как над ними в этих прослоях происходит образование трещин, мергели разламываются, крошатся на обломки. Карстовые процессы в известняках протекали здесь и после отложения верхнетортонских глин, продолжают они и сейчас.

М. Г. Перцович

Институт геологии горючих ископаемых АН Украинской ССР (Львов)



Круглый «каравай» мергеля. Для масштаба поставлен карандаш

Проблемы МИКРОМИРА

В августе 1964 г. в Дубне состоялась XII Международная конференция по физике высоких энергий. В конференции приняло участие около 100 советских и 280 зарубежных ученых из 31 страны. На секционных и пленарных заседаниях было прочитано несколько сот докладов, охвативших все важнейшие проблемы физики частиц высоких энергий. Конференция прошла в обстановке делового международного сотрудничества и подвела итог двухлетней работы ученых многих стран в области современной физики микромира.

УСПЕХИ ФИЗИКИ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ

В. С. Барашенков

*Доктор физико-математических наук
Объединенный институт ядерных исследований (Дубна)*

Исследование свойств элементарных частиц, их взаимодействий, разыгрывающихся в ультрамалых областях пространства-времени (10^{-13} см и 10^{-23} сек.) — один из наиболее многообещающих и быстро развивающихся разделов современной физики. Не проходит буквально ни одного года без того, чтобы в этой интересной области не было сделано нового открытия, существенным образом изменяющего наши взгляды и представления о строении вещества.

Вот краткий перечень только некоторых основных открытий, сделанных здесь за последние 10 лет.

Обнаружена целая серия элементарных частиц с настолько удивительными свойствами, что им было присвоено название «странных частиц».

Едва физики успели привыкнуть к «странным частицам», как был обнаружен большой класс совершенно новых элементарных частиц, так называемых «резонансов» — частиц с чрезвычайно коротким временем жизни, образующихся при «слипании» двух или нескольких «обычных» или «странных частиц». В настоящее время насчитывается

уже свыше четырех десятков известных резонансов и число их продолжает быстро расти.

Из опытов с космическими лучами сверхвысоких энергий ($>100-1000$ Гэв) упорно поступают указания о возможном существовании совершенно уже фантастических объектов — так называемых «огненных шаров» или «огненных сгустков».

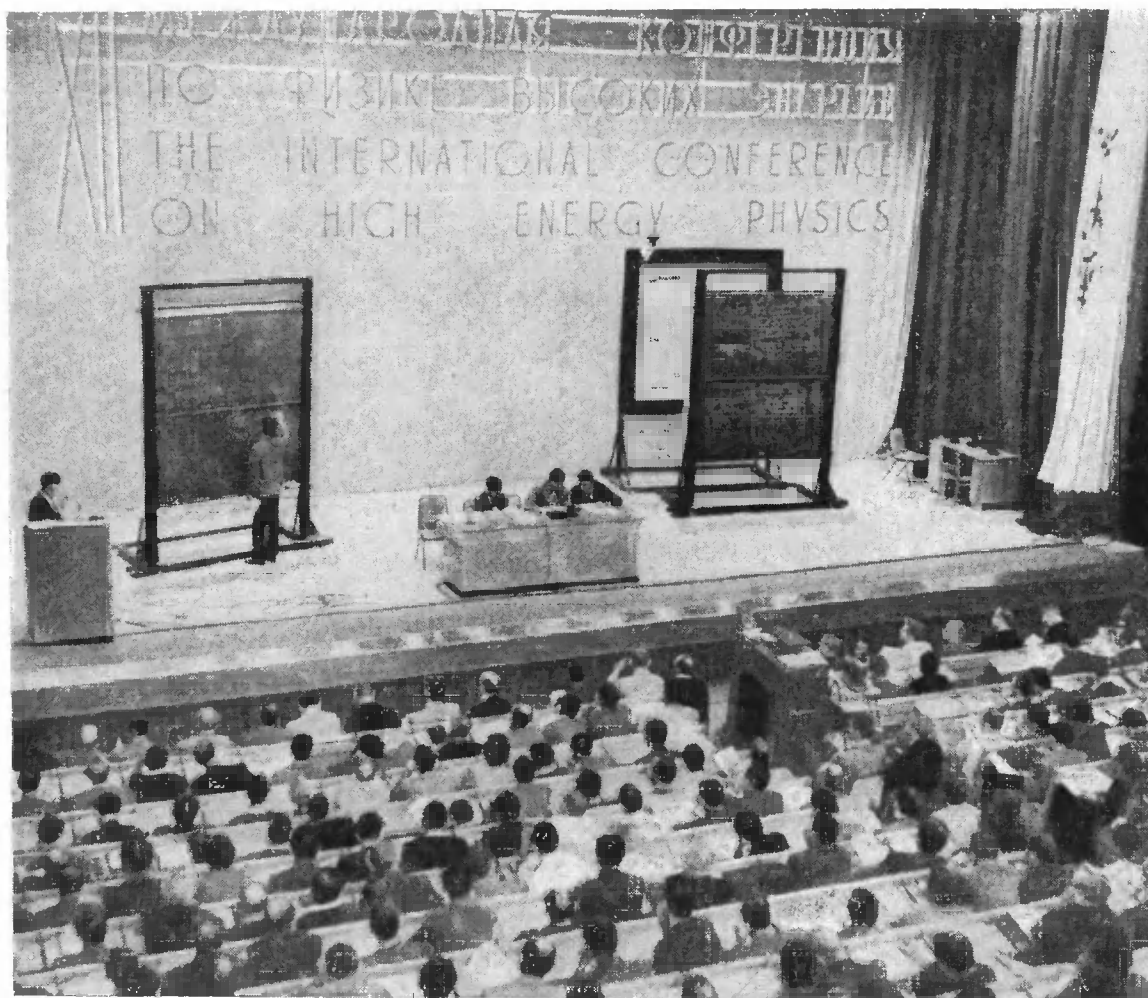
Сюрпризом природы явилось обнаружение двух различных типов нейтрино.

Установлено, что элементарные частицы, несмотря на их «элементарность», имеют сложную внутреннюю структуру, которая может деформироваться под действием внешних полей.

Совершенно фундаментальным по своему значению явилось доказательство несохранения пространственной четности в слабых взаимодействиях.

Накопление экспериментальной информации сопровождалось мощными вспышками глубоких теоретических разработок в теории элементарных частиц. Здесь следует особенно отметить большой успех и еще большие надежды, которые физики связывают сейчас с результатами, полученными в области симметрии сильных взаимодействий и классификации элементарных частиц.

Фото к подборке — Ю. Туманова



Одно из заседаний конференции

Темп экспериментальных и теоретических разработок в настоящее время настолько высок, что исследования различных авторов, как правило, перекрываются и дублируются. Отсюда возникает острая необходимость быстрого обмена информацией, в частности личных встреч и обсуждений. Именно этим и объясняется то, что физики в последние годы стали так часто собираться на различные конференции, совещания и коллоквиумы.

В центре внимания конференции в Дубне, в которой приняли участие около 100 советских и 280 зарубежных физиков из 31 страны, были прежде всего вопросы, связанные с экспериментальным и теоретическим исследованием систематики элементарных частиц. Неожиданные и блестящие успехи, к которым привел учет в теории свойства унитар-

ной симметрии (открытие Ω^- -гиперона, объяснение разностей масс частиц), показали, что это очень плодотворный и перспективный путь. Подкупает также относительная простота и элегантность математического аппарата унитарной симметрии. По мнению многих участников конференции, это направление в ближайшее время будет наиболее быстро развивающимся и результативным. В частности, несомненно будут сделаны большие усилия по экспериментальному обнаружению предсказываемых теорий частиц с дробным электрическим зарядом ($\pm 1/3$ и $\pm 2/3$ заряда электрона), так называемых «кварков»¹. Попытки обнаружения таких

¹ См. «Природа», 1964, № 10, стр. 63—77; № 11, стр. 53—64.

объектов, о чем докладывали на конференции физики из ЦЕРНа, пока не привели к успеху; сейчас можно лишь утверждать, что сечение образования кварков при столкновении нуклонов с энергией $E \leq 27 \text{ Гэв}$ не превосходит 10^{-35} см^2 , если масса кварка $M \leq 2,5 \text{ Гэв}$, и меньше чем 10^{-32} см^2 , если $M \leq 4 \text{ Гэв}$.

На конференции были отмечены также некоторые трудности, с которыми встречается сейчас теория унитарной симметрии. Так, например, остается пока неясным, почему в природе существуют два различных векторных резонанса ω и ϕ с одинаковыми квантовыми числами и очень близкими значениями массы. Возможно, что это указывает на существование какой-то еще более высокой степени симметрии.

Важнейшей проблемой в настоящее время является выяснение динамических законов, которые обуславливают существование унитарной симметрии. В этой связи интерес вызвала работа Ю. Швингера (США), предложившего модель, которая иллюстрирует одну из возможных причин расщепления масс частиц в унитарных мультиплетах.

Большое внимание на конференции было уделено обсуждению упругого рассеяния частиц на очень малые углы $\theta \simeq 0$. Высокая экспериментальная точность, достигнутая в ряде лабораторий, в том числе и физиками Дубны, позволяет непосредственно сравнить результаты измерений с дисперсионными расчетами (в частном случае рассеяния на угол $\theta = 0$ эти расчеты удается довести до конца) и получить заключение о справедливости общих принципов, заложенных в основу дисперсионных соотношений, и в первую очередь — заключение о справедливости принципа причинности в микроскопических областях пространства-времени. Как было установлено на конференции, в пределах ошибок измерений никаких заметных отклонений от известной нам формулировки принципа причинности не обнаружено. Этот результат справедлив вплоть до расстояний $\Delta r \simeq 6 \cdot 10^{-16} \text{ см}$.

В тесной связи с этими вопросами находится изучение асимптотических свойств взаимодействий, которые должны реализовываться при энергиях $E \gg 10 \text{ Гэв}$. Первые результаты в этом направлении были получены И. Я. Померанчуком, который, основываясь на дисперсионных соотношениях (т. е. в конечном счете, на свойствах причинности), показал, что если сечения взаимодей-

ствия частицы и соответствующей ей античастицы (например, сечение взаимодействия протон + протон σ и сечение взаимодействия протон + антипротон $\bar{\sigma}$) стремятся с ростом энергии E к постоянным значениям, на что указывают известные нам экспериментальные данные, то при достаточно больших энергиях эти сечения должны стать равными: $\sigma = \bar{\sigma}$. В представленных на конференции результатах очень точных измерений, выполненных группой американских физиков (Т.Ф. Кысия, И.Д. Филипс и др.), действительно вполне отчетливо наблюдается тенденция к сближению сечений σ и $\bar{\sigma}$, хотя даже при $E = 20 \div 30 \text{ Гэв}$ между этими сечениями еще заметно различие. В недавних работах группы А. А. Логунова с помощью новой изящной методики, по-прежнему, однако, основанной на свойствах причинности, аналогичные асимптотические соотношения получены для широкого класса дифференциальных сечений. Эти соотношения, по-видимому, явятся основой для многих экспериментов на строящемся в Серпухове ускорителе на 70 Гэв и позволят исследовать свойства причинности в еще меньших пространственных областях.

Всеобщий интерес вызвало обсуждение экспериментов с нейтрино. Вследствие чрезвычайной малости сечений взаимодействия нейтрино эти опыты, как известно, связаны с огромными трудностями. Однако уже накопленная экспериментальная информация позволяет сделать некоторые важные заключения; в частности, уже сейчас можно утверждать, что интенсивно обсуждавшийся теоретиками промежуточный бозон W , который был призван играть важную роль в слабых взаимодействиях, если и существует, то является очень тяжелой частицей с массой $M > 1,6 \text{ Гэв}$.

Обстоятельная сводка экспериментальных данных по электромагнитной структуре протона и нейтрона была представлена в обзорном докладе И. Рамзея (США). Эта интересная область по-прежнему продолжает предлагать нам загадки и парадоксы. Так, измерениями нескольких групп физиков установлено, что форм-фактор, описывающий распределение электрического заряда в нейтроне, в области небольших значений передаваемого импульса q практически остается постоянным и не отличается от нуля; в то же время из других опытов известно, что производная этого форм-фактора при



Перед началом заседания, посвященного успехам физики нейтрино. Слева направо: Проф. Бернардини (Италия) и советские ученые И. Колпаков, акад. Б. М. Понтекорво, Д. Б. Понтекорво, Л. А. Микаэлян, И. В. Евсеев

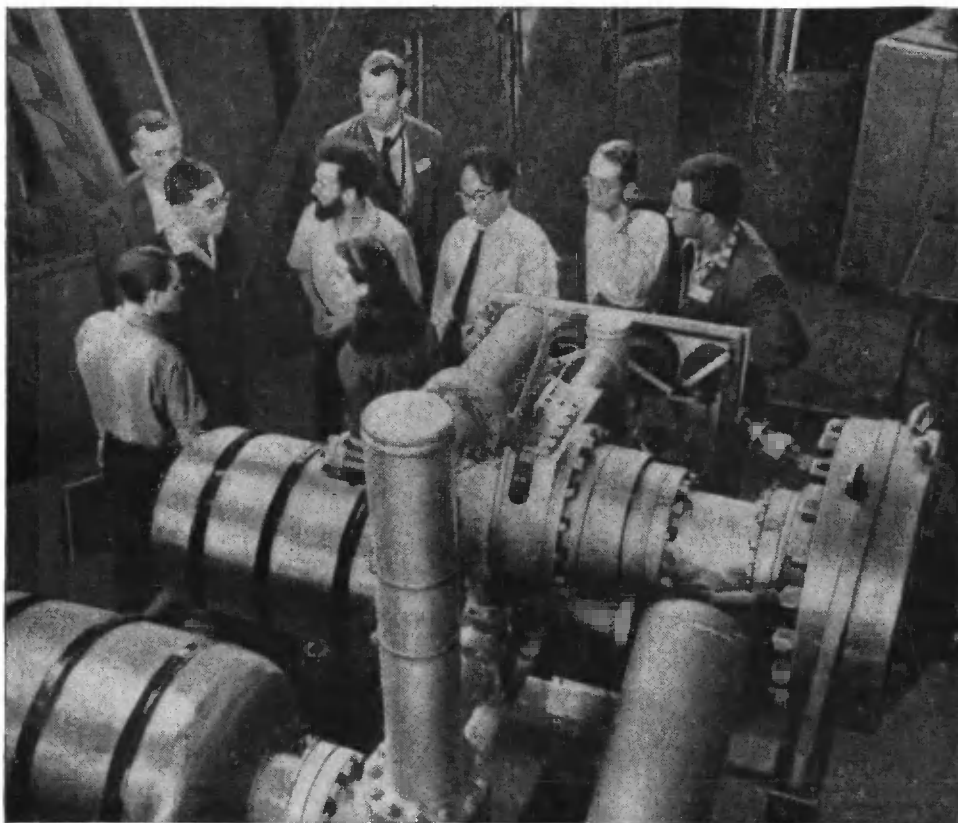
$q = 0$ очень велика. Точность обеих групп опытов заведомо исключает возможность экспериментальной ошибки. По-видимому, этот парадокс можно было бы объяснить, если сделать определенные предположения о степени деформируемости нейтрона под действием электрического поля. На эту возможность указал работающий в Дубне физик из ГДР Г. Ю. Кайзер.

Сравнение теоретических расчетов с опытами по рассеянию быстрых электронов показывает, что известные нам законы квантовой электродинамики справедливы во всяком случае вплоть до расстояний $\Delta r \approx 7 \cdot 10^{-16}$ см.

Как и на предыдущих конференциях по физике высоких энергий, специальное заседание было отведено обсуждению «Новых идей». В этой секции доложено несколько интересных работ по нелокальным теориям (Д. А. Киржниц, Г. В. Ватагин), квантованию пространства и времени (Ю. А. Голь-

фанд, В. Г. Кадышевский и И. Е. Тамм), новому методу расчетов в квантовой электродинамике (И. Джонсон), обсуждался один из вариантов теории с нарушением общепринятой формулировки причинности (Д. И. Блохинцев). Однако каких-либо фундаментально новых идей выдвинуто не было.

Настоящей сенсацией явилась работа группы физиков из Брукхэвенской лаборатории (США), доложивших об обнаруженном ими случае распада K_2^0 -мезона на пару π -мезонов. Так как волновая функция K_2^0 -мезона нечетна относительно преобразования комбинированной четности (т. е. относительно одновременного изменения знака всех пространственных координат и замены частиц на античастицы), а волновая функция системы двух π -мезонов — четная, то обнаружение такого типа распада указывает на нарушение комбинированной четности в слабых взаимодействиях — результат не менее потря-



Зарубежные ученые осматривают оборудование водородной пузырьковой камеры. Пояснения даст научный сотрудник лаборатории высоких энергий М. Д. Шафранов (в центре)

сающий, чем установленное несколько лет тому назад нарушение пространственной четности в слабых взаимодействиях. Конечно, такая интерпретация обнаруженного явления требует еще подтверждения, так как, вообще говоря, возможен альтернативный (но столь же поразительный!) вывод о том, что волновая функция K_2^0 -мезона является четной относительно преобразования комбинированной четности. Несмотря на то, что наблюдавшийся эффект очень мал и составляет всего лишь две тысячных от полной вероятности всех возможных типов распада K_2^0 -мезона, подробное обсуждение экспериментальной стороны работы показало, что этот эффект нельзя объяснить какими-либо методическими погрешностями. Несомненно, что в ближайшее время появится огромное число экспериментальных и теоретических работ, посвященных дальнейшему исследованию этого вопроса.

Выше перечислены лишь некоторые основные проблемы, привлечение внимания участников конференции; кроме этого обсуждался целый ряд других больших и мелких вопросов. В частности, отдельное секционное заседание и специальный репортерский доклад были посвящены проблеме полюсов Рэджа и комплексных угловых моментов. На предыдущей конференции два года тому назад эта проблема была центральной. Однако последующие исследования показали, что в области доступных нам сейчас ускорительных энергий $E \leq 30 \text{ ГэВ}$ эксперимент не согласуется с теорией; более того, появились серьезные теоретические соображения, связанные с существованием разрывов на

комплексной плоскости угловых моментов, учет которых чрезвычайно усложняет теорию.

Несколько заседаний было посвящено обсуждению сильных взаимодействий при сравнительно небольших энергиях, не превышающих несколько сотен МэВ , взаимодействию странных частиц, различным аспектам теории слабых взаимодействий.

Два последних дня конференции были отведены обсуждению новой методики и техники эксперимента. Во всех основных лабораториях в настоящее время уделяется большое внимание ускорению и автоматизации той части экспериментальной работы, которая связана с просмотром, отбором и обработкой огромного количества информации, поступающей с камер и фотоэмульсионных стопок. Для количественного анализа экспериментальной информации широко используются быстродействующие электронные счетные машины с большим объемом памяти и

с производительностью в десятки и сотни тысяч операций в секунду. Так как экспериментальные исследования требуют сейчас высокой точности измерений (в настоящее время на повестке дня стоит вопрос о процентной точности измерений) и поиска редких событий в мире элементарных частиц, то усовершенствование методов просмотра, отбора и обработки экспериментальных данных стало первостепенной задачей, которая в ближайшие годы будет в значительной степени определять успехи лабораторий.

Наряду с этим большое значение имеет постройка многометровых пузырьковых камер, которые позволили бы в каждом отдельном случае проследить генетику многих по-

следовательных взаимодействий. Большой интерес вызвали проекты гигантских пузырьковых водородных камер с объемом до 25 м^3 , представленные советскими и американскими учеными. Каждая из таких камер вместе с вспомогательным оборудованием представляет собой целый завод.

Следует особо отметить дух научного сотрудничества и доброжелательности, столь характерный для прошедшей конференции. Как правило, обсуждения и дискуссии выходили далеко за рамки запланированных секционных и пленарных заседаний; значительная часть вопросов обсуждалась на специальных семинарах, которые часто заканчивали свою работу далеко за полночь.

НА ПОРОГЕ ГЛУБОЧАЙШЕЙ НАУЧНОЙ РЕВОЛЮЦИИ

Член-корреспондент АН СССР Д.И. Блохинцев

Объединенный институт ядерных исследований (Дубна)

На эту конференцию было представлено несколько сот докладов. Их удалось уплотнить примерно в три раза. Мне предстояло бы сжать их еще в несколько десятков раз. При такой степени сжатия материал перешел бы в состояние, которое еще мало изучено в физике. Поэтому более естественно избрать иной путь и остановиться лишь на тех фактах и идеях, которые могут быть особенно существенны для дальнейшего развития физики высоких энергий. Конечно, при таком выборе трудно избежать личной окраски и невольно вспоминаешь, что пророков и предсказателей побивают камнями. Тем не менее такова, по традиции, функция председателя конференции и каков бы ни был риск, я должен ее выполнить.

Мы все отчетливо понимаем, что за немногие годы развития исследований по физике высоких энергий, перед нами предстала картина совершенно нового мира — мира элементарных частиц. Вооруженные принципами, которые, может быть, устарели, или во всяком случае не обладают достаточной силой, мы с трудом пробуемся к истине через

нагромождение огромного количества фактов. Эти факты подчас образуют красивые и заманчивые сочетания, которые могут служить основой для теоретических построений. Однако большинство из них оказываются эфемерными. Поэтому многие физики не без оснований думают, что ключ к пониманию закономерностей микромира будет найден лишь в результате революционных изменений в самых основных принципах современной теории. Быть может, именно этим направлением мыслей был вызван значительный интерес к секции «Новых идей», которую правильнее было бы назвать секцией «Еретических идей». На этой секции были доложены маячащие перед фантазией теоретиков предположения о квантовании пространства-времени, о возможности изменений причинности в малых масштабах или особой роли нелинейности сильных полей вблизи частиц. Успех и обоснованность этих концепций очень невелики, и я еще раз хотел бы подчеркнуть, что интерес к ним, по моему мнению, был следствием не столько успехов в этих направлениях, сколько тем, что старые принципы, по-видимому, многим основательно наскучили. Однако эти старые

Заключительная речь на конференции



На заседании теоретической секции

принципы, быть может, и слабосильны, но стойки: пока нет никаких прямых указаний из эксперимента на их несостоятельность.

В этой связи мне будет удобно перейти к тем результатам, которые были доложены и обсуждены на этой конференции в области сильных взаимодействий элементарных частиц. Существенно новым является измерение рассеяния нуклонов и π -мезонов на малые углы и доказательство существования действительной части амплитуды рассеяния при высоких энергиях.

Вместе с весьма прецизионными измерениями полных эффективных сечений рассеяния, эти данные позволили приступить к проверке дисперсионных соотношений в области высоких энергий.

В настоящее время показано, что отношение ReA/ImA для $\pi+N$ рассеяния при 10 Гэв равно $0,20 \pm 0,13$. Этого еще недостаточно для суждения о выполнении принципа причинности в микромире, или о его нарушении: ворота ошибок еще велики, но существенно отметить, что эти измерения становятся реальностью и было бы очень важно их продолжить и усовершенствовать.

На эту конференцию был представлен обширный набор новых асимптотических соотношений не только для полных сечений, но и для дифференциальных. Этот набор открывает широкие возможности для экспериментальной проверки асимптотических соотношений. Эта проверка будет также иметь принципиальное значение, так как эти соотношения основаны опять-таки на предположении о том, что причинность в микромире имеет ту же форму что и в макромире.

Продемонстрированные здесь кривые зависимости полных сечений от энергии вплоть до энергии в 30 Гэв показывают, что эти кривые не очень торопятся слиться. Кажется, что это особенно заметно в случае рассеяния K -мезонов на нуклонах, где кривые остаются параллельными во всем исследованном интервале. Это, конечно, может повлечь серьезные подозрения о применимости причинной теории, но все же сейчас было бы еще преждевременно считать, что асимптотика измеренных сечений противоречит предсказаниям причинной теории и необходим дальнейшие экспериментальные ис-

следования для выяснения этого принципиального вопроса.

Ряд работ был посвящен измерениям рассеяния $\pi + N$ и $N + N$, включая большие углы рассеяния. Интерпретация этих результатов, видимо, не может быть сейчас сделана без применения модельных представлений, например оптической модели, в обосновании которой сейчас имеется определенный прогресс. Для толкования неупругих процессов использование картины одночастичного обмена, основанного на элементарном делении столкновений на периферические и центральные, оказалось более стойким против испытания временем, чем это можно было думать. Наблюдается некоторый успех и в развитии статистического метода. Особенно интересно отметить, что представление о фэйр-боллах (огненных шарах)¹ по-видимому, получает различные подтверждения из анализа данных о неупругих столкновениях при крайне высоких энергиях.

На прошлой конференции многие видели зарю новой теории в методе комплексных моментов. Эти надежды себя не оправдали. Однако сам по себе метод полюсов Редже, наравне с другими модельными приемами, прочно вошел в обиход теоретиков и весьма полезен в тех случаях, когда процесс может быть описан одним полюсом.

Доложенные на этой конференции исследования показывают, что комплексная плоскость оказывается настолько пересеченной разрезами, что по ней становится опасно ходить.

Два года тому назад стало ясно, что мир микрочастиц пополнился новыми объектами — резонансами. Сейчас известно большее семейство этих эфемерных частиц, одно перечисление которого представляло уже серьезное затруднение для раппортеров. На секциях и семинарах было немало суждений о том, какие из «открытых» резонансов следует считать твердо установленными, какие подлежат еще проверке. По-видимому, экспериментаторам следует установить между собой джентельменское соглашение относительно правил зачисления статистических выбросов в почтенную категорию резонансов. В коротком резюме было бы невозможно описать всю ситуацию. Были открыты некоторые новые резонансы, распадающиеся на пионы и резонаны ($\pi + \rho$, $\pi + \pi + \eta$, $\pi + \omega$, $\Lambda + \eta$ и др.). Некоторые резонансы были «закрыты», на-

пример так называемый *ABC*-резонанс. Мне кажется, что я не ошибусь, если отмечу, что наиболее интересным событием является подтверждение существования каскадных распадов резонансов на примере $N_{\frac{1}{2}}^* \rightarrow N_{\frac{1}{2}}^* + \pi$, $N_{\frac{1}{2}}^* \rightarrow N + \pi$, а также обнаружение ряда резонансов, распадающихся сложным образом на много частиц ($K + 3\pi$, $K + 4\pi$, $\eta + 2\pi$ и др.).

Однако самым большим событием в этом круге проблем является установление порядка в многообразии элементарных частиц и резонансов, которое в последнее время казалось граничащим с хаосом. Я имею в виду открытие значения группы симметрии $SU(3)$ ¹ для систематики частиц и резонансов. Введение этой группы, опирающейся на расширение понятия изотопического спина и гиперзаряда, позволило не только систематизировать частицы в мультиплеты, но и установить замечательные по красоте и неожиданные по точности формулы для масс внутри мультиплетов.

Это расщепление масс частиц, по-видимому, можно толковать весьма аналогично расщеплению уровней в атоме водорода, вызванному нулевыми колебаниями электромагнитного поля. Однако я убежден, что значение этого открытия существенно превзойдет то, которое имело открытие лэмбовского сдвига для теории поля.

Не случайно сейчас много теоретиков скапливается около этого открытия. Проф. А. Салам показал их вам на интересном диапозитиве. Я хочу показать вам более раннюю стадию этого открытия: раскопанная два года тому назад реджистика оказалась не очень глубокой. Из песка выглядывает октет $SU(3)$. Я убежден, что здесь надо копать глубже.

Позвольте теперь остановиться на электромагнитных явлениях. Здесь, кажется, не произошло очень ярких событий. Изучение упругого рассеяния $\mu + p \rightarrow \mu + p$ и фоторождения $\gamma + p \rightarrow p + \mu + \bar{\mu}$ показало, что электродинамика остается в силе до расстояний порядка 10^{-14} см и что μ -мезон упорно не намерен раскрывать секрет своей большой массы: рассеяние μ -мезона происходит в точности так же, как и электрона!

Следует отметить интересный опыт по измерению сечения процесса $p + \bar{p} \rightarrow \mu + \bar{\mu}$, результаты которого указывают на

¹ См. «Природа», 1962, № 6, стр. 3—13.

¹ См. «Природа», 1964, № 10, стр. 63—77 и № 11, стр. 53—64.

существование формфактора для временно-подобных передач импульса q^2 .

Насколько я мог судить, установилось большее согласие в измерении формфакторов нуклонов между различными лабораториями. Подтвержден тот вывод, что $G_{en} = 0$, $G_{mn} = G_{mp} + G_{ep}$ и что при больших передачах импульса q^2 формфактор убывает как $\frac{1}{q^2}$. Это указывает на то, что электрический заряд нуклонов сосредоточен в основном в мезонном облаке.

В заключение этого отдела я хотел бы обратить внимание на измерение магнитного момента Λ -гиперона, который оказался равным $0,65 \pm 0,35$ магнетонов Бора.

Я перехожу теперь к работам по слабым взаимодействиям. Изучение слабых взаимодействий постоянно приносит волнующие результаты. На этот раз особое внимание участников конференции привлекала работа, в которой был обнаружен распад K_2^0 -мезона на два π -мезона. Насколько я могу судить, сам опыт не вызывает сомнений и если его интерпретации подтвердятся, то возникнет серьезнейшая теоретическая проблема. Наиболее прямое понимание этого опыта означало бы признание несохранения комбинированной четности и, стало быть, необратимости элементарных явлений. Последствия такого хода дел могли бы оказаться очень далеко идущими. В этой же связи, быть может, будет уместным отметить опыты по захвату μ -мезонов в ядрах, которые указывают на такую степень асимметрии испускания нейтронов, которая внушает тревогу относительно правильности общепринятой теории слабых взаимодействий.

К числу интересных и важных фактов, доложенных на этой конференции, следует отнести доказательство существования потенциала ядерного взаимодействия, не сохраняющего четность. Таким образом, слабые взаимодействия обнаруживаются во взаимодействии нуклонов.

Весьма продвинулось и количественное изучение слабых взаимодействий. Впервые на эту конференцию представлены весьма полные количественные данные по отдельным способам распада K_2^0 -мезона ($K_2^0 \rightarrow 3\pi^0$, $\pi^+\pi^-\pi^0$ и др.) и измерено время жизни этого мезона ($K_2^0 = 5,00 \pm 0,45 \cdot 10^{-8}$ сек.). Существенно уточнены варианты взаимодействий в лептонных трехчастичных распадах (вариант взаимодействия оказывается вектор-

ным). Весьма важным фактом с точки зрения симметрии является то обстоятельство, что распады $K_{\mu 3}$, $K_{e 3}$ и π^- могут быть описаны одной общей формулой. Изучение распадов Λ - и Σ^- -гиперонов на $N + e + \nu$ и на $N + \mu + \nu$ показало, что μ -мезон и электрон ведут себя совершенно симметрично.

На прошлой конференции высказывались сомнения относительно правила $\Delta Q / \Delta S = 1$. Сейчас, кажется, уже нет оснований для этих сомнений.

Продолжение исследований с нейтринными пучками дало дальнейшие и основательные подтверждения существования двух типов нейтрино (ν_e и ν_μ). Наконец, необходимо отметить, что поиски промежуточного W -бозона, на которые были потрачены большие усилия, привели к выводу, что такого бозона в области масс $< 1,6$ Гэв не существует.

Поэтому перед теми, кто будет настаивать на дальнейшем продолжении этих поисков, встанет уже не столько научная проблема, сколько проблема дипломатической физики: убедить атомную комиссию своей страны в необходимости строительства более мощных ускорителей, нежели существующие. Однако, я думаю, что мы все убеждены в том, что их нужно строить и не только ради поиска W -бозона.

Я убежден также и в том, что мы стоим на пороге глубочайшей научной революции, которая, как это всегда случалось и ранее, повлечет за собой новую эпоху в технике и в жизни человечества.

Более того, результаты этой конференции, как мне кажется, подчеркивают, что мы уже не так далеки от нашей общей цели — открытия новых принципов теории, управляющей миром элементарных частиц. Однако скептики могут заметить: «Да, вы, вероятно, правы и мы совсем близки к цели, если только мы едем в правильном направлении...».

Я подошел к концу своего обзора и вполне понимаю, что он далек от совершенства. Следуя намечающейся традиции, я не упоминал ни имен, ни лабораторий, ни даже стран, в которых были выполнены те или иные исследования. Пусть сознание того высокого духа коллективизма, который начинает развиваться в современной науке, заменит мелкое тщеславие. Кстати, это будет подкреплять надежду человечества на возможность лучшего будущего.

¹ ΔQ — изменение электрического заряда, а ΔS — изменение странности сильно взаимодействующих частиц в процессе распада.



¹ Беседа в перерыве. Слева направо: Т. Брайт (США), доктор физико-математических наук Ю. М. Казаринов и доктор физико-математических наук А. А. Тяпкин

ГОВОРЯТ ЭКСПЕРИМЕНТАТОРЫ И ТЕОРЕТИКИ

Редакция «Природы» обратилась к ряду участников конференции с просьбой ответить на следующие вопросы. Что наиболее существенно в последних успехах физики высоких энергий? Для чего необходимо строить ускорители на еще большие энергии? Какие направления в экспериментальной и теоретической физике высоких энергий Вы считаете наиболее обещающими?

В ЦЕНТРЕ ВНИМАНИЯ— СЛАБЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

Академик А. И. Алиханов (СССР)

Наиболее существенными в этой ведущей области физики я считаю:

Во-первых, эксперимент Кронина и Фитча, открывших распад K^0 -мезона на два π -мезона. Такой распад по современным представлениям строго запрещен. Однако эти ученые нашли, что таких распадов происходит 1—2 на 1000 законных видов.

Во-вторых, исследования свойств нейтрино, проведенные в Женеве (в ЦЕРНе) большим коллективом во главе с проф. Дж. Бернардини.

Наконец, работа, выполненная в Институте экспериментальной и теоретической физики Ю. Г. Абовым, П. А. Крупчицким и Ю. Д. Оратовским, в которой удалось показать на фоне сильных ядерных взаимодействий существование слабых взаимодействий и этим открыть новый класс явлений в возможных, согласно универсальной теории, слабых взаимодействиях.

Все эти исследования отно-

сятся к тем силам, которые приводят ко всякого рода медленным распадам ядер или частиц — к слабым взаимодействиям. В сильных же взаимодействиях нет таких волнующих новостей, но есть огромный новый материал, относящийся к взаимодействиям частиц друг с другом и к «новым» частицам, которые иначе именуются сейчас резонансами.

Ускорители на большие энергии необходимо строить, потому что ряд важнейших вопросов в сильных и слабых взаимодействиях не может быть решен на существующих машинах. Это особенно стало ясным и конкретным на нынешней конференции.

Самым интересным мне представляются исследования слабых взаимодействий, и в частности исследование свойств нейтрино, поиски резонансов (новых частиц) и систематизация их в стройную систему, исследование упругих процессов при больших энергиях.

энергетических состояний — так называемых резонансов, вероятно, сегодня последнее наиболее важное достижение в этой области. Мы не знаем еще, как этот новый мир связан с миром, который влияет на нашу жизнь, но трудно себе представить, чтобы природа поместила эти новые состояния материи в наше окружение без глубокой связи с остальной ее системой. Установить эти связи и найти свойства симметрии таких элементарных систем — самая важная задача физики элементарных частиц.

Существует общепризнанный закон природы, называемый «принципом неопределенностей». Из этого закона следует, что для зондирования материи во все меньших и меньших масштабах нам нужны частицы со все возрастающей энергией. Такие частицы могут быть получены на ускорителях все более и более высокой энергии. Очень небольшое число таких частиц встречается в космическом излучении, но, как опыт ясно показал, их число и возможности контроля над ними таковы, что они не могут быть использованы для наиболее важных и точных экспериментов.

Есть много специфических причин для получения высоких энергий. Во-первых, обнаружен ряд своеобразных закономерностей в энергетических состояниях протона и нейтрона и в массах недавно открытых частиц. Эти закономерности указывают физики, что, вероятно, существуют частицы с еще большими массами, которые могут создаваться только при помощи машин более высокой энергии.

Во-вторых, некоторые из новых законов природы, которые теперь слишком сложны, чтобы быть полностью понятыми, должны, как ожидают, стать проще при более высоких энергиях; следовательно, необходимо строить машины на более высокие энергии, чтобы сделать выбор

НАС ЖДУТ ЕЩЕ МНОГИЕ ОТКРЫТИЯ

Профессор В. Панофский (США)

Физика высоких энергий есть, по существу, физика элементарных частиц — наука, пытающаяся познать природу во все меньших и меньших масштабах. В этих малых масштабах — доступных только при помощи бомбардировки одних частиц другими частицами высокой энергии — ученые

в течение последних нескольких лет открыли целый новый мир. Изучение этого мира показывает, что фундаментальные частицы, которые образуют атомное ядро — протон и нейтрон, сами обладают структурой и могут быть возбуждены на высшие энергетические состояния. Открытие таких новых

между соперничающими теориями, пытающимися описать эти явления.

Кроме всего этого, надо помнить, что наши знания о физике высоких энергий еще недостаточны, чтобы предсказать, что будет найдено при еще более высоких энергиях; если бы мы знали точно, что мы найдем, не надо бы было строить машины вообще. В прошлом мы видели снова и снова, что те наиболее важные эксперименты, проведенные при помощи ускорителей на большие энергии и самым глубоким образом повлиявшие на наши представления о природе, были не теми, что первоначально планировались при строительстве ускорителей. Именно эта возможность неожиданных открытий и делает физику высоких энергий столь плодотворной и увлекательной.

Трудно ответить, какие направления в физике наиболее обещающие, так как мы не можем предсказать, какие эксперименты или теории приведут к наиболее важным выводам.

В экспериментальной физике наиболее многообещающее поле деятельности — это дальнейшее исследование энергетических состояний элементарных частиц. Только путем, систематического изучения этих состояний мы можем надеяться прийти к системе основных принципов, контролирующей симметрию природы. В этой области, в дополнение к уже успешно используемым пузырьковым камерам, важное значение будут иметь и новые экспериментальные методы. Следующая и, быть может, очень важная область будет открыта применением ускорителей, использующих сталкивающиеся друг с другом пучки электронов и позитронов. В экспериментах с такими машинами мы можем создавать пары искусственных частиц в свободном состоянии — вдали от возмущающего воздействия обычного вещества. И таким

образом удастся изучить их поведение и взаимодействие.

Наиболее фундаментальный теоретический вопрос по-прежнему заключается в том, чтобы раскрыть, какой смысл имеет в действительности понятие «элементарная частица». Все ли вновь открытые частицы «элементарны»? Являются ли все они состояниями одной или очень не-

многих основных, «фундаментальных» частиц? Или, на что теперь надеется значительная часть теоретиков, не существует ли некоторый определяющий принцип, согласно которому каждая частица являлась бы естественным следствием всех других частиц. Если это так, то вообще не существует такой вещи, как «элементарная частица».

НОВЫЕ ИДЕИ И НАПРАВЛЕНИЯ

Профессор Р. Е. Пайерлс (Англия)

Физика высоких энергий — обширная и сложная область и поэтому не так-то просто описать важные достижения несколькими словами. Одним из наиболее впечатляющих направлений за последние несколько лет было открытие все возрастающего числа резонансов. Это требует наблюдения индивидуальных событий на широкой площади камер-детекторов и их последующей оценки, так как резонансы могут быть распознаны лишь путем обнаружения и измерения характеристик нескольких частиц, которые возникают после их распада. Богатство экспериментальной информации, которая быстро накапливается из подобных исследований, является вызовом нашему пониманию природы.

С теоретической точки зрения, наиболее яркое достижение — определение регулярностей в массах и других свойствах элементарных частиц, включая упомянутые резонансы. Эти регулярности могут быть выражены в виде ясной математической картины, которая, как было показано, во многих отношениях согласуется с экспериментальными данными и даже привела к предсказанию новой частицы, которая и была впоследствии обнаружена экспериментально. Эта математиче-

ская форма, известная физикам под названием «группы $SU(3)$ », оказывается все же недостаточной для полного описания элементарных частиц, и ее значение еще не понято полностью, но это — колоссальный шаг вперед, и он дает надежду на дальнейший прогресс в нашем понимании микромира.

По мере того как возрастает энергия с каждым «поколением» ускорителей, физик получает доступ к новым частицам и новым видам поведения уже известных частиц. Вплоть до настоящего времени каждый скачок в энергии приводил к открытию новых фактов и поэтому новых аспектов законов природы, обогащающих ее познание. Физика высоких энергий подобна огромной территории, не нанесенной еще на карту, и наше научное любопытство не может разрешить нам оставить ее неиспользованной. В этом отношении мы подобны альпинисту, который в ответ на вопрос, почему он захотел подняться на высокие пики, ответил: «Потому что они таковы».

Возможно, наше исследование однажды достигнет конца

⁴ См. Я. А. Сморodinский. Унитарная симметрия элементарных частиц, УФН, 1964, т. 84, вып. 1, стр. 3—36.

в том смысле, что дальнейшее возрастание мощности ускорителей не раскроет нам каких-либо новых черт. В настоящий же момент нет оснований думать, что мы хоть сколько-нибудь близки к этому пределу, и во всяком случае мы никак не можем узнать, что еще будет открыто, если мы не будем делать каких-либо попыток в этом направлении.

Третий вопрос слишком сложен для меня. В любом исследовании значительно более трудно

и важно правильно поставить вопросы, нежели ответить на них. Часто основная заслуга истинно великого физика заключается в признании того, что существует жизненно важная проблема, и время для ее решения подошло. Прогресс зависит от существования многих способных теоретиков и экспериментаторов, применяющих свои суждения и свое воображение для отыскания наилучших подходов ко многим проблемам. Время покажет, чьи идеи были самыми продуктивными.

отношении: в каждый данный момент интенсивные исследования в космических лучах шли в области энергии примерно в сто раз большей, чем позволяли в этот период лучшие ускорители. Сейчас ускорители дают частицы с энергией 10—30 Гэв, а в космических лучах интенсивно обследуется область, как я уже говорил, до 10 000 млрд. эв.

Многие думали, что переход к этой области энергий не даст для понимания свойств элементарных частиц ничего существенно нового, так как за пределами ускорительных энергий уже не видно новых энергетических порогов, энергия покоя самой тяжелой из известных частиц — нуклона — уже превзойдена. Однако исследования в космических лучах делают очень правдоподобным то, что помимо сгустков мезонной и нуклонной материи сравнительно небольшой величины (мезонные и нуклонные резонансы) мезонная материя может краткое время существовать и в виде гораздо более тяжелых скоплений, называемых файр-боллами (огненные шары) с массой в 3—5 раз превышающей массу нуклона. Однако не только этот частный результат важен. Раньше многие думали, что за пределами энергии покоя нуклона наступает, как говорят, асимптотический режим и все закономерности приобретают некоторую предельную, очень простую форму. Полагали, что здесь физика выходит на некоторое плато, двигаться по которому особенно далеко не стоит — ничего нового мы уже не найдем.

Теперь уже видно, что это не так. Характер взаимодействия частиц меняется с ростом энергии, но меняется необычайно медленно. И в теории, и в эмпирической картине, составляющейся на основе исследований в космических лучах, обнаруживается логарифмическая зависимость от энергии (либо очень медленная

ДО ПРЕДЕЛЬНЫХ ЭНЕРГИЙ ЕЩЕ ДАЛЕКО

Профессор Е. Л. Фейнберг (СССР)

Самыми важными достижениями физики высоких энергий за последние годы я считаю: во-первых, обнаружение двух видов нейтрино — электронного и мюонного, — и вообще начало экспериментирования с полученными в лабораторных условиях пучками свободных нейтрино; во-вторых, первые успехи в построении систематики элементарных частиц и успешное предсказание на этой основе существования Ω^- -гиперона; в-третьих, установление ряда важных характеристик процесса взаимодействия нуклонов при энергии 300—10 000 млрд. эв (космические лучи).

Разумеется, если подтвердятся результаты Фитча и Кронины о нарушении СР-инвариантности при некоторых К-распадах, то этот факт, быть может, придется поставить на одно из самых первых мест.

Зачем нужно строить ускорители на все большие энергии?

Более чем три десятилетия физика элементарных частиц про-

двигается ко все большим энергиям и при каждом ее продвижении открываются все новые важнейшие свойства материи. Преодоление рубежа в 1 Мэв позволило открыть позитрон — первую античастицу; переход к энергиям в сотни Мэв дал подтверждение правильности электродинамики в области очень высоких энергий, в чем ранее сомневались (каскадные ливни космических лучей); при овладении областью в несколько тысяч Мэв были открыты мезоны, а на уровне десяти тысяч Мэв — антинуклоны, гипероны и резонансы.

Всегда первые исследования и открытия совершались сначала в космических лучах, а затем детальное количественное изучение, приносившее исключительно важные для теории результаты, совершалось в спокойной лабораторной обстановке на ускорителях. Так было и с открытием всех новых частиц, и с обнаружением несохранения четности и т. п. При этом сохранилось удивительное постоянство в одном

степенная — как степень $1/4$) различных характеристик процесса взаимодействия. Асимптотика, плато, о котором я говорил, если и существует, то находится гораздо дальше, чем можно прощупать, пользуясь современными ускорителями. Файр-боллы проявляются только при энергии порядка 300 млрд. эв, когда в среднем рождается только один такой сгусток. При увеличении энергии в 10 раз в среднем возникает два таких сгустка. Однако космические лучи пока дают здесь только направление поиска, хотя и очень отчетливое. Новый факт, указывающий на медленность перехода к асимптотике, был сообщен и на конференции в Дубне. По ряду теоретических соображений можно ожидать, что амплитуда упругого рассеяния нуклонов на нуклонах при чрезвычайно больших — асимптотических энергиях должна быть чисто мнимой. Однако опыты и зарубежных, и советских исследователей показали, что даже при

10—30 Гэв это еще далеко не так.

Таким образом, область энергий, в сотни раз превосходящих энергии современных ускорителей, скрывает в себе исключительно интересные, новые состояния мезонно-нуклонной материи, новые черты взаимодействия элементарных частиц. Изучение космических лучей приоткрывает над ними завесу. Задача ускорителей, если удастся найти новые принципы, позволяющие построить такие ускорители, — выяснить вопрос полностью.

Здесь я имел в виду все время ускорители сильно взаимодействующих частиц — нуклонов, мезонов. Особый вопрос — проникновение в область сверхвысоких энергий для электронов и μ -мезонов. Изучение их взаимодействий при энергиях, сейчас еще недостижимых, должно дать нам сведения о структуре этих частиц, о структуре их поля в пределах малых областей и тем самым о свойствах самого пространства.

если использовать специальный термин.

К сожалению, дорогие ускорители частиц высоких энергий необходимы, чтобы получать частицы, которые могут быть использованы для того, чтобы исследовать малые расстояния. Как известно, невозможно получить лучшую разрешающую способность в обычном микроскопе, нежели та, которая соответствует длине используемого там света. Точно так же, если хотят изучить, что происходит на малых расстояниях, необходимо получить частицы с очень малой дебройлевской длиной волны.

Существенно, что эта дебройлевская длина волны обратно пропорциональна энергии и поэтому невозможно получить информацию о микроструктуре пространства, не переходя к очень высоким энергиям.

С теми же самыми оговорками, как и в начале моего ответа, разрешите сказать, что я верю в то, что наиболее важная задача экспериментатора — продолжение и развитие физики новых резонансов. Исторически именно огромное количество экспериментальных данных об оптических уровнях атомов привело к развитию квантовой механики с ее полной революцией многих идей в физике. Вполне понятно, что и сама квантовая механика должна быть заменена чем-то новым, когда мы переходим к малым расстояниям и высоким энергиям элементарных частиц. А если так, то новые данные об уровнях элементарных частиц несомненно становятся весьма существенными. Я не верю, что мы сможем узнать очень много об этой новой теории будущего (если она действительно отличается от квантовой механики) до тех пор, пока система уровней элементарных частиц не станет так же хорошо известна, как система уровней атома водорода. В области теоретической физики есть два направления ис-

РАЗВИВАТЬ ФИЗИКУ РЕЗОНАНСОВ

Профессор А. О. Г. Челен (Швеция)

Ответить на вопрос, что наиболее важно в такой широкой области, как физика высоких энергий, — трудная проблема.

Во-первых, легко просматривать важность чего-либо, открытого в некоторой части этой области, о которой ты недостаточно хорошо информирован, а во-вторых, каждый, возможно, слишком страстно желает чересчур сильно подчеркнуть важность тех направлений, которые относятся к его личным интересам.

Но несомненно, что наиболее важное событие, которое произошло в течение последних пяти лет в физике высоких энергий, —

это открытие всех резонансных состояний различных элементарных частиц. Существование этих состояний указывает нам на то, что имеется нечто, соответствующее «структуре» «элементарных» частиц, и исследование свойств этих резонансов может снабдить нас важной информацией о наиболее фундаментальном вопросе из всех вопросов физики — основополагающей структуре вещества. Среди самых последних открытий, доложенных на конференции в Дубне, очень интересны указания о возможности нарушений еще одной из «симметрий» в природе, СР-инвариантности,

следований, которые жизненно важны. Первое состоит в том, чтобы классифицировать феноменологически все новые уровни, приписать им квантовые числа и упорядочить их в «семейства» с различными свойствами симметрии. Несомненно, что это направление чрезвычайно важно. Однако я полагаю, что столь же важно и второе направление — попытаться извлечь, насколько это возможно, следствия из квантовомеханического формализма, существующего в настоящий мо-

мент, с целью получить таким образом хорошее описание физики элементарных частиц или же получить определенные противоречия между такой теорией и природой. В этих исследованиях необходимо будет использовать довольно сложную математику, но надо избежать ловушки, которая состоит в излишнем увлечении математическими операциями. О точном местоположении такой ловушки судить довольно трудно, это является предметом важной полемики.

ИЗУЧАТЬ СВОЙСТВА НЕЙТРИНО

*Доктор В. Шмак, доктор Я. Фишер,
доктор Я. Чернегр (Чехословакия)*

Наиболее интересным мы считаем открытие многих новых резонансов сильно взаимодействующих частиц (мезонов и барионов), а также некоторые успехи в объяснении этих резонансов при помощи теории групп.

Ускорители высоких энергий следует строить по многим причинам. Например, чтобы построить теорию элементарных частиц, необходимо иметь исчерпывающую информацию о резонансных со-

стояниях с большими массами, чем те, которые могут быть получены при помощи существующих ускорителей.

Кроме изучения природы резонансов, о которых мы уже упоминали, наиболее привлекательными, как с экспериментальной, так и теоретической точки зрения, нам представляются исследования свойств нейтрино и установление общей связи между сильными и слабыми взаимодействиями.

ЭНЕРГИИ НОВОГО МИРА

Профессор В. Вайскопф (ЦЕРН)

Открытие Ω^- -частицы подтвердило, что так называемая $SU(3)$ -симметрия действительно имеет место в структуре нуклона. Существование этой частицы и ее массы были предсказаны на основе этой симметрии, и было обнаружено, что она действительно имеет предсказанные свойства. Хотя это одно из наиболее важных событий в физике, но все же это

еще только первый шаг. Открытие $SU(3)$ -симметрии в структуре нуклона в действительности еще не полностью раскрывает его структуру. Я думаю, что не следует называть Ω^- новой «частицей». Она представляет собой возбужденное состояние нуклона с определенными квантовыми числами.

Столь же важны для науки результаты экспериментов с ней-

трино. Эксперименты в Брукхэвене и ЦЕРНе показали, что имеются два типа нейтрино, одно является незаряженной формой электрона, другое — мюона. Недавно были проведены исследования по обнаружению промежуточного бозона — кванта поля слабых взаимодействий. Такой квант не был найден, но было показано, что если он вообще существует, то его масса по крайней мере в 2 раза больше массы протона. Эти исследования показали также, что «заряд», определяющий слабые взаимодействия, распределен по протону подобно электрическому заряду.

Внимание ученых привлечено еще к одному важному достижению — обнаружению нарушения инвариантности по отношению к одновременному зарядовому и пространственному отражению. Эксперимент Фитча в Принстоне по распаду K_S^0 -мезона указывает, что вполне возможно существование процессов со слабыми взаимодействиями, в которых имеет место подобное нарушение. Это означает следующее. До сих пор мы полагали, что знаменитая право-левая асимметрия слабых взаимодействий связана с зарядом таким образом, что после зеркального отражения процесс становится возможным лишь в антимире. Эксперимент Фитча показывает, что это не имеет места. Если измерения Фитча верны, то существуют определенные процессы, зеркальное отображение которых не может существовать даже в антимире.

И, наконец, значительным событием в физике является рассеяние протонов очень высокой энергии.

Кокони в ЦЕРНе и Линденбаум в Брукхэвене показали, что имеется значительный вклад упругого рассеяния даже при очень высоких энергиях (в области от 12 до 25 Гэв). До сих пор думали, что при этих энергиях упругие столкновения — пол-

ностью «неупруги», т. е. все наблюдаемое упругое рассеяние целиком является следствием диффракции. Новые результаты изменяют наши представления о механизме соударений при высоких энергиях.

Ускорители на еще более высокие энергии необходимы потому, что только при их помощи могут быть разрешены многие важные проблемы строения элементарных частиц. В качестве примера наиболее фундаментальной проблемы я бы упомянул вопрос о том, состоит ли нуклон из более элементарных частиц. Из $SU(3)$ -симметрии вытекает некоторое указание на то, что протон представляет собой нечто подобное «молекуле», состоящей из других, более фундаментальных частиц, с большей массой, которые сильно связаны друг с другом. Эта проблема может быть исследована только лишь на более мощных ускорителях.

Другая важная проблема — природа слабых взаимодействий. Вопрос о том, существует ли квант слабых взаимодействий, до сих пор еще не решен и требует более высоких энергий.

Вообще говоря, мы только сегодня начинаем открывать совершенно новый мир природы, изучая структуру нуклона. Энергии, достигнутые на сегодняшний день, очень невелики по сравнению с энергиями, которые существенны для этого нового мира. Если мы хотим проникнуть в него и понять его природу, то абсолютно необходимы ускорители на более высокие энергии.

Трудно сказать, какая область наиболее многообещающая. Наша наука так молода и так мало разработана, что самые интересные результаты могут появляться в совершенно неожиданных местах. Каждая область физики высоких энергий может вдруг оказаться наиболее перспективной.

УДК 539.12

ЗАКОНЫ ПРИРОДЫ ПРОСТЫ И СИММЕТРИЧНЫ

Профессор Г. Марис (Венгрия)

Открытие супермультиплетов среди элементарных частиц, несомненно, наиболее важное достижение. Как мы узнали на конференции, число элементарных частиц превышает сто, оно больше числа химических элементов. Таким образом, совершенно необходима новая классификация частиц, подобная периодической системе Менделеева. Такая классификация частиц по октетам (группам из 8 членов) и декаплетам (группам из 10 членов) аналогична менделеевскому разбиению на периоды, она указывает на скрытые связи, стройные симметрии. Треки, наблюдаемые экспериментаторами, приводят нас через «восьмеричный путь» к универсальным законам природы.

Новые, более мощные ускорители нужны для того, чтобы от-

ветить на старый вопрос: происходят ли слабые взаимодействия при участии тяжелых квантов, как это имеет место при действии электромагнитных и ядерных сил, они также нужны для того, чтобы завершить спектр масс элементарных частиц, убедиться в применимости новой «формулы Бальмера», названной теперь «формулой масс Гелл-Манна — Окубы».

В природе есть много приближительных симметрий. И нет сомнений, что фундаментальные законы природы просты и симметричны. Нахождение причины внутреннего нарушения большинства симметрий было бы существенным шагом к пониманию математических основ наблюдаемого разнообразия физических явлений.

СТРУКТУРА ЧАСТИЦ И ИХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

Профессор Р. Хофштадтер (США)

Обычно представляется возможным оценить наиболее важные достижения только после того, как исследование уже было проведено, но не прежде, и не в процессе его. Поэтому сейчас трудно указать наиболее важные достижения. В этом духе новые открытия, обусловленные использованием принципов симметрии или связей и соотношений между недавно открытыми резонансами и частицами, кажутся мне наиболее важными.

Мы должны строить ускорители на более высокие энергии,

потому что человечество всегда будет желать все больше и больше узнавать о природе, а физика высоких энергий продолжает предоставлять ученым все новые факты для ее изучения.

В области экспериментальной физики, как кажется, наиболее многообещающим полем деятельности будет исследование структур частиц и их взаимодействий.

Эти же направления представляются мне наиболее захватывающими также и с точки зрения теории.

СИММЕТРИЯ ЧАСТИЦ— НАИБОЛЕЕ ПЕРСПЕКТИВНАЯ ОБЛАСТЬ

Профессор М. Шварц (США)

За последний год, по моему мнению, в физике высоких энергий сделано два наиболее важных достижения. В Брукхэвене открыта Ω^- -частица, подтвердившая гипотезу о существовании $SU(3)$ -симметрии элементарных частиц. Согласно этой гипотезе, все известные частицы ведут себя, как связанные состояния тяжелых триплетов. Если эти триплеты будут действительно обнаружены, это, несомненно, будет одним из величайших открытий нашего века.

Обнаружено, что K_2^0 -мезон распадается на два пиона. Это открытие Фитча и Кронина, по-видимому, означает, что при некоторых слабых взаимодействиях инвариантность по отношению к изменению направления времени нарушается.

Строительство ускорителей на еще большие энергии необходимо для изучения строения вещества во все меньших и меньших масштабах. Нейтроны и протоны

например, имеют сложное внутреннее строение, а выяснить детально это строение невозможно, не переходя ко все большим энергиям. Другой пример. Если предположить (в соответствии с $SU(3)$ -гипотезой), что протон действительно является «связанным состоянием» двух более тяжелых частиц, то его распад можно ожидать при достаточно высокой энергии. Так или иначе, невозможно ответить на множество вопросов, касающихся природы фундаментальных частиц, без создания новых ускорителей.

В наше время вновь чувствуется, что наиболее обещающая, как в теоретическом, так и в экспериментальном отношении, область физики высоких энергий касается понимания симметрий среди частиц. С помощью этих симметрий были уже получены формулы для масс частиц и предсказано существование Ω^- -частицы.

кономерности при сверхвысоких температурах. Сверхзвезды, по всей вероятности, являются очень мощными источниками нейтрино и электронных пар. В них происходят, по-видимому, и преобразования гравитационной энергии в ядерную и электромагнитную.

Следует указать также на вероятность несохранения CP -четности в процессе распада K_2^0 -мезона.

Я считаю, что современные ускорители должны быть заменены ускорителями на встречных пучках. В смысле экономических возможностей, полагаю, что пределом ускорителей на прежних принципах должна быть энергия в 100 Гэв, а дальше следует идти по пути встречных пучков.

Большие ускорители могут привести к открытию пределов применимости в современной физике локальных теорий. Положение, которое создалось ныне в ядерной физике с применением локальных теорий, может быть сопоставлено с наблюдением фотографий при различных степенях увеличения. Если увеличение мало, т. е. если мы грубо рассматриваем строение материи, то «элементарные частицы» кажутся точками; если же мы допустим, что увеличение микроскопа таково, что отдельные зерна заполняют все поле зрения, то такое увеличение не может дать представление не только о всей картине в целом, но даже и о подробностях строения детали, так как есть предел разрешающей способности любого оптического прибора.

По всей вероятности, такой же предел существует и для элементарных частиц, и он должен учитываться при облучении мишеней частицами сверхвысоких энергий, так как эти частицы видоизменяют и разрушают изучаемый объект.

ДОРОГУ УСКОРИТЕЛЯМ НА ВСТРЕЧНЫХ ПУЧКАХ

Профессор Г. Ватагин (Италия)

Наиболее важным событием я считаю открытие двух нейтрино (ν_e , ν_μ), видоизменяющее наши фундаментальные понятия, связанные с основной классифика-

цией элементарных частиц. Это в будущем позволит подробнее изучить природу сверхзвезд, в которых впервые стало возможным проверять статистические за-

ПО-ВИДИМОМУ, ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ НЕ СУЩЕСТВУЕТ

Профессор Х. П. Деер (ФРГ)

Наиболее значительным я считаю открытие того, что частицы группируются, по-видимому, в мультиплеты по массам, причем эти мультиплеты обладают более высокой симметрией, чем ранее предполагалось: $SU(3)$ -симметрия вместо $SU(2)$ -симметрии. Выработаны модели, согласно которым более высокая симметрия автоматически вытекает из более низких симметрий (при выполнении некоторых условий). Это явление — следствие того факта, что все частицы сильно взаимодействуют одна с другой и в некотором отношении могут рассматриваться как связанные состояния. Поэтому не существует по-настоящему «элементарных» частиц.

Мощные ускорители нужны для:

проверки применимости $SU(3)$ -симметрии, т. е. проверки того, что все резонаны группируются в мультиплеты по массам, как предсказывает теория;

проверки того, действительно ли у новых резонансов будут такие массы, которые они должны иметь согласно гипотезе Чу — Фраутчи;

улучшения экспериментов с нейтрино и дальнейшего продви-

жения в понимании слабых взаимодействий;

проверки существования геллмановских «кварков».

ПЛОДОТВОРЕН ЛИ «ВОСЬМЕРИЧНЫЙ ПУТЬ»?

И. С. Шапиро

Доктор физико-математических наук (СССР)

Наибольшее внимание привлекает открытие двух типов нейтрино («электронного» и «мюонного») и короткоживущих «частиц-резонансов». Эти частицы, согласно современным воззрениям, ничем не отличаются от элементарных и так как число их оказалось очень велико, то вопрос о природе «элементарных» частиц в настоящее время обострился чрезвычайно.

При помощи мощных ускорителей можно будет прощупать структуру элементарных частиц на еще меньших расстояниях;

выяснить существование элементарных частиц, более тяжелых, чем открытые до сих пор;

проверить современные тео-

Наиболее перспективное направление в теории — описание элементарных частиц с единой точки зрения, чтобы никакие элементарные частицы не выделялись особо и не подчеркивалось бы феноменологическое деление взаимодействий элементарных частиц на сильное, электромагнитное, слабое и гравитационное. В эксперименте наиболее многообещающие опыты с протонными и электронными пучками высоких энергий.

ретические представления о процессах сильных взаимодействий при очень больших энергиях (теорема Померанчука и др.).

У нас весьма мало точных сведений о взаимодействиях элементарных частиц при больших энергиях. Поэтому эксперименты в условиях энергий больших тех, которые достигнуты сегодня (30 млрд. эв), могут привести к открытию качественно новых физических явлений.

Очень трудно сказать, какое направление наиболее перспективно. Много обещает, например, «восьмеричный путь» в теории сильных взаимодействий и универсальная теория слабых взаимодействий. Но сбудутся ли эти обещания?

ЧИТАЙТЕ В СЛЕДУЮЩЕМ, № 2, ЖУРНАЛА
«ПРИРОДА»

ЛЕС И ХИМИЯ. Статья В. Л. Горового

ОРИЕНТАЦИЯ И НАВИГАЦИЯ У ЖИВОТНЫХ. Статья Б. П. Мантейфелл,
Н. П. Наумова, В. Э. Якоби

ГИБРИДИЗАЦИЯ ОСЕТРОВЫХ РЫБ

С понятием «гибрид» иногда ошибочно связывают представление о чем-то неполноценном, бесплодном, порой уродливом. Но это совсем не так. Ведь нередко можно выгодно использовать даже совершенно бесплодных гибридов. Кроме того, гибриды бывают и плодовитыми (частично или вполне) и могут оказывать существенное влияние на эволюционный процесс, давая начало новым формам организмов. Роль гибридизации, взятой в руки человеком, трудно переоценить.

Широко известны имена И. В. Мичурина и американского ученого Л. Бербанка, получивших блестящие результаты применения гибридизации в растениеводстве. Энтузиаст исследования в области отдаленной гибридизации акад. Н. В. Цицин пишет, что этим методом «будут создаваться новые организмы быстрее, чем создает их сама природа, более совершенные и разнообразные, такие, каких природа не могла создать»¹. Если, например, удастся переделать однолетнюю пшеницу в многолетнюю, которую можно сеять не каждый год, а один раз в 2—3 года, то это сыграет, по словам И. В. Мичурина, революционизирующую роль в сельском хозяйстве. Благодаря исследованиям, выполненным под руководством Н. В. Цицина, принципиально решена проблема создания совершенно нового вида — многолетней пшеницы — путем межродового скрещивания однолетней пшеницы с многолетним сорняком — пыреем.

Практическое значение многих гибридов заключается в использовании свойственного им гетерозиса («гибридной силы»), проявляющегося в ускоренном росте, повышенной жизнестойкости, раннеспелости и пр. Такие свойства, понятно, очень ценны в хозяйственном отношении и для некоторых гибридов известны с незапамятных времен. Так, уже за 2000 лет до н. э. практиковалось скрещивание лошади с ослом для получения мулов, которые хотя и бесплодны, но отличаются большой тягловой силой и выносли-

востью. Известно также, что такие наши домашние животные, как собака, корова, свинья, произошли от нескольких видов с участием гибридизации.

Но ни в одной группе животных скрещивание видов в естественных условиях не имеет столь широкого распространения и не дает столь многочисленных гибридов, как у рыб. Нередко гибриды рыб не лишены способности размножаться.

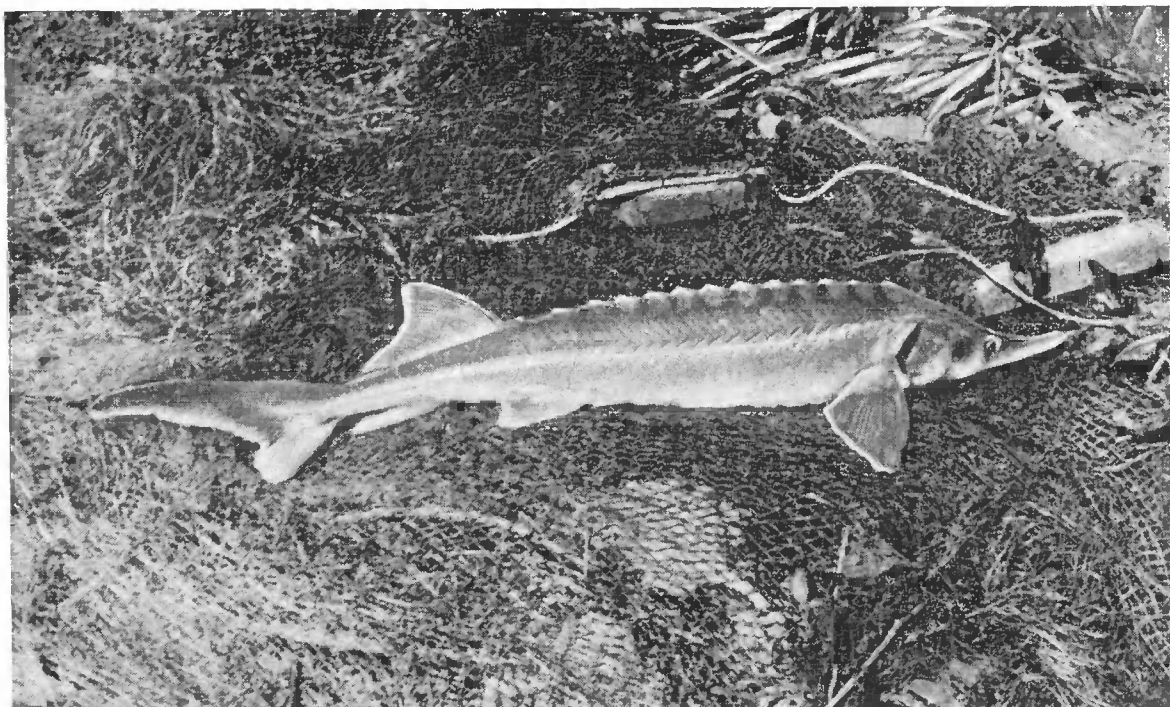
Все же обычно гибриды встречаются лишь в единичных экземплярах, и только в редких случаях, вследствие тех или иных изменений условий размножения, гибридизация может приобретать массовый характер, например в семействах сельдевых, карповых и др.

То, что в природе наблюдаются гибридные формы, которые по внешним признакам, как правило, занимают промежуточное положение между скрещиваемыми видами и тем самым сглаживают резкие грани между ними, вносит, понятно, немалые затруднения в работу по систематике рыб. Так, издавна в нашей отечественной литературе отмечалось, что повышенная изменчивость и образование разновидностей, например, в семействе осетровых рыб — следствие скрещиваний их видов.

**МОГУТ ЛИ ГИБРИДЫ РЫБ ДАВАТЬ
ПОТОМСТВО И КАКОВА ВОЗМОЖНАЯ СУДЬБА
ЕГО?**

Воспроизводительная способность у различных гибридов сильно различается. Наблюдаются переходы от полной плодовитости, например, межродового гибрида между

¹ Н. В. Цицин. Значение отдаленной гибридизации в эволюции и создании новых видов и форм растений и животных. Сборн. «Отдаленная гибридизация растений», 1960, стр. 11.



Вот так выглядит гибрид белуга $\times$ стерлядь из пруда Тепловского рыбопитомника. Возраст — 6 лет, вес — 2,7 кг

Фото И. Бурцева

аквариумными рыбками меченосцем и педилией через более или менее ограниченную плодовитость гибридов осетровых, карповых и других рыб до полной стерильности гибридов американских ушастых окуней.

Спрашивается, почему способность к размножению гибридов в большинстве случаев в той или иной мере снижена или они даже совсем стерильны? Дело в том, что в процессе эволюции виды при своем возникновении постепенно изолировались друг от друга по образу жизни, географическому распространению и в других отношениях, благодаря чему возник как бы барьер, препятствующий их свободным скрещиваниям. Но не всегда такая изоляция вполне надежна, и скрещивания различных видов все же могут происходить. Вот почему образовался и второй барьер, заключающийся в том, что способность к размножению гибридов более или менее нарушается, предотвращая возможность генетического смешивания видов через гибридизацию. Но в тех случаях, когда первый барьер действует безотказно, совершенно исключая межвидовые скрещивания, второй барьер может и не возникнуть. Поэтому, если

скрестить такие виды, которые естественно не скрещиваются и тем самым искусственно устранить первый барьер, то можно рассчитывать на получение гибрида с ненарушенной плодовитостью. Примером этого среди осетровых может служить гибрид белуги со стерлядью.

Различные степени плодовитости или бесплодия гибридов обычно соответствуют различиям в хромосомных комплексах скрещиваемых видов. Осетровые рыбы до последних лет оставались совершенно незатронутыми цитогенетическими исследованиями. Начатые нашей группой (Н. А. Тимофеева, Е. В. Серебрякова) работы по определению хромосомных комплексов у различных видов осетровых и их гибридов дали интересные результаты. Оказалось, что белуга и стерлядь, т. е. виды, относимые к разным родам (*Huso* и *Acipenser*), весьма близки между собой по числу и форме хромосом, а осетр и стерлядь, т. е. виды одного и того же рода (*Acipenser*), крайне далеки. У осетра число хромосом в два с лишним раза больше, чем у стерляди. Соответственно этому плодовитость у гибрида осетр $\times$ стерлядь гораздо более

ограничена, чем у гибрида белуга × стерлядь. Первый гибрид сравнительно часто встречается в природе, второй — если и попадает, то крайне редко.

В природных условиях плодовые гибриды рыб скрещиваются не столько между собой, сколько с родительскими видами, так как последние значительно превосходят их по числу. Такие скрещивания называют возвратными — они как бы «возвращают», приближают гибрида к тому или другому родительскому виду. При повторных возвратных скрещиваниях с одним и тем же родительским видом гибридная форма постепенно становится внешне совершенно сходной с ним. Но по наследственной природе она уже отличается от этого вида некоторыми свойствами. Иначе говоря, благодаря возвратным скрещиваниям происходит как бы частичное наследственное проникание одного вида в другой. Это имеет большое эволюционное значение: таким путем внутри вида могут возникать новые формы, которые, попадая в своеобразные жизненные условия и приспособляясь к ним, могут давать начало даже новым видам. Подобные явления пока еще лучше изучены у растений.



А это гибрид белуга × стерлядь из Таганрогского залива. Возраст 1 год 5 мес., вес — 2 кг

Фото И. Бурцева

ГИБРИДИЗАЦИЯ В ОСЕТРОВОДСТВЕ

Общеизвестны превосходные пищевые качества мяса и икры осетровых рыб. В СССР, на долю которого приходится более 90% мировой добычи осетровых, уделяется, понятно, много внимания поддержанию и увеличению их запасов.

Здесь не мешает напомнить, что такие наиболее ценные осетровые, как осетр, севрюга, белуга, в отличие от чисто речной рыбы — стерляди, называются проходными, так как они большую часть жизни проводят в море и только для размножения «проходят» в реки.

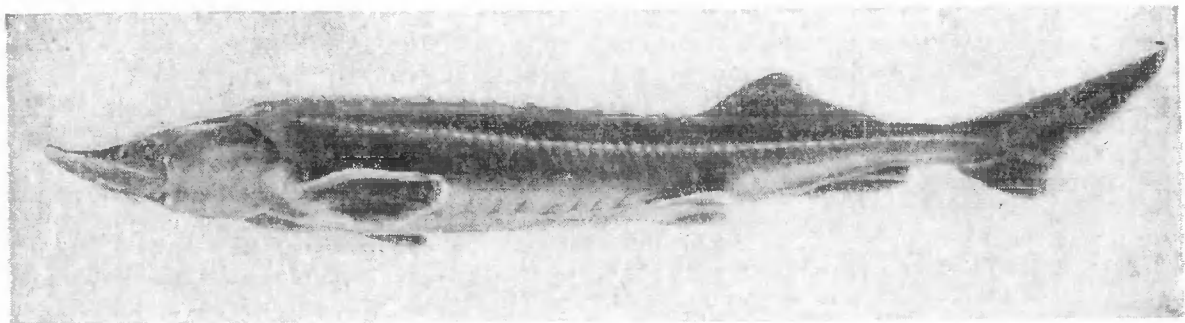
Вследствие гидростроительства на ряде наших рек, к сожалению, нарушены условия размножения осетровых. В результате создания Большой Волги с ее каскадом плотин и гигантских водохранилищ — этих «пресноводных морей» — нерестовый путь осетровых, которым они ранее поднимались по Волге на сотни и даже тысячи километров, прегражден. Это относится и к Дону и другим рекам с зарегулированным стоком.

Принимаются все возможные меры к тому, чтобы при создавшихся неблагоприятных условиях добиться максимального воспроизводства осетровых рыб. В этом деле должен сыграть свою роль и метод гибридизации, что вытекает прежде всего из следующих соображений. Ясно, что водохранилища следует эффективно использовать как рыбные угодия больших масштабов. В их промысловой ихтиофауне должны быть представлены по возможности и осетровые, причем не только стерлядь — эта сравнительно медленно растущая рыба, но и быстрорастущие формы типа проходных.

Через рыбодоходы в плотинах производителей осетровых частично пропускают в водохранилища, где они в какой-то мере могут даже размножаться, находя места с сохранившимся речным режимом, например в верхней части Волгоградского водохранилища, где пока еще (до постройки Саратовской ГЭС) имеются условия для размножения осетра. Но обратный скат производителей через гидроузлы невозможен, и, следовательно, они оказываются отрезанными от своих морских нагульных пастбищ. А на повторные нерестовые миграции осетра в пределах водохранилища едва ли можно рассчитывать.

Вот почему в работах по применению метода гибридизации в осетроводстве мы поставили перед собой как главную задачу — выведение таких новых форм осетровых, которые, в отличие от проходных, можно было бы акклиматизировать в условиях водохранилищ.

Среди ряда исследованных нами гибридов наиболее перспективным для этой цели оказался гибрид белуги и стерляди, видов, настолько сильно различающихся между собой, что скрещивания их в природных условиях не происходят. Белуга — это крупнейшая из осетровых (весом до 1,5 т), проходная, хищная рыба. Стерлядь по сравнению с ней выглядит малюткой и обитает только в реках. При сочетании свойств солонovidной



В практическом отношении особенно интересен возвратный гибрид от скрещивания самки стерляди с самцом гибрида белуга × стерлядь

белуги и пресноводной стерляди получается гибрид с широким диапазоном приспособляемости к жизни и в пресных и в солоноватых водах, к тому же растущий значительно быстрее, чем стерлядь. Даже в прудах низкой кормности, где потенциальная скорость его роста не могла полностью проявиться, он к концу второго лета достиг среднего полукилограммового веса, тогда как стерлядь в тех же условиях вырастала до такого веса только к концу пятого-шестого лета. Естественная рыбопродуктивность в одном из прудов Тепловского рыбопитомника (Саратовской области), в котором выращивались сеголетки гибрида (молодь первого года), достигала 580 кг с 1 га. Излюбленный корм его ранней молоди — это личинки мотыля. Позднее гибрид, унаследовавший от белуги инстинкт хищника, переходит на преимущественное питание более крупными водными животными — головастиками, лягушатами, мелкой рыбешкой. Гибрид хорошо зимует в обычных карповых зимовальных прудах, даже молодь его почти не дает отхода. Ценной особенностью его является и раннее половое созревание. Известно, что проходные осетровые быстро растут, но поздно созревают, например, самцы белуги — не ранее возраста 12 лет, а самки — не ранее 16 лет. Гибрид выгодно отличается от родительских видов: по скорости роста он близок к белуге, а по сроку наступления половозрелости — к стерляди. Самцы гибрида становятся половозрелыми в возрасте 4 лет. Самки, судя по нормальному развитию икры, также плодовиты, но созревают, вероятно, на 2-3 года позднее самцов. Мы неоднократно получали жизнеспособное потомство путем скрещивания самцов гибрида с его родительскими и другими видами осетровых. Способность этого гибрида к размножению (хотя бы частич-

ная) позволяет проводить с ним селекционную работу.

По вкусовым качествам мяса гибрид (по крайней мере в молодом возрасте) несколько более близок к стерляди, чем к белуге. Как и следовало ожидать, он приживается не только в пресных, но и солоноватых водах. В 1962 г. новый гибрид был вселен в Пролетарское водохранилище на р. Маныч (приток Дона), причем из пресноводной части, куда он был выпущен, распространился в осолоненную часть водохранилища и растет здесь быстрее, чем в прудах.

Но исследования продолжались и вскоре возник такой вопрос: как поведет себя гибрид в тех условиях, в которых живут проходные осетровые? В 1963 г. был поставлен опыт вселения гибрида в Азовско-Донской бассейн: в дельту Дона было выпущено 413 тыс. мальков гибрида, полученных на Рогожкинском осетроводном заводе. Азовский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства проводит под руководством Е. Г. Бойко и А. Н. Смирнова систематические наблюдения за рыбами этого бассейна, в том числе и за гибридами. Установлено, что в течение нескольких недель после выпуска гибрид держался в Дону, а к осени в своей основной массе скатился в Таганрогский залив Азовского моря. В восточной, более опресненной, части залива он занял немалое место среди всей молоди осетровых (16,4%).

Интересно, что гибрид оказался промежуточным между родительскими видами не только по внешнему виду, но и по географическому положению: стерлядь живет в Дону, белуга — в Азовском море, а гибрид (по крайней мере его молодь) — преимущественно в Таганрогском заливе. В соответствии с богатством кормовых ресурсов Таганрог-

ского залива скорость роста гибрида очень высока: в полугодовалом возрасте в ряде районов залива он достиг среднего веса 0,5 кг, в годовалом возрасте отдельные экземпляры — до 1 кг, а в полуторагодовалом — 2-3 кг.

В силу своей большей пластичности гибрид, вероятно, легче, чем проходные осетровые, сможет приспособиться к размножению в Нижнем Дону (ниже Цимлянской плотины) и, возможно, даст там начало новой форме. Но если даже не рассчитывать на это, а выводить молодь только заводским способом, то и в этом случае выращивание в Азовском море первого поколения этой быстрорастущей ценной рыбы представляет большой хозяйственный интерес.

Разведение гибрида выгодно и в другом отношении. Производители проходных осетровых после использования их на заводах идут в промысел, а значит, теряются для дальнейшего воспроизводства, и поэтому их приходится экономить. Разведение гибрида требует только половинного расходования производителей проходных осетровых (самки белуги), а вторая половина падает на стерлядь (самцы). Между тем гибрид растет не хуже, а даже лучше, чем проходные. Несколько отставая по скорости роста от белуги, он примерно вдвое опережает осетра и севрюгу.

КАКОВ ПРОМЫСЛОВЫЙ ВОЗВРАТ?

Вселение гибрида в Азовское море должно вскоре пролить свет и на вопрос об эффективности заводского разведения проходных осетровых, показать так называемый промысловый возврат, выпускаемой заводами молоди. В этом вопросе пока еще много неясного. Сложность решения его заключается в том, что молодь, продуцируемая заводами, с одной стороны, и получающаяся от естественного размножения осетровых, с другой, неразличима и не может учитываться порознь.

А мечение выпускаемой заводами молоди сопряжено с большими трудностями. В этом отношении гибрид интересен тем, что не требует мечения, он помечен самой природой, и его легко отличить от всех других осетровых. В природных условиях гибрид не встречается, поэтому вся вылавливаемая молодь его относится к заводскому воспроизводству, и по ее количеству можно приблизительно рассчитать количество выжившей молоди, например белуги, выведенной на заводе. Отсюда можно судить и о промысловом возврате.

Как уже говорилось выше, гибрид белуга × стерлядь скрещивался нами с каждым родительским видом. Полученные от этих скрещиваний гибриды второго поколения, называемые возвратными, вполне жизнеспособны и в течение нескольких лет содержатся в прудах. По внешнему виду они промежуточны между гибридом первого поколения и участвовавшим в скрещивании родительским видом. В практическом отношении особенно интересен возвратный гибрид от скрещивания самки стерляди с самцом гибрида белуга × стерлядь. Следовательно, у этого возвратного гибрида $\frac{3}{4}$ крови стерляди и $\frac{1}{4}$ крови белуги. По предварительным данным, он плодовит. Растет значительно быстрее стерляди. Рекомендуются для акклиматизации в реках, озерах, водохранилищах и других пресных водоемах, где нет стерляди, а также для товарного выращивания в прудах.

Итак, ряд гибридов осетровых, обладающих несомненными хозяйственными свойствами, следует широко внедрять в осетроводство. Наша рыбная промышленность может и должна получать новые жизнестойкие формы рыб, пригодные для разведения в условиях, созданных современным гидростроительством.

Н. И. Николкин

Доктор биологических наук

Всесоюзный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии (Москва)

**ЧИТАЙТЕ В СЛЕДУЮЩЕМ, № 2, ЖУРНАЛА
«ПРИРОДА»**

РАДИАЦИЯ И ПОЛИМЕРЫ. Статья И. М. Баркалова
МОРСКИЕ ПУТИ В ПОЛИНЕЗИЮ. Статья В. И. Войтова

ВАЖНЕЙШИЕ ЗАДАЧИ БИОХИМИИ

VI МЕЖДУНАРОДНЫЙ КОНГРЕСС В США

Очередной VI Международный биохимический конгресс состоялся в Нью-Йорке, с 26 июля по 1 августа 1964 г. В его работе приняло участие почти 7 тыс. биохимиков со всего мира, в том числе около 450 человек из Англии, около 250 из Франции, 45 из СССР, 35 из Чехословакии, 25 из Польской Народной Республики. Конгресс проходил в залах двух новых огромных отелей «Хилтон» и «Американа», расположенных в центре Нью-Йорка. Открытие Конгресса состоялось одновременно в этих двух помещениях, так как ни один из имеющихся в Нью-Йорке залов не мог бы вместить всех его участников. В зале «Американы» Конгресс открыл его президент, профессор Гарвардского университета Д. Т. Эдсолл, а в «Хилтоне» вступительное слово произнес президент Международного биохимического союза, лауреат Нобелевской премии, проф. Севéро Очоа. На пленарных заседаниях с лекциями, посвященными крупным общим проблемам биохимии, выступили Л. Лелюар, О. Хайяши, С. Е. Северин и Э. Ледерер.

Известный аргентинский биохимик, проф. Луис Лелюар, изложил результаты своих исследований, касающихся роли различных нуклеотидов в биосинтезе олигосахаридов (сложных сахаров) и полисахаридов — крахмала, гликогена, хитина, клетчатки. Как известно, именно Л. Лелюар с сотрудниками открыл важнейшую роль уридиндифосфатглюкозы и других соединений нуклеотидов с моносахаридами в процессах ферментативного синтеза сахарозы, трегалозы, маннана, хитина, крахмала, гликогена и клетчатки.

Лекция японского ученого Осаму Хайяши была посвящена его исследованиям в области оксигеназ, т. е. ферментов, играющих важнейшую роль в активации кислорода при дыхании и в различных окислительных процессах, происходящих в живой клетке.

Проф. Севéро Очоа в своем вступительном слове, предшествовавшем пленарным лекциям С. Е. Северина и Э. Ледерера, подчеркнул, что в настоящее время биохимия представляет собой отрасль науки, развивающуюся с невероятной быстротой и захватывающую все новые и новые области знания. С. Очоа указал на то, что биохимия ставит перед собой три основные задачи — исследо-

вание природных соединений, имеющих большое биологическое значение, изучение химической динамики клетки и организма и, наконец, выяснение молекулярного механизма биохимических реакций.

После С. Очоа выступил известный советский биохимик С. Е. Северин, который изложил результаты своих исследований, касающихся биологической активности природных имидазольных соединений. Затем лекцию прочитал известный французский биохимик, директор Института химии природных соединений, проф. Эдгар Ледерер. Его лекция была посвящена химии туберкулезных бактерий.

Со второй половины дня 27 июля началась работа секций и симпозиумов Конгресса. Всего на Конгрессе было 10 основных секций: нуклеиновые кислоты; белки, пептиды и аминокислоты; биохимическая генетика; механизм действия ферментов; специальные проблемы биохимии; углеводы; липиды и стероиды; организация клетки; обмен веществ и его регулирование; биоэнергетика.

В рамках этой тематики работали также симпозиумы, в которых с 25-минутными об-

зорными сообщениями выступили специально приглашенные докладчики. В секциях же заслушивались более короткие, 15-минутные доклады. На Конгрессе была организована выставка биохимической аппаратуры и биохимических реактивов, а также выставка новейшей литературы по биохимии.

Заключительное заседание Конгресса состоялось 1 августа. На этом заседании проф. Стэнфорд Мур, председатель Организационного комитета, кратко подвел итоги Конгресса. Затем слово было предоставлено проф. Эфраиму Качальскому (Израиль), который прочитал лекцию об итогах исследований руководимой им лаборатории в области синтеза и биологических свойств полиаминокислот. Затем лауреат Нобелевской премии Френсис Крик (Великобритания) сделал блестящий по форме и весьма интересный критический обзор современного состояния биохимической генетики.

Говоря о программе VI Конгресса, нужно отметить, что его работа была сосредоточена главным образом на обсуждении результатов исследований, посвященных выяснению структуры и свойств важнейших биополимеров (белков, нуклеиновых кислот, углеводов, липидов), природы их ферментативных превращений, механизма ферментативных реакций, проблем биохимической генетики, регулирования реакций обмена веществ и биоэнергетики. К сожалению, в программе Конгресса была весьма слабо представлена проблематика, касающаяся биохимии растений и прикладной — сельскохозяйственной и пищевой — биохимии.

Еще до начала Конгресса, во время и после его работы советская делегация имела возможность ознакомиться с целым рядом биохимических учреждений и лабораторий США.

В Вашингтоне советские биохимики посетили биохимические лаборатории Национального исследовательского Центра здоровья в г. Бетезде (под Вашингтоном) и лаборатории Национального исследовательского сельскохозяйственного Центра в Бельтсвилле, вблизи Вашингтона. Исследовательский центр в Бетезде представляет собой крупный комплекс нескольких научных учреждений (Институт по изучению артрита и заболеваний обмена, Институт рака, Институт аллергии и инфекционных заболеваний и т. д.), в которых широко представлена биохимия. Здесь работают К. Анфинсен, С. Блэк, Г. Собер, М. Ниренберг, Р. Стэдман и многие

другие видные американские биохимики. В Бетезде мы провели целый день и благодаря любезности дирекции институтов смогли детально ознакомиться с ведущимися там работами по биохимии, с лабораториями и результатами проводимых исследований.

Небольшая группа советских биохимиков (А. И. Опарин, С. В. Дурмишидзе, Т. Б. Дарканбаев, автор этих строк, и несколько других членов делегации) детально ознакомились с организацией и работой биохимических и физиологических лабораторий сельскохозяйственного исследовательского центра. В Национальном сельскохозяйственном исследовательском центре в Бельтсвилле (вблизи Вашингтона) есть ряд отделов и лабораторий, занимающихся разнообразными проблемами сельского хозяйства, начиная от биохимии и микробиологии и кончая вопросами экономики и организации сельскохозяйственного производства. Мы посетили Лабораторию физиологии растений проф. Г. Бортвика, известного своими работами, в которых было доказано присутствие в растениях особого светочувствительного белка, названного им фитохромом и играющего важнейшую роль в явлениях фотопериодизма. Специальная лаборатория, руководителем которой является доктор Р. Стир, занимается исследованием физических и химических свойств растительных вирусов, в частности вируса табачной мозаики. Лаборатория, в которой работает доктор А. Маркус, занимается изучением биосинтеза белка в прорастающих семенах и роли нуклеиновых кислот в этом процессе. Специальная лаборатория занята исследованием физиологических и биохимических процессов, происходящих при созревании и хранении плодов, в частности, процесса образования этилена.

В Бельтсвилле есть большой отдел, в котором ведутся разнообразные исследования по выяснению механизма действия на растения различных гербицидов. Отдел, руководимый доктором Л. Зелени, занимается биохимией и технологической оценкой американских пшениц, причем особое внимание уделяется разработке и применению предложенного Л. Зелени седиментационного метода определения качества пшеницы.

Во время пребывания в Бостоне нам была предоставлена возможность ознакомиться с департаментом биохимии Массачусетского технологического института. Во главе департамента стоит крупный биохимик проф. Д. Бьюкенен. Там работают такие видные ученые,

как проф. А. Рич, известный своими исследованиями в области механизма синтеза белка на рибосомах, проф. Б. Магасаник, занимающийся образованием ферментов у микроорганизмов, доктор Д. Броун, исследующий биосинтез фолиевой кислоты, доктор В. Ингрэм, работы которого по структуре и свойствам гемоглобина широко известны.

В том же Массачусетском технологическом институте А. И. Опарин, С. В. Дурмишидзе и автор этих строк ознакомились с департаментом пищи и пищевой технологии, во главе которого стоит известный американский ученый Н. Скримшоу, занимающийся исследованиями по проблемам белкового питания. В этом департаменте в широком масштабе ведутся работы по изучению химической природы ароматического комплекса различных пищевых продуктов, причем основной метод этих исследований — газовая хроматография. Здесь же под руководством проф. Р. Мателеса изучается биохимия различных бродильных производств, в частности биосинтез у бактерий незаменимой аминокислоты — триптофана.

Часть советских делегатов посетила Гарвардский университет, расположенный вблизи Бостона. Там работает президент VI Международного биохимического конгресса проф. Д. Т. Эдсолл и видный специалист в области физико-химии белков и нуклеиновых кислот проф. П. Дотт.

В Бостоне мы познакомились с Лабораторией проф. А. Майстера, известного своими исследованиями в области обмена аминокислот и механизма действия ферментов. Кафедра биохимии, которой он руководит, находится при медицинском отделе Университета им. Тафта. Весьма интересно было ознакомиться с только что созданным и оборудованным ферментным центром при кафедре проф. А. Майстера. Этот центр предназначен для получения различных ферментов, не производимых биохимической промышленностью США. Он оборудован по последнему слову биохимической технологии и представляет собой весьма современную и интересную организацию.

Во время пребывания в Нью-Йорке советские делегаты посетили ряд исследовательских и учебных биохимических лабораторий. Так, в Рокфеллеровском институте мы детально ознакомились с исследованиями, ведущимися в лаборатории проф. С. Мура, известного своими работами в области структуры фермента рибонуклеазы и создав-

шего вместе с проф. У. Стейном автомат для аминокислотного анализа, широко применяемый в настоящее время во всех биохимических лабораториях мира. Мы побывали в Лаборатории лауреата Нобелевской премии проф. Фрица Липпмана, где ведутся исследования по биосинтезу белков, и в лаборатории проф. А. Мирского, в которой проводятся работы по биохимии клеточного ядра и выяснению роли нуклеиновых кислот в биосинтезе белка, лабораторию проф. Л. Крейга, известного своим методом противоточного распределения, который применяется для разделения различных биологически важных соединений. Мы ознакомились также с общей организацией работ Рокфеллеровского института и с его библиотекой.

Совместно с П. А. Кометиани мы в течение целого дня изучали организацию учебного процесса и исследований, ведущихся на кафедре биохимии Колумбийского университета. Руководит этой кафедрой известный биохимик проф. Д. Риттенберг, который совместно с Р. Шенгеймером ввел в биохимию масс-спектрометрию как метод изучения динамики стабильных изотопов (в частности, тяжелого азота, N^{15}) в организме. В настоящее время он исследует обмен водорода у микроорганизмов.

Благодаря любезности проф. Д. Риттенберга и проф. И. Гудмана мы смогли детально узнать постановку преподавания биохимии в Колумбийском университете, ознакомиться с планом лекционного курса и программой практических занятий по биохимии, со студенческой и аспирантской лабораториями кафедры, с системой отбора аспирантов и организацией всей работы кафедры в целом.

Общее впечатление, которое складывается при ознакомлении с биохимическими лабораториями Соединенных Штатов Америки — это высокий уровень их технического оснащения. Самое широкое применение находят себе различного рода приборы и аппараты, автоматически производящие те или иные анализы, автоматически записывающие и вычисляющие их результаты. Такие аппараты, как автоматический аминокислотный анализатор С. Мура и У. Штейна, как автомат, определяющий радиоактивность и с помощью соединенной с ним электронно-счетной машины «выдающий» готовые расчеты, самозаписывающий спектрофотометр для всего диапазона волн от ультрафиолетовой до инфракрасной области, — все это уже стандартные приборы в биохимических лабораториях.

риях исследовательских и учебных Институтов США.

Вторая особенность, которую нужно отметить,— это широкий размах исследовательской работы и подготовки молодых научных кадров в ВУЗах. Так, например, на кафедре биохимии Колумбийского университета такие крупные биохимики, как профессора Д. Риттенберг, Д. Шемин, Э. Чаргафф, Д. Спринсон, А. Красна, в течение учебного года читают всего лишь 2-3 лекции по курсу биохимии, а почти все свое время посвящают руководству исследовательской работой студентов-дипломников и аспирантов. О размахе научно-исследовательской деятельности ВУЗов свидетельствует, например, тот факт, что в Массачусетском технологическом институте на 3500 студентов приходится около 2500 аспирантов!

В заключение нужно сказать, что участие советских ученых в работе VI Международного биохимического конгресса было весьма важно и полезно. Им удалось из первых рук ознакомиться с результатами исследований в разнообразных областях биохимии, установить личные контакты со многими биохимиками США и других стран, обсудить с ними взаимно интересующие вопросы, ознакомиться с новейшими образцами биохимической аппаратуры и новейшей литературой по биохимии, изучить постановку исследовательских работ и их результаты во многих ведущих биохимических лабораториях США.

Член-корреспондент АН СССР
В. Л. К р е т о в и ч

УДК 577.1

Москва

Заметки,
Наблюдения

КАСПИЙСКИЙ ГЕККОН В ДАГЕСТАНЕ

В литературе до сих пор никогда не указывалось, что в Дагестане встречается каспийский геккон (рис. 1). Тем не менее для многих городов республики он отнюдь не редок. Мы встречали этих ящериц в Махачкале, Буйнакске, Дербенте. Причем в Махачкале на центральной улице вечером иногда можно наблюдать, как они лазают по стенам домов. Гекконов смело можно назвать синантропными животными, поскольку они часто поселяются близ человеческого жилья. В поисках пищи, а также мест зимовок они заползают на склады, в квартиры и библиотеки. Интересно отметить, что почти все известные районы находок гекконов в пределах Кавказа располагаются вблизи морских портов и других крупных торговых путей. Невольно напрашивается мысль о том, что в распространении этого вида ящериц немалую роль сыграл человек. А. Б. Шелковников (1911) впервые высказал предположение о возможности завоза гекконов вместе с товарами из Баку в некоторые другие районы Азербайджана. На наш взгляд, можно допустить, что перевозки товаров сыграли роль не только в распространении гекконов на территории Кавказа, но и в проникновении его туда из Средней Азии.

Сведений о размножении геккона в Дагестане мало. Самка, пойманная 14 июля 1963 г., на сле-

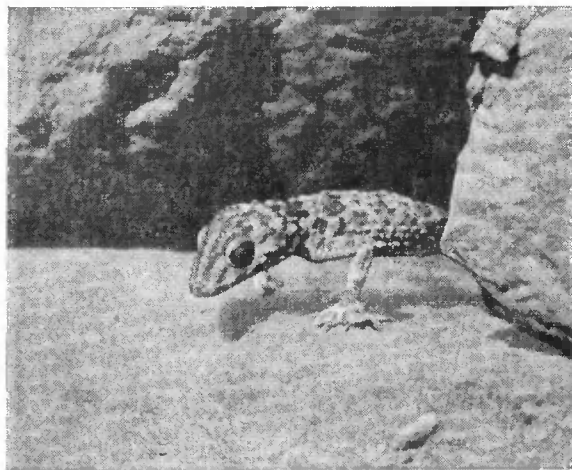


Рис. 1. Каспийский голопалый геккон

дующий день снесла в террариуме одно яйцо с довольно плотной известковой оболочкой. Размер его был равен $12,5 \times 9,5$ мм, а вес — 580 мг. Сеголетки встречаются с первых чисел августа и до начала ноября.

З. П. Х о н я к и н а
Дагестанский государственный университет (Махачкала)

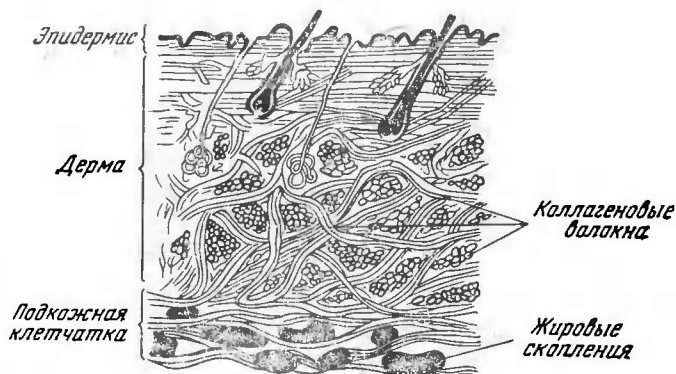
Искусственная КОЖА

«Вечная обувь» аборигенов Южной Америки * От каучука — к резиновой подошве * Ненадежны даже металлические «шпильки» * Русские умельцы — создатели микропористой резины * Будет ли решена проблема? Да! * Слово за полимераи!

Уже многие сотни лет применяют кожу для различных предметов быта. При вскрытии древних захоронений находят кожаную обувь, одежду, ремни. Издавна используется этот материал и в технике для различных прокладок, ремней, манжет, футляров. Столь широкое распространение кожи объясняется ее хорошими универсальными свойствами.

Исходное сырье для изготовления кожи — шкура животных состоит из трех слоев: эпидермиса, дермы и подкожной клетчатки. Эпидермис — это тонкий наружный слой, толщина его составляет 1,5—2% от толщины шкуры. Средний слой, называемый дермой, образуется переплетающимися в разных направлениях пучками волокон. В нижней своей части дерма постепенно переходит в рыхлый, заполненный жировыми включениями третий слой кожи — подкожную клетчатку. Дерму подвергают обработке (дублению), в процессе которой вводят специальные вещества; выбор их определяется назначением кожи. В качестве таких веществ наиболее распространены основные соли хрома; применяются также растительные (таннины) и синтетические (синтаны) дубители.

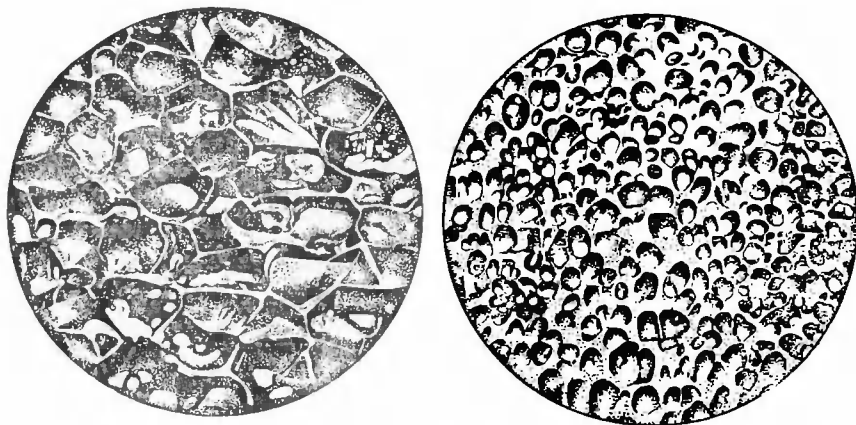
Продубленная кожа отличается от необработанной меньшей усадкой, более высокой пористостью, лучшей устойчивостью к нагреванию и действию химических агентов, большей прочностью. Под микроскопом она состоит из жесткого сплетения тончайших волокон белкового вещества — коллагена, отличающегося высокой прочностью. Волокна толщиной 500—1000 Å перевиты в пучки, толщина которых достигает 90—130 мк, а



Вертикальный срез шкуры крупного рогатого скота под микроскопом. В среднем слое отчетливо видны пучки коллагеновых волокон, не уступающих по прочности стальной проволоке

прочность не уступает мягкой железной проволоке.

Замечательные качества натуральной кожи обусловлены особенностями ее структуры — вязью волокон, сплетающихся и разветвляющихся самым различным образом. В силу этого кожа обладает высокой пористостью, что определяет ее великолепные гигиенические свойства, низкую теплопроводность и высокую проницаемость для воздуха и паров воды, а также повышенное влагопоглощение нелицевой стороной. Все эти свойства особенно важны для создания обуви с хорошим внутренним микроклиматом. Превосходна способность кожи сопротивляться многократным изгибам — она выдерживает 4—5 млн. изгибов без излома.



Микроструктура пористых резин, образованная разложением бикарбоната натрия в резиновой смеси

Казалось бы, все эти положительные качества натуральной кожи делают ее незаменимой. Однако она имеет и серьезные недостатки. Кожа неоднородна по плотности и структуре. Даже рядом расположенные ее участки нередко различны по толщине и прочности, что чрезвычайно затрудняет автоматизацию обувного производства. Большое неудобство вызывает нестандартная форма каждой кожи и различные дефекты на ее поверхности. Если учесть еще и значительное ухудшение гигиенических свойств кожи во влажном состоянии (низкая термостойкость) и сравнительно невысокое сопротивление истиранию, то станет очевидной необходимость создания искусственной кожи, лишенной этих недостатков.

Кроме того, следует учитывать, что в нашей стране развивается главным образом мясо-молочное животноводство, вследствие чего постепенно уменьшается производство тонких и мягких кож типа шевро, опойка, выростка, так как скот в возрасте до года и козы, дающие эти материалы, не забиваются в нужном количестве.

Производство искусственной кожи принято считать молодой отраслью хозяйства, однако еще во времена Колумба удивленные европейцы видели на ногах местных жителей Южной Америки «вечную обувь». Аборигены Нового света изготавливали ее, обмазывая ноги «молоком» деревьев, которое после сушки становилось прочным, непромокаемым. Это, кажется, первый опыт применения искусственной кожи, в данном случае латекса на-

турального каучука, в обувном производстве. Известно, также, что более ста лет тому назад, в 1832 г., в Петербурге была основана резиновая фабрика, изготавливавшая обувь, верх которой делался из ткани, пропитанной раствором каучука.

В наши годы искусственная кожа в ряде отраслей промышленности становится основным материалом. Так, в производстве галантерейных изделий доля искусственных материалов составляет около 85%. Почти две трети выпущенной в СССР обуви теперь

изготавливают с применением синтетики.

На декабрьском (1963 г.) Пленуме ЦК КПСС, наметившем грандиозные задачи по химизации народного хозяйства, уделялось большое внимание и вопросам производства искусственной кожи для обуви. Широкое применение ее вызывается не только нехваткой натурального сырья, но в ряде случаев лучшим качеством и высокой экономичностью.

Из различных полимеров, перерабатываемых в искусственную кожу для низа обуви, используются главным образом синтетические каучуки. Однако путь от каучука до резиновой подошвы длинен и сложен. В каучук вводят наполнители (мел, сажа газовая, белая сажа), мягчители (канифоль, вазелин), вулканизирующие агенты (сера), ускорители вулканизации, красители и т. д. Посредством вулканизации его превращают в эластичный, прочный, химически стойкий и нерастворимый материал.

Такой многокомпонентный материал нужен потому, что подошва в обуви испытывает очень большие нагрузки. При беге, например, удельное давление на носок подошвы составляет $15-30 \text{ кг/см}^2$, а при прыжке на каблучную часть действуют нагрузки свыше 100 кг/см^2 . Не случайно так часто ломаются утоненные каблуки («шпильки»), хотя их иногда изготавливают из металла.

Подошва во время ходьбы непрерывно изгибается, что вызывает в ней расслаивающие напряжения. Подсчитано, что при пяти-месячной носке подошва подвергается более

чем 2 млн. изгибов, а это весьма серьезное испытание. Для износа 1 мм толщины кожаной подошвы достаточно 20—30 дней.

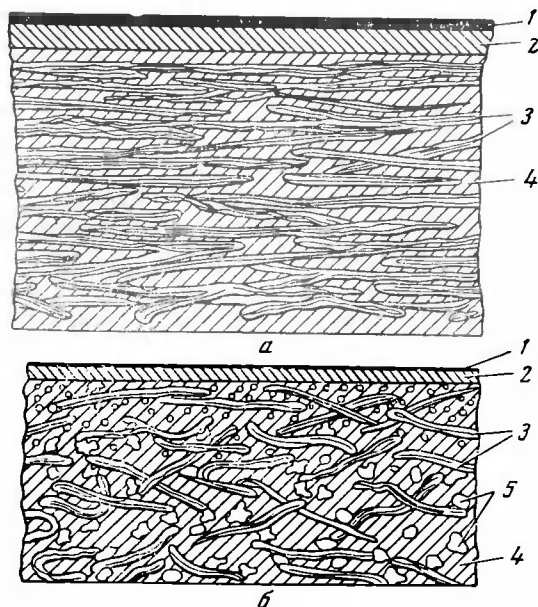
Известно, что капрон — очень стойкий материал. Его с успехом применяют в подшипниках и других деталях, подвергающихся трению. Однако в набойках и каблучках капрон себя не оправдал — эти детали из него быстро изнашиваются. Дело в том, что при истирании подошвы одновременно действуют два вида трения: качения и скольжения, что значительно интенсивнее влияет на материал.

Еще в прошлом веке в России выпускалась монолитная резина для низа обуви. Сейчас горячая вулканизация достигла большого совершенства. Однако такая резина — весьма неполноценный заменитель кожи. Она обладает низкими теплозащитными свойствами, большим скольжением и весом.

Коренные изменения наступили только с появлением микропористых деталей низа обуви. Наша страна является родиной микропористой резины, так как еще в 1900 г. русские умельцы показали на Парижской выставке образцы пористых резиновых губок. Но и эти резины были лишь на 30 % легче монолитных.

В настоящее время, благодаря работам А. Д. Зайончковского, В. И. Алексеенко, Ё. А. Сафрая и других исследователей, мы располагаем резинами любых расцветок с удельным весом до 0,2, т. е. в 4—5 раз легче кожи. Особенность микропористых резин состоит в микроскопической пористости массы резиновой смеси, что достигается в результате разложения некоторых порообразующих веществ (например, бикарбоната натрия — питьевой соды). Эти вещества при нагревании распадаются, при этом выделяется большое количество газообразных продуктов, мельчайшие пузырьки которых наполняют и «раздувают» резиновую смесь. Такой процесс порообразования совмещается с процессом вулканизации каучука. Однако и у этой резины, хотя она завоевала себе широкое признание, есть недостатки и наиболее существенный — большая мягкость. Правда, истираемость ее ниже, чем кожи, но все же достаточно высока. Возникла необходимость придать резине твердость, сохранив одновременно ее удельный вес.

Введение в смесь полистирола могло бы решить эту проблему, но тогда усложнился бы процесс производства. Удачными оказались предложения о применении совмещен-



Структура искусственной кожи «ИК»: а — непористой, б — пористой. 1 — полиамидное покрытие; 2 — лицевая пленка; 3 — волокно; 4 — проклеивающее вещество; 5 — поры

ных полимеров. Был использован бутадиен-стирольный каучук, с общим содержанием 45 % связанного стирола, представляющий собой смесь определенных латексов. Применение этого каучука в резиновых смесях дало очень легкие и в то же время твердые микропористые резины, продолжительность «жизни» которых в 3-4 раза выше, чем у кожаных подошв. Низ обуви стал значительно легче, а теплозащитные свойства легких пористых резин не только лучше чем у кожи, но приближаются к аналогичным свойствам войлока.

Кроме того, созданы так называемые кожеподобные резины. Изготовленные с использованием того же бутадиенстирольного каучука, они обладают большим сопротивлением истиранию и пригодны для обуви при толщине 2,0—2,5 мм. Поверхность кожеподобной резины, обработанная наждачной шкуркой, сходна с поверхностью кожи. Приближает эту резину к коже и сходство пластических свойств. Такая резина успешно заменяет сейчас кожу даже в модельной обуви, где пористые материалы не могут быть применены.

Для отдельных видов обуви, приспособленной к более тяжелым условиям (зимняя, туристическая и др.), используются так называемая транспортная (или полупрозрачная) резина. Ее изготавливают из смесей с вы-

соким содержанием натурального или синтетического каучука.

В настоящее время внедряется литьевой метод производства обуви, когда всю обувь или отдельные ее детали отливают из полимеров. Для этой цели применяют пластик — пластифицированный поливинилхлорид, обладающий некоторыми каучукоподобными свойствами и высоким сопротивлением истиранию. Однако этот материал недостаточно морозостоек и имеет большой удельный вес. Поставлена задача подыскать другие пластики и каучуки.

Есть некоторые виды обуви, где для подошв натуральная кожа непригодна. В ряде производств обувь подвергается воздействию кислот, щелочей, масел, радиоактивных излучений, действию электрического тока. Для предотвращения этого влияния применяют полимеры. Так, на базе полихлорпренового каучука «найрит» созданы маслобензостойкие резиновые подошвы.

Если проблему замены натуральной кожи для низа обуви можно считать уже решенной, то получение искусственного материала для верха остается весьма сложной задачей. Трудность заключается прежде всего в многообразии свойств, которыми должен обладать такой полноценный материал. Как показал подсчет, искусственная кожа для верха обуви должна выдерживать не менее 3,5 млн. изгибов без излома. Она должна быть мягкой, легко формоваться за счет вытяжки, не подвергаться прорыву на месте шва и раздиранию после разреза, быть стойкой к истиранию, не теплопроводной, проницаемой для водяных паров, сохранять способность в известных пределах поглощать влагу и вместе с тем быть водонепроницаемой. Такое сочетание противоположных свойств очень трудно создать в одном материале.

Ценные свойства натуральной кожи обуславливаются ее пористой волокнистой структурой, в которой отдельные белковые (коллагеновые) волокна при изгибе свободно перемещаются одно относительно другого. Путем обработки (дубление, жирование, отделка) натуральной коже придают эластичность, водонепроницаемость и способность противостоять гниению, причем после всех обработок она сохраняет паро- и воздухопроницаемость. Поэтому необходимо, чтобы основа искусственного материала была волокнистой, причем волокна должны быть склеены между собой так, чтобы сохранялась их подвижность.

В настоящее время выпускается искусственная кожа с основой из ткани или волокнистого прочеса. Путем пропитки ткани или нанесения на нее лицевого слоя из пленкообразующих полимерных веществ (каучук, поливинилхлорид, полиамидная смола, нитроцеллюлоза) можно получить кожу, обладающую красивым видом, высокой прочностью и стойкостью к истиранию.

Весьма своеобразны способы изготовления искусственной замши. Как известно, натуральная замша имеет нежную бархатистую лицевую поверхность. Для достижения аналогичного эффекта применяют так называемые вымывной и насыпной способы производства. В первом случае в поливинилхлоридное покрытие ткани вводят значительные количества сернокислого натрия, а при последующем вымывании его достигается образование разветвленной мелкопористой системы, что делает этот материал похожим на натуральную замшу.

Насыпную замшу изготавливают путем приклеивания к ткани вискозных волокон длиной 0,2—0,4 мм. Процесс этот, разумеется, механизирован. После сушки получают материал с бархатистой поверхностью.

Однако эти материалы применимы в основном для верха летней открытой, а не закрытой обуви, так как ни один из видов этой кожи не может конкурировать с натуральной по гигиеническим качествам. Лицевые покрытия или сквозные пропитки, как известно, снижают паропроницаемость такой кожи.

В другом виде искусственной кожи, называемой «ИК», используют волокнистую основу, т. е. параллелизованные в одном направлении хлопковые или синтетические волокна. Чтобы упрочить такую основу ее прошивают хлопчатобумажными или капроновыми нитками в перпендикулярных направлениях. Переслаивание подготовленных таким образом пластин волокнистой основы с проклеивающими поливинилхлоридными пленками и последующее прессование всей системы и дает материал ИК, который теперь широко применяется в кожгалантерейной промышленности (портфели, папки, ремни, футляры), а также в обувной (ремешковый верх у сандалет).

Как видим, сейчас еще нет искусственной кожи, которая смогла бы полностью заменить натуральную для верха обуви. Однако выполнима ли вообще эта задача? На этот вопрос можно ответить утвердительно.

Искусственная кожа должна отвечать двум наиболее важным требованиям — обладать высоким сопротивлением многократному изгибу и проницаемостью. С этой целью в качестве основы применяют трикотаж, в котором отдельные звенья материала сравнительно свободно перемещаются относительно друг друга, а также используют пористые покрытия. При этом материал должен отличаться своими гигиеническими свойствами и быть удобным в эксплуатации. Сочетание таких условий как высокая паропроницаемость, влагоемкость и быстрая теплоотдача создает возможность потовым железам ног осуществлять функции автоматического терморегулирования. Пористость искусственной кожи должна составлять 50—60% ее объема; в этом случае она будет иметь и хорошие теплозащитные свойства.

Лицевая пленка также должна быть пористой, вместе с тем не должна принимать воду, т. е. быть гидрофобной. Это не будет препятствовать испарению воды, мигрирующей из внутренней полости обуви, и одновременно не позволит наружной влаге проникать сквозь кожу внутрь обуви.

Сейчас уже известно несколько способов образования пористости, в том числе метод пиролиза (разложения) порообразующих веществ в полимерах в присутствии волокон. В этом случае поры оказываются соединенными друг с другом при помощи волокон, что делает пористый материал проницаемым для воздуха и паров воды. Применяют также метод объемного набухания волокон в полимере с последующей его сушкой; метод

ворсопроводимости, основанный на том, что пленки, пронизанные ворсинками основы, становятся проницаемыми для жидкостей и газов; способ глубокого тиснения пленок из полимеров и др.

Представляются перспективными и некоторые вновь разработанные пути создания пористых покрытий, в частности способ совмещения процессов порообразования и изготовления самого полимера. Примером может служить получение полиуретанов при взаимодействии диизоцианатов с соединениями, имеющими карбоксильные и кислородные группы. Во время реакции выделяется углекислый газ и получается вспененный полиэфируретан с хорошими гигиеническими и прочностными свойствами. Той же цели можно достигнуть путем извлечения полимера из раствора до высыхания пленки. Таким способом уже изготавливают искусственную кожу с полиамидным покрытием.

Словом, есть много путей создания полноценной искусственной кожи для верха обуви. Можно надеяться, что совместный труд ученых и работников промышленности обеспечит получение и широкое использование искусственной кожи для самых различных нужд как в быту, так и в технике.

*Профессор А. Д. Зайончковский,
М. Х. Бернштейн, Я. М. Яблоко
Кандидаты технических наук
Б. Я. Краснов*

Всесоюзный научно-исследовательский институт искусственной кожи и пленочных материалов (Москва)

УДК 675.81

★ НОВОСТИ — СОБЫТИЯ — ФАКТЫ

НОБЕЛЕВСКИЕ ЛАУРЕАТЫ ПО ФИЗИОЛОГИИ И МЕДИЦИНЕ ЗА 1964 ГОД

Нобелевская премия по физиологии и медицине за 1964 г. присуждена двум выдающимся биохимикам, проф. Конраду Блоху (Гарвардский университет) и проф. Феодору Линену (Институт химии клетки им. Макса Планка в Мюнхене), за исследования путей образования в организме холестерина.

Многолетние работы проф. К. Блоха посвящены в основном выяснению путей синтеза и промежуточных этапов образования в организме холестерина. При помощи изотопной методики К. Блох и его сотрудники установили основные промежуточные этапы синтеза холестерина и показали, что в этом процессе важнейшую роль играет изопентилпирофосфат, «активный изопрен».

Изопентилпирофосфат служит источником основной структурной группировки для синтеза в организме так называемых полиизопреновых соединений, к числу которых принадлежат многие физиологически важные соединения, как стероидные гормоны, некоторые жирорастворимые витамины (группа А и D) и другие вещества.

Исследования Ф. Линена развивались параллельно работам К. Блоха и были посвящены детальному изучению отдельных стадий процесса: выделению ферментов и выяснению механизма их действия на отдельных этапах биосинтеза полиизопреновых соединений. Особенное значение имеют работы Ф. Линена с сотрудниками, которые доказали участие витамина биотина в качестве составной части ферментов, катализирующих перенос CO_2 при синтезе жирных кислот.

*А. Р. Гусева
Москва*



ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ СВОЙСТВА ПРИРОДНЫХ ВОД

Первые сведения о свечении воды под влиянием фильтрованного ультрафиолетового излучения появились в работах физиков еще в начале текущего столетия. Фиолетовое свечение наблюдали даже в дистиллированной воде. Акад. С. И. Вавилов с сотрудниками установили, что очень слабая по яркости фиолетовая люминесценция дистиллированной воды вызывается органическими примесями, попадающими в нее из воздуха, и может быть устранена при повторных перегонках воды в кварцевой посуде с прибавлением сильных окислителей, например марганцевокислого калия.

В дальнейшем связь свечения воды с органическими соединениями, растворенными в ней, была использована гидрохимиками и гигиенистами Советского Союза и за рубежом (США, ФРГ, Югославия) для определения качества воды. Для изучения разнообразных явлений, связанных с эффектом свечения, отечественная промышленность выпускает необходимую аппаратуру: люминесцентный фотометр ЛЮФ-57, флуорометр ФМ-1, спектроэлектрофотометр УФЛ-1, ультрамикроскоп и др.

Мой опыт работы с лабораторным электронным флуорометром ЭФ-3М показал, что этот прибор вполне пригоден для количественной и качественной оценки люминесценции вод. Он удовлетворяет требованиям, предъявляемым к методу «сортового анализа» обнаружения загрязнений, поступающий в водоем, и для оценки качества люминесцирующих соединений.

В приборе свет от газоразрядной лампы, проходя через отверстие диафрагмы, первичный светофильтр и кварцевую оптику, попадает на пробирку, в которую налито 20 мл исследуемой воды и вызывает флуоресценцию светящихся веществ, растворенных в воде. Это свечение попадает на фотоэлемент и через электронный усилитель регистрируется микроамперметром. Показа-

ния микроамперметра прямо пропорциональны концентрации светящихся соединений, растворенных в воде. Прибор снабжен тремя вторичными светофильтрами, которые позволяют выделять отдельные участки спектра люминесценции вод.

Для непосредственного наблюдения за люминесценцией поверхности воды на берегу озера или реки я пользовался портативным аппаратом ЛЮМ-1. Это свечение можно изучать только ночью.

В связи с большой сложностью органического состава природных вод концентраты их после упаривания подвергались разделению при помощи электрофореза на бумаге. Отдельные группы люминесцирующих соединений извлекались из воды и плотного остатка эфиром, этиловым спиртом, раствором щелочи. При нанесении капли вытяжки на фильтровальную бумагу образуется люминесцирующее пятно или зона, которые затем разгоняются соответствующим растворителем. Этот прием получил широкое распространение при определении битумов, гуминовых веществ, нефти.

Объем исследований может быть значительно расширен за счет определения: поляризации свечения, длительности возбужденного состояния, нарастания и затухания свечения и использования «эффекта Шпольского». Это позволит подойти к решению проблем, связанных со структурой и формированием органических соединений природных вод.

Исследования вод, проведенные автором в Киргизии; на озерах Ярославской области, на Череповецком и Рыбинском водохранилищах, позволили выяснить, что яркость и цвет свечения довольно разнообразны и зависят от источника, из которого взята вода, от географической зоны, от степени загрязнения водоема.

Во время гидрохимических исследований на Череповецком водохранилище в конце

июля 1963 г. было обнаружено вертикальное распределение органического вещества. Нижний слой воды на глубине от 8,5 м до 16,5 м светился в 1,5 раза ярче, чем поверхностный. Эта слоистость воды связана с тем, что при заполнении Череповецкого водохранилища были затоплены большие массивы древесной и луговой растительности. В нижнем слое воды полностью отсутствовал кислород, а образцы воды, добытые батометром из этого слоя, имели резкий запах сероводорода. Продукты распада этой растительности, вероятно, явились следствием образования ярко люминесцирующих соединений. Эти соединения можно было проследить ниже по течению реки Шексны до Рыбинского водохранилища.

Повышенная люминесценция придонных слоев и литорали, как правило, присуща всем водоемам. Например, при исследовании свечения вод озер Неро и Плещеево повышенной люминесценцией обладал слой воды у дна толщиной 0,5—1,0 м.

Люминесцентный анализ может быть использован для контроля за качеством питьевых вод и при оценке степени очистки сточных вод.

Свечение чистых вод городских водопроводов, артезианских скважин, родников крайне незначительно по яркости. Воды озер, особенно в прибрежных зарослях тростника, манника и камыша, светятся очень ярко. Высшая водная растительность оказывает влияние и на яркость, и на цвет люминесценции.

Ярко-голубым цветом светится вода аквариума, в котором установилось биологическое равновесие. Колодезные и озерные воды Средней Азии большей частью обладают желтоватым, желто-зеленым свечением, а воды средней полосы Союза светятся сине-зеленым, фиолетовым цветом. В местах сброса городских стоков вода люминесцирует сине-голубым цветом. Это свечение связано с особенностями водного гумуса, с загрязненностью зоо- и фитопланктона, с загрязняющими воду примесями.

Яркость люминесценции в общем прямо пропорциональна степени цветности вод. Это объясняется тем, что гумусовые вещества способны светиться. При наблюдении люминесценции природных вод с высокой цветностью нужно помнить, что коллоидные соединения рассеивают часть видимого света, проходящего сквозь первичный светотильтр. При наблюдении за свечением

поверхности воды в ночное время в водоемах долины реки Чу установлено, что толщина светящегося слоя воды составляет от 0,5 до 0,1 м. Мутные воды светятся темнофиолетовым цветом. Люминесценция прозрачных не загрязненных вод озер напоминает как бы «туман», а в сильно загрязненных водах становится похожей на «молоко». Дно и стенки сооружений, загрязненных нефтью, светятся желтым, синим и голубым цветами.

Наблюдение картины свечения поверхности открытого водоема позволяет непосредственно проследить за путями поступления загрязнений в водоемы. При обнаружении яркого свечения воды, можно констатировать, что в ней присутствуют не конечные продукты минерализации органических соединений (нитриты, нитраты, аммиак), которые не люминесцируют, а соединения, еще не подвергшиеся распаду, со сложной структурой типа углеводов, дикарбоновых кислот, пептидов.

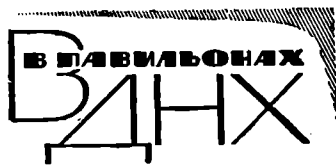
При электрофоретическом разделении концентратов из вод выявляется от 5 до 7 фракций светящихся соединений. Аналогичным образом было разделено органическое вещество из почвы. Зоны желтой и коричневой люминесценции оказались общими для ряда почв и для некоторых вод, особенно с высокой цветностью. Как правило, 2 или 3 фракции на этих электрофореграммах обладают сравнительно большой подвижностью. При проведении электрофореза они движутся (при рН фосфатного буфера 8,6) к положительному электроду. На электрофореграммах концентратов вод и вытяжек из почв отмечены зоны, люминесцирующие голубым, синим, кирпично-красным, оранжевым цветами.

Перспективы развития люминесцентного анализа природных вод связаны с переходом от группового люминесцентного анализа к количественному определению отдельных соединений. Однако дальнейшее развитие люминесцентного анализа природных вод возможно только при условии сочетания приемов химической подготовки образцов вод с регистрацией физических эффектов, связанных с люминесценцией.

В. Е. Синельников

*Институт биологии внутренних вод АН СССР
(Борок, Ярославской обл.)*

УДК 535.37



ЭКСПОЗИЦИИ МИРНОГО АТОМА

В павильоне «Атомная энергия» на ВДНХ широко представлены работы по использованию радиоактивных излучений во всех отраслях народного хозяйства, в научно-исследовательской работе и в медицине. Как известно, развитие атомной энергии дало в руки исследователей большие количества радиоактивных изотопов. Непрерывное совершенствование приборов и новых методов вывели их из лабораторий и они широко используются в промышленности, в геолого-разведочных работах и на сельскохозяйственных станциях. В этой статье рассказывается о некоторых экспонатах павильона «Атомная энергия», отражающих работы советских ученых за последние годы. Речь будет идти о применении радиоактивных и других ядерных излучений при геолого-разведочных работах и в сельском хозяйстве.

НЕЙТРОННЫЙ КАРТАЖ

К 1970 г. объем поисковых геологических работ должен увеличиться вдвое по сравнению с 1963 г.

До недавнего времени поиски полезных ископаемых требовали колоссальных затрат времени и средств, так как геологу приходилось брать очень много проб и пересылать их на исследование в химические лаборатории. При этом, как правило, геолог узнавал результаты исследований не ранее, чем через месяц. В течение этого времени дальнейшие поисковые работы велись в значительной мере вслепую.

Дополнительные трудности возникали в тех случаях, когда изучению подвергались глубинные породы. Для исследования приходилось извлекать из разведочных скважин вырезанный буром столбик породы — керн. Но методика извлечения керна была далека от совершенства: выход керна, вынос породы на поверхность, редко составлял при глубоком бурении более 50% интервала проходки, а часто не превышал 20—40%. При этом в руках геолога оказывались и в дальнейшем подвергались химическому исследованию лишь наиболее крепкие породы из тех, сквозь которые проходила скважина. При отборе керна нередко нарушалась его структура и в большинстве случаев было невозможно точно установить состав газовой среды, заполняющей поровое пространство исследуемых пород. Последнее обстоятельство

особенно затрудняло поиски газоносных слоев.

Переход на бурение скважин без отбора пород, повысивший в несколько раз скорость проходки скважин и эффективность геолого-разведочных работ, стал возможен в связи с разработкой геофизических методов исследования. Эти методы основаны на том, что определения теплопроводности, удельного электрического сопротивления, радиоактивности и других физических свойств горных пород позволяют судить об их структуре, о содержании в них полезных ископаемых, в частности о степени насыщения их нефтью или газом, и о других интересующих геолога особенностях. К геофизическим методам относятся и методы, использующие радиоактивные излучения.

Применение радиоактивных изотопов позволило изучать нефтеносность и газоносность пластов эксплуатационными скважинами, в том числе и заброшенными. В ряде случаев это привело к восстановлению большого числа старых скважин, по которым отсутствовала достоверная геологическая документация.

Всесоюзный научно-исследовательский институт ядерной геофизики и геохимии представил на Выставку ряд экспонатов, иллюстрирующих применение изотопов. В частности, в павильоне «Атомная энергия» экспонируется сейчас созданный в этом институте скважинный ускоритель — генератор нейтронов (рис. 1) и стенд, рассказыва-

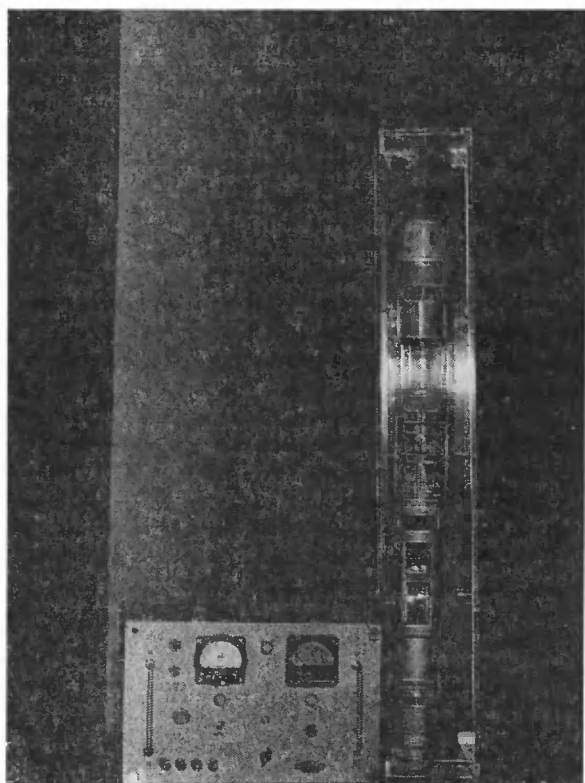


Рис. 1. Импульсный нейтронный генератор

вающий о разработанной в институте методике импульсного нейтрон-нейтронного каротажа (ИННК)¹.

Следует отметить, что сейчас среди радиоактивных методов исследования нефтяных и газовых скважин преобладают методы нейтронного каротажа, так как нефть и вода, присутствующая обычно в нефтяных месторождениях, в различной степени поглощают нейтроны, что и дает возможность определять водо-нефтяные контакты и следить за их перемещением.

Генератор нейтронов и соответствующие датчики опускаются в скважину, получаемая же информация передается по кабелю на поверхность земли.

Метод нейтрон-нейтронного каротажа и ускоритель-генератор нейтронов успешно опробованы на промыслах Татарии, Башкирии,

Азербайджана и Украины. На промыслах Татарии уже начато промышленное внедрение ИННК. Общий объем исследований этими методами составляет сейчас более 10 млн. м нефтяных и газовых скважин в год.

Нейтрон-нейтронный метод позволяет определять непосредственно в скважинах присутствие многих элементов, отличающихся друг от друга тем, что они различным образом взаимодействуют нейтронами. Таким путем удается устанавливать присутствие бора, марганца, кобальта, ртути, вольфрама и других элементов, т. е. осуществлять на месте и с большой скоростью качественный анализ горных пород.

На первой странице вклейки воспроизведена вывешенная в павильоне «Атомная энергия» таблица Менделеева. На ней выделены элементы, которые уже теперь удастся обнаружить в породах радиоактивными и другими ядерными методами.



Рис. 2. В результате предпосевного гамма-облучения сухих семян кукурузы число початков увеличивается до 4—5

¹ Обозначения гамма-гамма картаж, нейтрон-нейтронный картаж и т. п. применяются в тех случаях, когда речь идет об использовании не естественной радиоактивности пород, а реакции их на облучение.



Рис. 3. Колосья исходного сорта ППГ-186 (слева); колосья мутанта «аректоида-72» голубой (справа)

Помимо нейтрон-нейтронного метода при этих исследованиях используется и гамма-гамма-каротаж. Завод «Геологоразведка» представил на Выставку радиометр-анализатор РАП-3. Источником гамма-излучения в этом приборе служит радиоактивный изотоп тулия (Tu^{170}). Сцинтилляционный спектрометр определяет энергию радиоизлучений атомов различных элементов, возникающую под воздействием гамма-лучей. Энергия вторичного излучения характерна для каждого элемента. Прибор позволяет обнаруживать в породах цирконий, ниобий и олово в случаях, если их содержание не менее 0,05—0,1%. При этом анализ занимает всего лишь около 10 минут.

Большая производительность, простота, компактность и экономичность демонстрируемой на Выставке аппаратуры для геофизической разведки полезных ископаемых дают основание думать, что эта аппаратура уже в ближайшее время найдет широкое применение в геолого-разведочных работах.

НОВЫЕ РАДИОМУТАНТЫ

Важный раздел радиобиологии — изучение действия облучений на наследственные свойства растений и животных. За последние годы в Советском Союзе было получено много важных для сельского хозяйства радиомутантов культурных растений.

В павильоне «Атомная энергия» представлены экспонаты, иллюстрирующие результаты предпосевного гамма-облучения сухих семян кукурузы (рис. 2). Эти работы проводились в Институте биофизики АН СССР, Агрофизическом институте, Институте биологии Латвийской ССР и в других научно-исследовательских учреждениях. При этом выяснилось, что урожай зеленой массы кукурузы увеличивается в результате облучения примерно на 21%, в основном за счет увеличения количества початков (как видно на рисунке, вместо обычных одного-двух початков на каждой «ветке» висят четыре-пять). Установлен и механизм воздействия гамма-лу-



Рис. 4. Двухъярусный плуг с удобрителем для послойного внесения удобрений

ЭЛЕМЕНТЫ АНАЛИЗИРУЕМЫЕ ЯДЕРНО- ФИЗИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ



	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII							0
1	H														He
2	Li	Be	B	C	N	O	F								Ne
3	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl								Ar
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn		Fe		Co		Ni		
	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br								Kr
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc		Ru		Rh		Pd		
	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I								Xe
6	Cs	Ba	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	
	Tu	Yb	Lu	Hf	Ta	W	Re		Os		Ir		Pt		
	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At								Em
7	Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Mv

☉ Фотонейтронный метод ● Нейтронно-абсорбционный метод ○ Активационный метод

● Рентгенорадиометрический метод ● Спектрорадиометрический метод

Ядерные методы качественного анализа горных пород позволяют опознавать их быстро и без выемки керна на поверхность



Радиомутанты томатов отличаются высокой урожайностью, раннеспелостью и компактным расположением плодов на кусте. *Вверху* представлен средний урожай зрелых и зеленых плодов за вегетационный период (*Слева* — радиомутант, *справа* — контрольные кусты). *Внизу* — фотография поля, засеянного томатами. *На переднем плане* — контрольные посевы, *вдали* — радиомутанты

чей на сухие семена: повреждаются внутренние структуры и оболочки семян, в результате чего активизируются окислительные процессы и начинается более быстрая мобилизация питательных веществ. В свою очередь, это приводит к увеличению энергии прорастания и ускорению последующего развития растения.

Научно-исследовательский институт центральных районов нечерноземной полосы демонстрирует радиомутант «эректоид-72», полученный при воздействии гамма-лучей на семена озимой пшеницы сорта ППГ-186. На рис. 3 слева изображена исходная форма, справа — радиомутант, обладающий более короткой и прочной соломиной и повышенной устойчивостью к заболеваниям мучнистой росой и пыльной головней.

В Институте биофизики АН СССР и Институте цитологии и генетики Сибирского Отделения АН СССР были получены радиомутанты томатов, отличающиеся повышенной урожайностью зрелых плодов, раннеспелостью и более компактным расположением плодов на кусте. На оборотной стороне вклейки (вверху) показан урожай с пяти кустов нового сорта, весящий 14,3 кг (слева) и урожай с пяти кустов исходного сорта — всего 9,5 кг (справа). Здесь же показано соотношение зеленых и спелых плодов в урожае мутанта и близкой ему формы, снятых в одно и то же время. Разница между посевами контрольных сортов и мутантов отчетливо видна и на фотографии поля, засеянного томатами (та же вклейка, внизу).

Под действием ионизирующего излучения удалось получить новые штаммы микроорганизмов, в частности гриба боверия, паразитирующего на вредных насекомых: картофельной коровке, колорадском жуке, яблоневой плодовой и др. Эти штаммы обладают повышенной паразитирующей способностью.

Эффективным оказалось применение радиоактивных изотопов и для разработки наиболее рациональных способов внесения удобрений и решения ряда других сложных вопросов, связанных с интенсификацией сельского хозяйства.

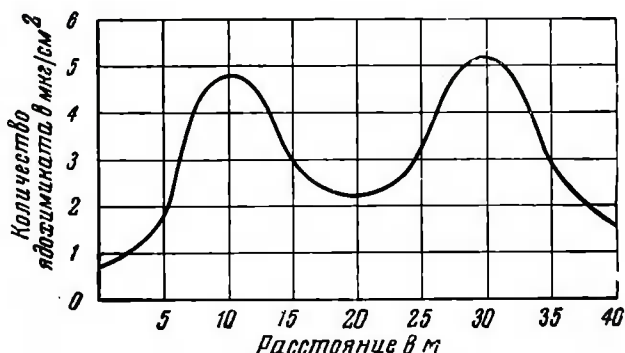
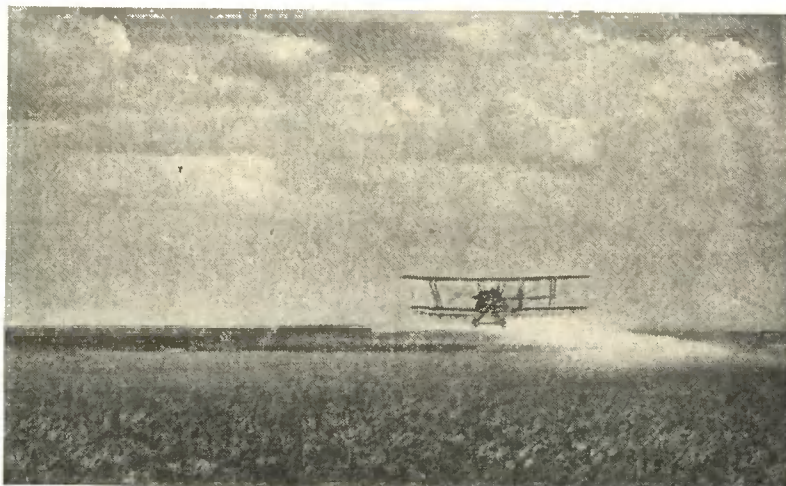


Рис. 5. При рассеивании ядохимикатов с самолета (вверху) распределение препарата неоднородно (кривая внизу)

В Среднеазиатском институте механизации и электрификации сельского хозяйства при помощи радиоактивного фосфора удалось, например, установить, что при «двухслойном» — на глубину в 15 и 25 см — внесении суперфосфата урожай хлопчатника при прочих равных условиях увеличивается на 6 ц с 1 га по сравнению с обычным, однослойным, внесением удобрений. В павильоне «Атомная энергия» можно увидеть фотографию плуга, сконструированного специально для двухслойного внесения удобрений (рис. 4).

Интересная закономерность была установлена при изучении распределения ядохимикатов по площади во время рассеива-

ния их с самолетов. При помощи меченых атомов удалось выяснить, что в полосе рассеивания образуются два максимума и ясно выраженный минимум (см. кривую на рис. 5). Очевидно, что «струя» ядохимикатов отбрасывается воздушным потоком пропеллера в стороны — обстоятельство, которое не учитывается обычно при опылении посевов. А как показали исследования Всесоюзного института защиты растений (они тоже экспонируются в павильоне «Атомная энергия»), воздействие малых доз гербицидов может стимулировать развитие сорняков. Но именно такие условия могут создаваться в полосе разряжения при распылении гербицидов с самолетов.

Институт картофельного хозяйства представил интересную работу, проведенную при помощи «меченого» гиббереллина. Оказа-

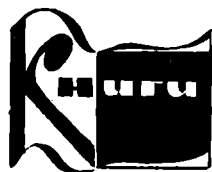
лось, что предпосевная обработка клубней этим препаратом и опрыскивание растений в период начала клубнеобразования повышает урожай картофеля на 15—20 ц с 1 га. При этом исследовании применялся радиоактивный фосфор.

Мы смогли рассказать здесь лишь о нескольких интересных экспонатах из числа тех, что выставлены сейчас в павильоне «Атомная энергия» на Выставке достижений народного хозяйства СССР, но уже эти примеры свидетельствуют об огромном диапазоне применения на практике достижений атомной науки.

Е. Ф. Выборнова, В. В. Жеглов

Старшие инженеры-методисты павильона «Атомная энергия» ВДНХ СССР (Москва)

УДК 630: 621. 039. 9



А. П. Белобров

ГИДРОГРАФИЯ МОРЯ

Изд-во «Транспорт», 1964, 515 стр.,
ц. 1 р. 23 к.

Обеспечение безопасности плавания по морям — такова главная задача, стоящая перед морскими гидрографами. Конечной целью гидрографических исследований является создание морской карты, составление лоций, руководств для плавания и других пособий по судовождению. Гидрография занимается разработкой методов и способов получения этих пособий, учит применению этих методов при измерениях на местности и их обработке.

Гидрограф должен хорошо знать геодезию, топографию, гидрологию, геофизику, морское дело, судовождение. Гидрография моря — одна из древнейших наук, которая возникла вместе с мореплаванием. До середины XIX столетия она занималась изучением морей и океанов. Во второй

половине века возникла океанография, и еще позже, уже в наше время — океанология. Гидрография моря сохранила за собой функции обеспечения безопасности мореплавания. Гидрограф — это прежде всего моряк, океанолог, но вместе с тем он и геодезист, астроном, топограф, гидрометеоролог.

В историю морской гидрографии золотыми буквами вошли имена выдающихся деятелей отечественной гидрографии. Многие гидрографы, океанологи, моряки, полярники воспитывались на трудах известного советского ученого-гидрографа, доктора географических наук А. П. Белоброва. Начиная с 1937 г. его книги, руководства, наставления по гидрографическим работам сопровождают советских гидрографов в экспедициях.

В последней работе А. П. Белоброва помимо официальных источников использован особенно ценный материал — богатый опыт гидрографических работ в арктических морях, накопленный подразделениями Гидрографического

предприятия Главного Управления Северного морского пути. В книгу впервые включены материалы об использовании радиолока, фазового зонда, импульсного радиодальномера и гидролокатора, приближенного решения геодезических задач на большие расстояния, классификации форм подводного рельефа и признаков ожидаемой характеристики рельефа дна, исправления глубин в районах сплошного промерзания воды, обработки попутного промера, морской радиолокационной съемки и т. д. В книгу включен краткий исторический очерк развития методов гидрографических работ.

При выполнении гидрографических работ все большее значение приобретает морская радиолокационная съемка, вошедшая в практику гидрографии лишь за последние 15 лет. Систематизированы виды и методы радиолокационного обследования, а также обработка материалов.

А. И. Алексеев

*Кандидат географических наук
Москва*

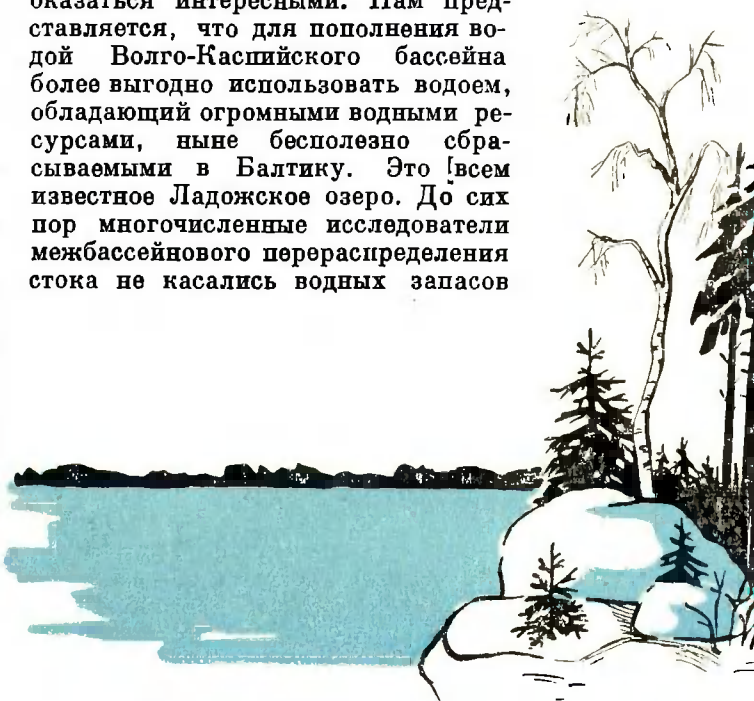
ЛАДОЖСКО-КАСПИЙСКИЙ ВОДНЫЙ ТРАКТ

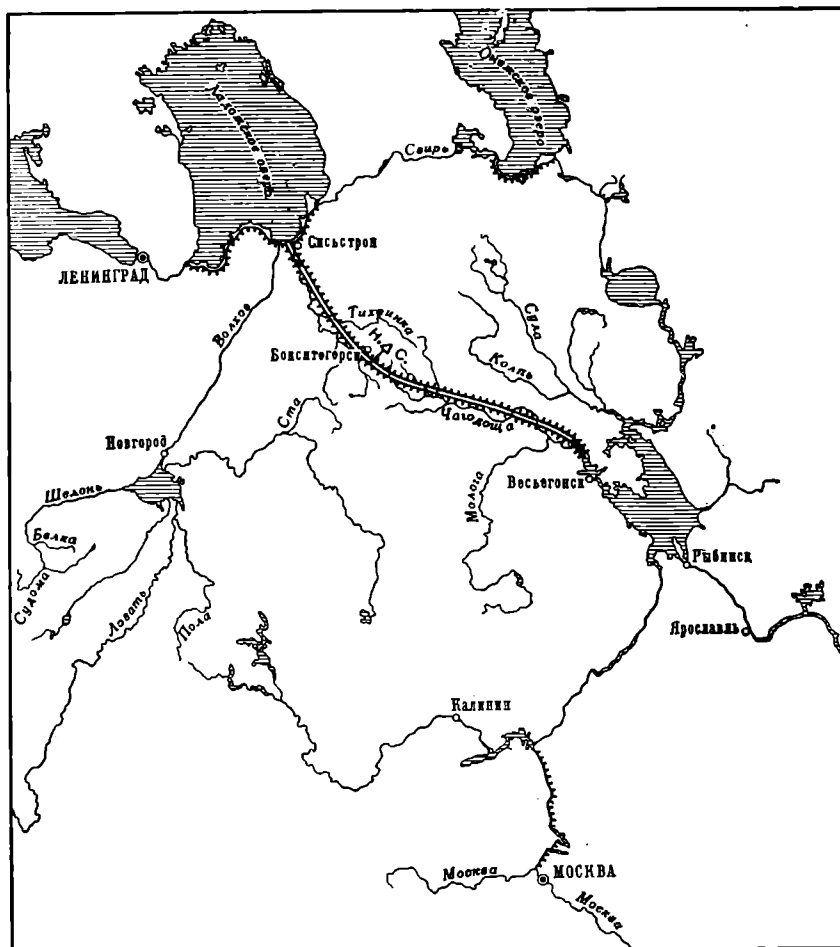
Советский Союз располагает обильными водными ресурсами, однако распределение их по территории страны неравномерно и не всегда соответствует потребностям экономических районов и промышленных центров. Нарастает дефицит в воде и в ряде областей Центра, Украины, Урала, Средней Азии. Для ликвидации разрыва между потребностями в воде различных отраслей народного хозяйства и возможностями местных ресурсов у нас построены и строятся водопроводящие системы: каналы (им. Москвы, Северный Донец — Донбасс, Днепр — Кривой Рог, Иртыш — Караганда и др.), каскады гидроэнергетических узлов (на Воле, Днепре, Дону) и множество других сооружений комплексного назначения. Известны, например, проекты использования южными и центральными районами избыточного стока многоводных северных рек Европейской части Союза и сибирских рек. Одна из крупнейших проблем такого рода — переброска стока Печоры и Вычегды в Каспий, с устройством огромного водохранилища, с направлением около 40 км³ воды по Каме и Волге.

Воды относятся к той категории природных ресурсов, которые непрерывно изменяются и на поверхности, и в недрах. Их надо бережливо охранять и целесообразно расходовать. Однако при этом необходимо помнить, что при строительстве гидротехнических сооружений нельзя снимать со счетов те последствия, которые влечет за собой затопление больших территорий. Не лишен в этом отношении недостаток и проект переброски воды северных рек в Каспий. При образовании водохранилища потребуется полностью исключить из хозяйственного оборота огромную площадь (свыше 1,55 млн. га). И это в основном земли речных долин, лучшие земли республики Коми, лесные массивы, используемые в хозяйстве местным населением, земли, хранящие в своих недрах запасы нефти, газа, угля, минеральных солей и других ценных ископаемых.

С нашей точки зрения, направляя воды, из районов избыточного стока в маловодные необходимо, в первую очередь, стремиться к минимальному (если оно вообще неизбежно) затоплению полезной площади. В литературе достаточно освещено значение переброски стока северных рек в бассейн Каспия для орошения земельных массивов в Заволжье,

а также обводнения и освоения обширной территории в Прикаспийской низменности, Волго-Ахтубинской долине и в других районах Нижнего Поволжья. Тем не менее нам хотелось бы поделиться соображениями, которые в свете этой проблемы могут оказаться интересными. Нам представляется, что для пополнения водой Волго-Каспийского бассейна более выгодно использовать водоем, обладающий огромными водными ресурсами, ныне бесполезно сбрасываемыми в Балтику. Это всем известное Ладожское озеро. До сих пор многочисленные исследователи межбассейнового перераспределения стока не касались водных запасов

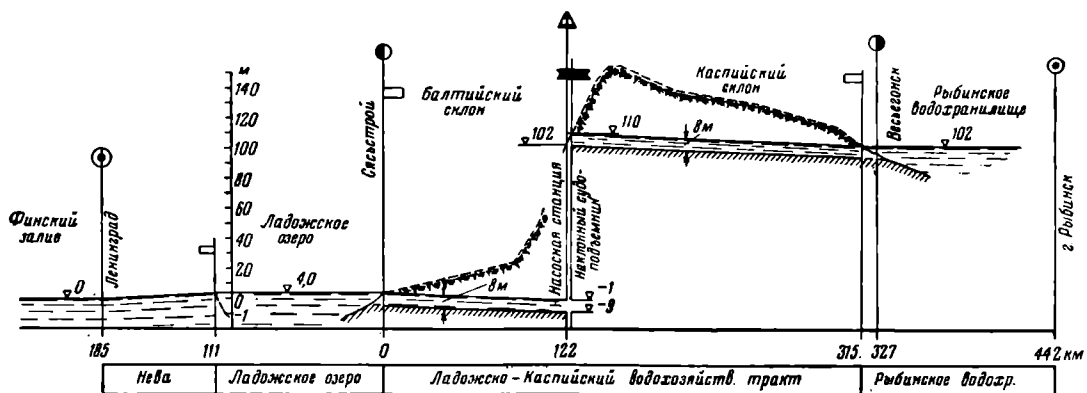




Ладожского озера в таком плане, и предложений об использовании ресурсов Ладоги не возникало.

А не целесообразно ли водный сток с территории северо-запада нашей страны, аккумулированный в Ладожском озере, направить внутрь страны, в том числе и в бассейн Волги — Каспия?

Ладожское озеро — главный аккумулятор стока всех основных рек, стекающих с площади около 276 тыс. км². Водные запасы озера через Неву сбрасываются в Финский залив. Средний годовой сток Невы составляет около 80 км³ (т. е. больше, чем сток всего Днепра — 52 км³ с водосбора 503 тыс. км²). Объем Ладожского озера составляет 911 км³, что почти в 12 раз больше годового стока из озера. Площадь зеркала воды 18 400 км², длина акватории — около 200 км;



наибольшая ширина — 124 км. Глубины в северной части озера — до 225 м, в южной — 20—30 м. Наибольшие колебания воды в озере достигают 30 км³; амплитуда колебаний уровня по 93-летним наблюдениям составляет 2,9 м. Наибольшие уровни воды были в 1889 и 1924 гг., наименьшие отмечены в 1921, 1939 и 1940 гг. Высота волны доходит до 3 м; наблюдаются на озере сейши. Течения преимущественно ветровые; в Волховской и Свирской губах течения связаны с впадающими в них реками.

Регулируя сток, озеро способствует образованию очень малых колебаний уровня и расходов воды в Неве. Судоходство на озере длится до 210—220 дней. Вдоль южного берега для проведения судов построены обводные каналы.

Технически проблема подачи воды из Ладожского озера в бассейн Волги — Каспия может быть решена по простой, мы бы сказали, подкупающей схеме. Установленный водохозяйственным балансом объем стока из Ладожского озера можно забрать, например, в районе Сясьстроя с отметки 4 м (или около 5,5 м) самотечным каналом длиной 120 км и подать с помощью насосных установок (одной или двух) на волжский склон, на отметку порядка 110 м. Далее, также самотечным каналом длиной около 200 км, используя частично местные реки, вода подается в Рыбинское водохранилище на отметку 102 м. Из этого водохранилища ладожская вода следует по Волге в Каспий и попутно вырабатывает электроэнергию на действующем волжском каскаде гидроузлов.

Намечаемая водохозяйственная трасса на своем пути использует частично р. Сясь, Тихвинку, Чагодоцу и Мологу, т. е. идет по направлению, близкому к тому, которое привлекло в свое время внимание Петра I. Примерно по этому пути впоследствии была построена Тихвинская судоходная



система. Однако сейчас Ладожско-Каспийскому тракту придано принципиально новое назначение: дать комплексное решение проблемы водорегулирования для внутренних частей нашей страны, недостаточно обеспеченных водными ресурсами.

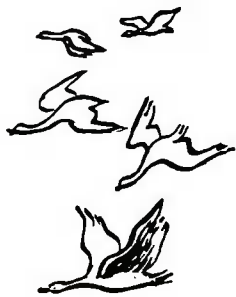
Если перебросить ладожский сток в объеме, равном тому, который намечен в Камско-Вычегодско-Печорском комплексе, т. е. около 40 км³ воды ежегодно, то это становится достижимым посредством канала с расходом порядка 1250 м³/сек и насосных станций общей мощностью около 1,5 млн. квт. Причем затраты электроэнергии на перекачку стока (около 13 млрд. квт·ч) почти возмещаются выработкой дополнительной энергии на Волжских гидроузлах и на гидроузлах, создаваемых параллельно со строительством самого тракта на реках Сясь, Чагодоца, Молога.

Основное преимущество этого варианта обводнения Волги—Каспия, по сравнению с тем же Камско-Вычегодско-Печорским комплексом,—это почти полное исключение затопления земель. Свыше 1,5 млн. га полезного земельного фонда (в том числе под лесом около 1,3 млн. га) будет сохранено для народного хозяйства республики Коми.

С другой стороны, изъятие воды из Ладожского озера уменьшит расходы воды в Неве, что будет способствовать уменьшению подъема воды при наводнениях в Ленинграде, связанных с влиянием нагонных и стонных ветров. Наконец, Ладожско-Каспийский водохозяйственный тракт позволит значительно сократить длину судоходного пути из Волги в Ленинград по сравнению с реконструированным Волго-Балтийским путем.

Если длина судоходной трассы по Волго-Балту от Рыбинска до Сясьстроя, включая и участок бывшей Мариинской системы Череповец — Онежское озеро (длиной 360 км),





составляет 930 км, то по Ладожско-Каспийскому тракту от Сясь-строга до Рыбинска длина пути равна 490 км. Таким образом, трасса сокращается на 440 км, т. е. почти в два раза, и поток грузов от Рыбинска до Ленинграда будет преодолевать соответственно меньшее расстояние.

В качестве основного судоходного сооружения на Ладожско-Каспийском тракте выбран транспортный наклонный судоподъемник, устанавливаемый на 122-м километре канала, при переходе с ладожского на волжский склон. Судоподъемник оборудуется камерой, в которую помещается судно, с такими ори-

ентировочными размерами: длина 110 м, ширина 18 м, глубина воды в камере 3,65 м. Уклон пути, по которому будет перемещаться камера, принимается равным 0,05, и длина пути, соединяющего нижний и верхний бьефы тракта, при одной перекачке составит около 2 км. При средней скорости движения камеры в 0,5 м/сек полная продолжительность подъема судов будет около двух часов. Для первой очереди работ можно принять две линии, по которым будет производиться подъем судов. Не исключена возможность применения и других вариантов судоходных сооружений, но это уже предмет последующего проектного оформления идеи.

Следует также подчеркнуть, что если на Мариинском тракте после его реконструкции останется 7 шлюзов (вместо 30 старых), плюс 3 шлюза на самой Свири, то по Ладожско-Каспийскому достаточно будет только одного перевального судового подъемного узла. Естественно, что для прохождения пути на одном шлюзе потребуются гораздо меньше времени и соответственно сократится расход воды.

Таким образом, Ладожско-Каспийский водохозяйственный тракт позволит исполь-

зовать до сих пор бесполезно сбрасываемые за пределы страны водные запасы Ладоги для обводнения территории и орошения засушливых районов и в средней полосе. По сравнению с Камско-Вычегодско-Печорским комплексом Ладожско-Каспийский тракт имеет то существенное преимущество, что при одинаковом объеме переброса исключается затопление более 1,5 млн. га ценных земель.

Недобор электроэнергии на Камско-Волжском каскаде ГЭС при отказе от переброски стока северных рек (10,8 млрд. кВт·ч) легко компенсируется использованием этой части стока каскадом гидроузлов на Печоре и Вычегде: Усть-Войским, Усть-Куломским и др.

Некоторое превышение строительных работ на Ладожско-Каспийском тракте касается преимущественно земляных работ — выемок¹. Экономическая эффективность Ладожско-Каспийского водохозяйственного тракта несомненна. Предварительные подсчеты показывают, что общий размер капиталовложений составит около 450 млн. руб.; на 1 м³ полезно используемой воды — 1,1 коп.; ориентировочный срок осуществления строительства — три года. Так как при этом проекте территория не затопляется, исключаются расходы на переселение и другие издержки.

Все это дает основание предполагать, что для переброски в бассейн Волги — Каспия наиболее эффективно использовать воды Ладожского озера.

И. А. Кузнецов,
Ф. К. Тихомиров
Москва

УДК 626.23

¹ По ориентировочным подсчетам, объем выемок по Ладожско-Каспийскому тракту с частичным использованием местных рек составит 800 млн. м³, а объем работ по Камско-Вычегодско-Печорскому комплексу составит: выемка и насыпь 680 млн. м³, бетон и железобетон — 1,3 млн. м³, отсыпка камня и фильтровых материалов — 2,4 млн. м³.



ОХОТА С МАГНИТО- ФОНОМ



Сороки обладают способностью имитировать человеческий голос. Есть сороки, которые произносят больше десяти слов

Фото Ю. Памеранцева

Живая природа полна звуков. Пение пернатых, «голоса» млекопитающих и насекомых, концерты лягушек... Полны звуков казались бы безмолвные глубины рек, морей и океанов.

Еще недавно для записи всей этой многообразной «симфонии» живой природы не было необходимой техники. Но вот на смену граммофонным пластинкам пришла запись на магнитную пленку. У ученого и натуралиста-любителя появился помощник — магнитофон, чудесный аппарат, позволяющий по-новому изучать природу.

Высокое качество звучания, отсутствие помех и шумов, возможность многократного использования без ухудшения качества и немедленного воспроизведения после записи, длительность непрерывного звучания — делают его своеобразной «записной книжкой» исследователя природы.

Для безружейной охоты в живой природе, записей «голосов» различных представителей животного мира наиболее удобны портативные магнитофоны типа «Репортер—М-75». Питание этого аппарата находится в одном футляре с прибором. Жаль лишь, что шнур, которым он соединен с микрофоном, короткий и затрудняет работу в условиях экспедиции, а каждый, кто занимается звукоза-

писью, знает, что наращивание шнура — задача нелегкая. Да и микрофон, применяемый в этом магнитофоне, еще далеко не совершен. В ближайшее время поступит в продажу и другой малогабаритный полупроводниковый магнитофон на батареях, «Орбита». Сконструирован также и переносный магнитофон «Нуза-20».

Охота с магнитофоном требует хорошего знания экологии животных, большого терпения и применения разнообразных приемов. Имеет значение и то, где будет укреплен микрофон. Важно, чтобы он находился как можно ближе к «выступающим».

Натуралисты знают, что у многих певцов наших лесов есть излюбленные «певчие» деревья. Заметив такое дерево, на нем и следует укрепить микрофон. Разумеется, его необходимо замаскировать, иначе он может испугать птицу.

На Всесоюзной студии грамзаписи орнитолог Б. Н. Вепринцев создал уникальные записи голосов птиц. Много дней провел он с магнитофоном в лесной чаще, подолгу сидел «в засидках», чтобы не упустить нужный момент и записать голоса пернатых.

Записи воспроизводят трели соловья, голос дрозда, тетерева, овсянки и других обитателей наших лесов. Пластинка эта выпу-



Поет кустарниковая камышовка

Фото Ю. Померанцева

щена Апрелевским заводом массовым тиражом.

«Охотой» с магнитофоном увлекаются не только у нас в стране. Радиоккомпания Би-Би-Си выпустила каталог, в который заключено более ста записей сделанных за последние пятьдесят лет почти во всех странах мира. В Корнельском университете в США, а также в Кембридже и Оксфорде в Англии собраны большие коллекции звукозаписей голосов птиц, млекопитающих, рептилий и насекомых.

В Венгрии есть специальный музей, где наряду с живыми птицами экспонируются их голоса, записанные на магнитную пленку.

Но не только из эстетических или научных побуждений ведутся записи «симфонии» живой природы. Иногда они преследуют и другие цели. Так, на многих аэродромах чайки мешают взлету и посадке самолетов. Записывая тревожные крики пернатых на магнитную пленку и воспроизводя их в районе аэродрома, люди научились успешно отпугивать этих птиц¹. Не подлежит сом-

нению, что этот способ найдет свое применение и для отпугивания вредных птиц от садов и полей, а также в привлечении полезных птиц¹.

Практическое применение магнитофон сможет найти и для промысла рыбы и морских позвоночных. Уже сейчас он помог ученым зафиксировать целый ряд биологических шумов в, казалось бы, безмолвных водах голубого континента.

Зоологический музей Академии наук СССР предполагает около отдельных экспонатов установить магнитофоны. Посетители смогут нажать кнопку и услышать «разговоры» птиц и животных. Так «немой» музей будет озвучен.

Одним из страстных пропагандистов нового метода изучения живой природы при помощи магнитофона является профессор Ленинградского университета А. С. Мальчевский. В его фонотеке — голоса более чем 60 различных птиц. В ней есть магнитофонные записи голосов жаворонка, вальдшнепа, кукушки, глухаря, славки-черноголовки. . .

Создание звукового атласа живой природы нашей Родины имеет большое научное и воспитательное значение. Пора бы приступить к систематическому выпуску грампластинок и магнитофонных лент с записями голосов птиц и живой природы. Эти пластинки и ленты должны получить распространение как пособие для школ и выс-

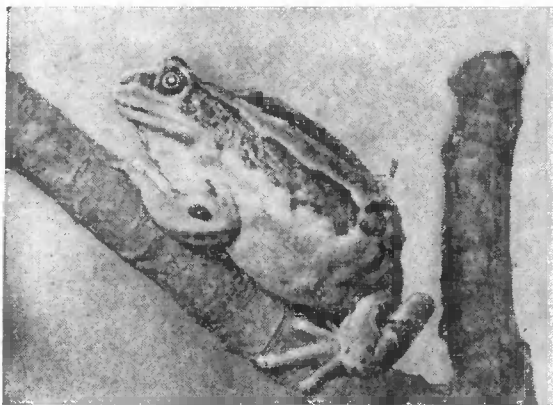
¹ См. «Природа», 1964, № 7, стр. 80—82.



Поющая пеночка-теньковка снята в окрестности г. Ханты-Мансийска

Фото Ю. Гордеева

¹ См. «Природа», 1964, № 5, стр. 95—97.



Сумчатая квакша тоже известная «певица»

ших учебных заведений, как средство популяризации знаний о природе.

Следовало бы подумать и о выпуске спе- УДК 881.8

циальной портативной звукозаписывающей аппаратуры для охотников с магнитофоном, подготовить и издать научно-популярную литературу по технике звукозаписи в природе, объявить конкурс на лучшие записи голосов наших птиц.

Создать звуковой атлас одни ученые, конечно, не смогут. В этой работе должны принять участие сотни и тысячи любителей-натуралистов. «Охота» с магнитофоном должна стать не менее распространенной, чем съемка живой природы фото- и кинолюбителями. К этому полезному и увлекательному делу необходимо привлечь зоологические институты, общества охраны природы, Союзы охотников, Всесоюзное радио.

Ю. И. З а м е н с к и й

Ленинград

★ НОВОСТИ СОБЫТИЯ ФАКТЫ

ПОМИДОРЫ В ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ПОЛЕ

На страницах журнала «Природа» писалось о новом методе скоростного дозревания томатов в магнитном поле¹. Вместе с учащимися средней школы № 1 города Великие Луки мы проверили этот интересный опыт американских ученых, который подтвердился. В свою очередь мы предположили, что ускоренное созревание помидоров будет происходить также в электрическом поле, например на пластине, соединенной с положительным полюсом источника тока.

Для проверки этого предположения осенью 1964 г. были проделаны опыты с помидорами в средних школах № 1 и № 6. В обеих школах пять одинаковых светло-зеленых помидоров помещали на две круглые пластины от школьного демонстрационного конденсатора. Пластины клали на стол плашмя на расстоянии 40 см одна от другой и соединяли с

отрицательным и положительным полюсами батареи.

В средней школе № 6 опыт поставили 7 октября 1964 г. Пластины были присоединены к батарее напряжением в 9 в (6 последовательно соединенных элементов по 1,5 в). Через неделю на пластине, соединенной с положительным полюсом, все пять помидоров дозрели, превратясь из светло-зеленых в красные. На пластине, соединенной с отрицательным полюсом, созрел только один помидор, один пожелтел, два побурели и один остался зеленым. В контрольной партии два помидора пожелтели, три остались зелеными.

8 октября 1964 г. такой же опыт был поставлен в средней школе № 1. Здесь пластины присоединялись к двум последовательно соединенным элементам общим напряжением в 3 в. На пластине, соединенной с положительным полюсом, все пять помидоров созрели 22 октября 1964 г.

На пластине, соединенной с отрицательным полюсом два помидора созрели, три остались зелеными. В контрольной партии три помидора созрели, два остались зелеными. Опыты повторялись автором в Великолукском пединституте и дома, но результат был тот же.

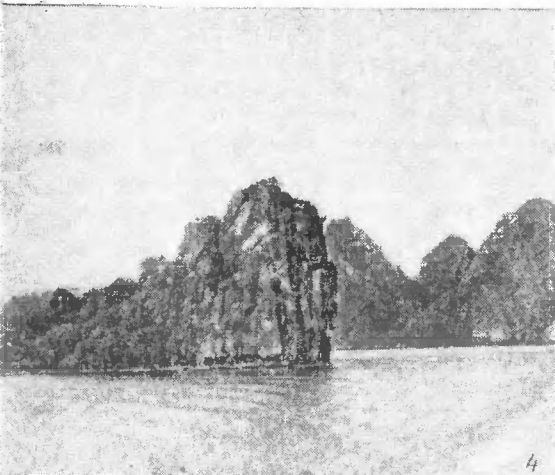
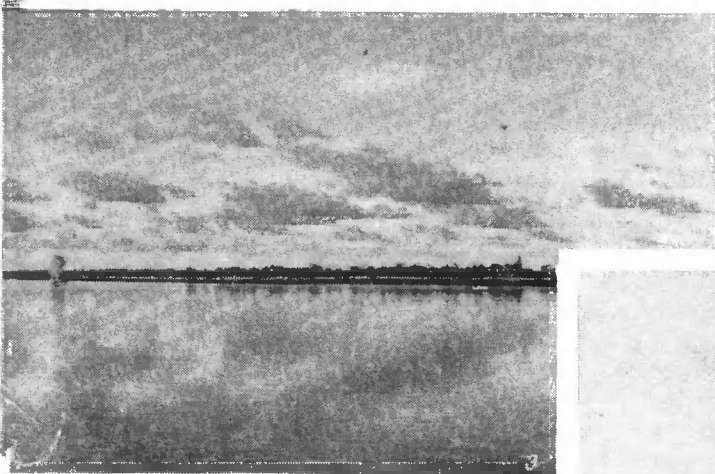
Таким образом, многократными опытами было установлено стимулирующее действие электрического поля, причем на металлической пластине, соединенной с положительным полюсом батареи, созревание зеленых помидоров происходит быстрее, чем на такой же пластине, соединенной с отрицательным полюсом.

Описанный метод ускоренного созревания помидоров в электрическом поле может найти практическое применение, тем более, что осуществим он почти без затраты электроэнергии.

Ф. Я. Б а й к о в

Великолукский педагогический институт

¹ См. «Природа», 1963, № 11, стр. 114.



Когда я отправлялся из Москвы в Юго-Восточную Азию, казалось, мне придется окунуться в необычный мир тропической природы с ее яркими красками, непроходимыми джунглями, ароматными и непонятными плодами, змеями необыкновенной величины, хлопотливыми и дерзкими обезьянами. А может быть, удастся услышать топот стада диких слонов, нагоняющих страх на человека? И вот я в Северном Вьетнаме. Вместе с проф. В. Г. Завриевым мы были приглашены Государственным Комитетом наук ДРВ для работы по организации географической группы и консультации по теме «Природное районирование». Мне пришлось путешествовать по стране и жить в Ханое три месяца.

Вьетнамские ГЕОГ

ЭКЗОТИКА

Первые впечатления от вьетнамской природы запомнились очень ясно. Солнечный день. Маленький паровозик тянет небольшие вагоны в гору, его путь извивается по зеленым долинам. А кругом действительно удивительный мир южных ландшафтов, не сравнимых с нашими, но и не похожих на те, которые я представлял себе, собираясь в дальний путь.

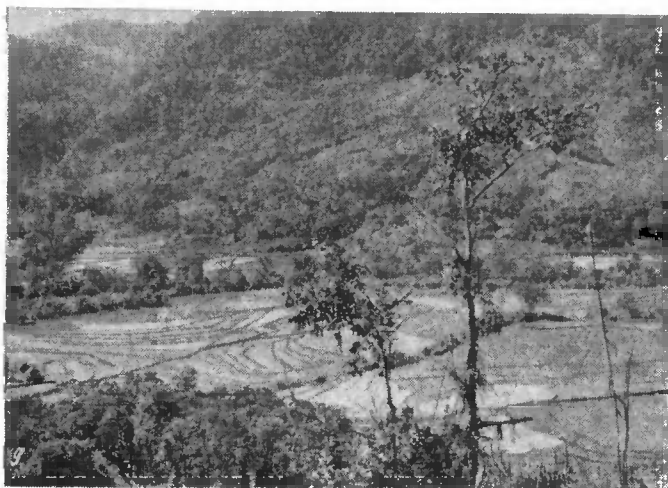
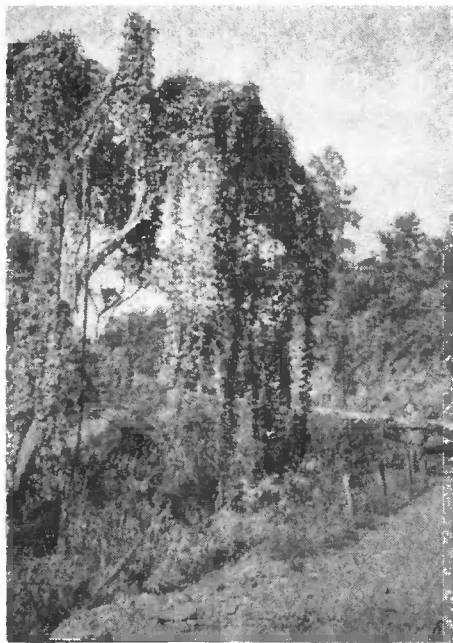
На улицах Ханоя всегда оживленно (1). Затопленные равнины реки Дай (2). Красная река ниже Ханоя (3). Сотни скалистых островов разбросаны по заливу Ха-лонг (4). Медленно плывут изящные лодки по узкому каналу севернее города Винь (5).

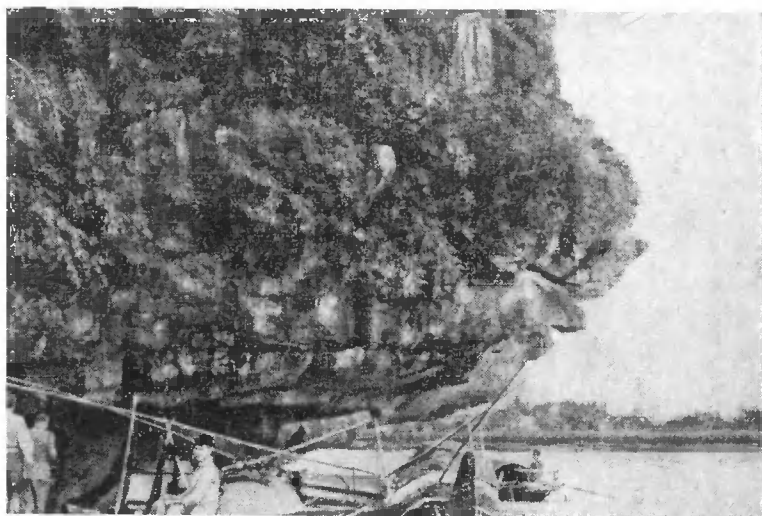
Путешествия

Впечатления РАФА

Стоял октябрь, летняя духота уже спала, но термометр показывал еще 30° в тени. Не было осенних пестрых красок в лесах, яркости увядающей природы. Горные джунгли, как всегда, зеленели густой листвой. Неугомонных обезьян на воле я увидел однажды, напрягая зрение и стараясь различить их среди переплетений лиан, веток и стволов деревьев. Не слышал и топота слонов, а на все расспросы нам отвечали, что где-то в глубине Аннамского хребта, на границе с Лаосом, может быть сохранилось голов пятьдесят, а то и меньше. Вот в Лаосе... недаром это государство называют страной десяти тысяч слонов.

В провинции Лай-Тяу лианы одевают деревья кружевами, тянутся на десятки метров (6). Деревня в дельте Красной реки всегда окружена деревьями, а рисовые поля подступают прямо к домам (7). В дельте вырос сахарный тростник, высотой более трех метров, и это без искусственного орошения (8). Там, где рельеф горной долины позволяет, появляются террасированные рисовые поля (9). Река Сонг-Да или, как ее называют в литературе, «Черная» (10).





Река Дай подмывает известковый останец у города Нинь-Бинь

Впрочем, одного старого самца я видел и даже фотографировал. Его знает весь Ханой, он ныне постоянный житель зоопарка, а в прошлом герой войны Сопротивления, когда помогал бойцам Народной армии перетаскивать в горах орудия и вообще выполнял всякие тяжелые работы. У него тогда сломался правый клык, и фотографии-любители стараются снимать животное всегда с левой стороны: так эффектнее. Заслуженный слон пользуется большой любовью и уважением у вьетнамцев; он даже награжден орденом за боевые заслуги.

А змеи? Как-то одна змея встретила на нашем пути. Вернее, не в пути, а во дворе дома для приезжих, в городе Као-банг. Увидев нас, змея быстро уползла в густой кустарник и исчезла с глаз. Желающие познакомиться со змеиной экзотикой предпочитают посетить ханойский змеиный питомник — так спокойнее. Здесь нередко экскурсанты, они с интересом смотрят, как работники питомника ловко управляют с самыми страшными змеями — удавами, королевскими кобрами и другими грозными гадами. Но такая экзотика удовлетворяет далеко не всех. Она не страшная, и поэтому легко был подхвачен рассказ о змее-чудовище, опубликованный в одной из ханойских газет летом 1963 г.

Если верить автору, то в одном из районов Северного Вьетнама в горном лесу обнаружился гигантский удав, который уни-

чтожал домашний скот и терроризовал все население в округе. Нашелся отважный охотник, решившийся с риском для себя освободить народ от чудовища. Он один отправился в лес на его поиски. Нашел. Поединок был суров и, как говорится в сказке, — не на жизнь, а на смерть. 18 пуль послал богатырь в кровожадного зверя, который, умирая, в агонии извивался по земле, ломал стволы деревьев, разрывал толстые лжаны. Длина удава оказалась равной 35 м. Его тушу два буйвола притащили в ближайшее селение, где он и был съеден счастливыми жителями. Хороший конец.

Не правда ли, эта история звучит, как легенда о Змее Горыныче? Ведь зоологи не знают удавов более пяти-шести метров длиной. И только сетчатый питон и анаконда в исключительных случаях достигают 10—11 м. Это и есть легенда, которая с легкой руки ищущего сенсацию корреспондента, стала «достоверностью» и настолько удивительной, что просочилась и в нашу печать¹.

А природа Вьетнама действительно поразительна для человека, впервые попавшего в тропики. Полноводные реки текут к океану, густые леса покрывают ее горы, богаты недра, круглый год парит лето. Но тяжел труд вьетнамского крестьянина. Щедрая

¹ Заметка «Бой с чудовищем» была опубликована в газете «Вечерний Киев», а затем 28 февраля 1964 г. перепечатана газетой «Горьковский рабочий». А может быть, не только ею, — этого я не знаю.



Большая дамба — дорога в дельте Бак-бо. Справа могильные холмики, такие места нельзя пахать, здесь обычно пасется скот

природа оказалась не всегда милостивой к нему. То тайфун нагрянет с моря, то широко разольются реки и затопят поля, то прекратятся дожди, когда земля жаждет влаги. И колониальное прошлое нельзя забыть. Все, что можно было, вывозилось из страны. Только изгнав колонизаторов, народ свободно вздохнул и стал осуществлять планы экономического развития.

СЕРДЦЕ РЕСПУБЛИКИ

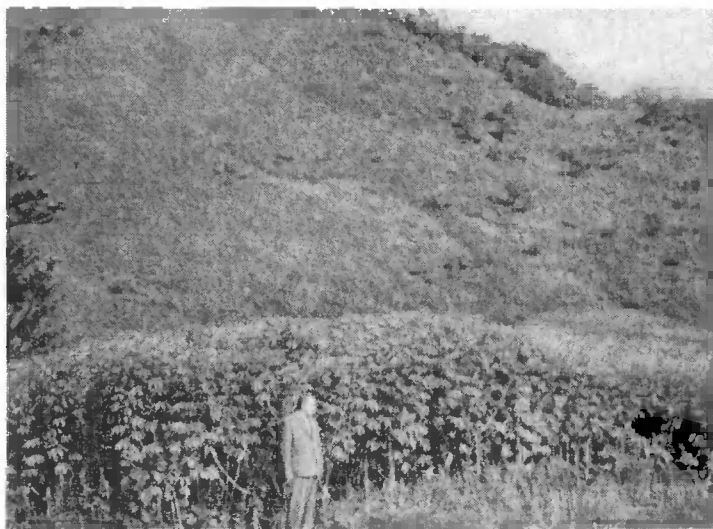
Дельта Красной реки — самая населенная часть Северного Вьетнама. Здесь расположены почти все крупные города, в том числе и столица Ханой. Познакомимся с природой этой дельты, с сельским хозяйством, и станет ясно, как приходится бороться вьетнамским крестьянам с невзгодами природы.

На первый взгляд, эта плоская заболоченная аллювиальная равнина кажется однообразной, лишенной каких-либо отличительных признаков. Но, конечно, такое впечатление создается только при поверхностном знакомстве из окна быстро мчащегося по хорошей дороге автомобиля.

Бесконечны рисовые поля. Местами урожай уже собран. Но вот рядом тяжелые колосья только нагибают гибкие стебли, а на отдельных делянках яркой молодой зеленью поднимаются всходы рассады — основа будущего урожая. Часты, очень часты крестьянские селения. По дорогам между ними движение, как по улицам многолюдного города. Деловито крутят педали велосипедисты, горбатые зебу и маленькие лошади, чуть побольше пони, тянут двухколесные тележки с грузами. Пешеходов тоже много. Нередко на бамбуковом коромысле они несут корзины с рисом, овощами, зерном, речным илом для удобрения полей, и даже... с детьми.

Каждое селение окружено деревьями. Глядя на них в относительно прохладные январские дни, чувствуешь, что находишься в тропиках. Громадные листья банана, высокие густые заросли бамбука, дынное дерево папайя — с пучками прикреплённых к стволам крупных плодов, по форме и размеру напоминающих небольшую дыню, стройные пальмы с раскидистыми гибкими ветвями. И всюду вода: на полях, в каналах, в полноводных реках, озерах — старицах. Земля, как губка, пропитана водой, она и друг и враг земледельца.

Красная река или Сонг-Хонг — как называют ее вьетнамцы — главная река Север-



У холмов и на их склонах культивируют маниоку, сильные крахмальные корни которой едят подобно картофелю. Маниока однолетняя культура, она истощает почву и способствует ее эрозии

ного Вьетнама. Она действительно несет воду кирпично-красного цвета, размывая окрашенную латеритную почву, кору выветривания.

Небольшая по протяжению Красная река по водности в два раза превосходит Амур, в три раза — Днепр. А по длине она в два-три раза меньше их. Ежегодно Красная река проносит мимо Ханоя 122 км³ воды. Это целое море! Но ведь в дельту Бак-бо устремляются и другие реки, тоже широкие, тоже многоводные: Тай-Бинь, Кам, Кай. Они образуют сложный рисунок запутанных протоков, стариц, озер, а человек еще прорыл каналы, и вокруг рек и каналов нарастил дамбы, которые протянулись на десятки и сотни километров.

Подсчитано, что в Бак-бо длина только основных дамб превышает 2300 км. Грандиозная работа выполнена крестьянами при помощи лопат и тех же корзинок на бамбуковом коромысле. Но на это потребовалось более 1000 лет. Первая дамба была возведена вдоль Красной реки в начале нашей эры.

Когда летом идут тропические ливни, реки несут громадное количество воды. По Красной реке, например, в паводок проходит за единицу времени в пятьдесят раз больше воды, чем в межень. Уровень у Ханоя поднимается на 12 м выше межennого, и только дамбы спасают столицу.

Зачем они нужны? Люди хотели обезопа-



Ноябрь. Сбор риса урожая десятого месяца. Дельтовая равнина у города Хайфон

силь себя от разрушительных наводнений на низменных равнинах, защитить посевы от губительного затопления. Это была борьба с жестокой природой. С одной стороны, реки создали идеально плоскую равнину с плодородными почвами, на которой живет восемь с половиной миллионов человек, или около 60% всего населения Демократической Республики Вьетнам. В отдельных районах плотность населения 1500 человек на 1 км².



Известковые возвышенности, изъеденные карстом, граничат с дельтой у города Нам-Динь

Но эти дамбы во многом усложнили работу вьетнамских крестьян. Они подпружили низменность, и вода обильных летних дождей подолгу застаивается, затопляя рисовые поля и вызывая их гибель. Красная река, закрытая защитными валами, течет в высокую воду на несколько метров выше окружающей местности, и прорыв этих валов грозит опустошительными наводнениями городам и селам. Кроме того, река не откладывает в дельте весь плодородный ил, не обновляет почву, а уносит в море, береговая линия которого перемещается ежегодно на 100 м. Это огромная величина. За столетие океан отступает на 10 км и молодые аллювиальные земли заселяются человеком, заботливо ее обрабатывающим. В низовьях реки Дай за 130 лет (с 1830 г.) дельта продвинулась к морю на 15—18 км, т. е. ежегодно более чем на 120 м. Но было бы лучше, если бы речные наносы оставались в дельте, ее почвы удобрялись бы самой рекой и за счет новых наносов могли бы поднять свой уровень низменные заболоченные места. 89 млн. т ила ежегодно сбрасывает Красная река в океан.

Дельта Красной чуть-чуть поднимается над уровнем океана: 45% всей ее площади располагается на высотах до 1 м, только 3% лежит на высотах более 3 м. Затопляемые площади достигают значительных размеров, здесь крестьяне получают лишь один урожай риса в сухое время года, вместо двух-трех урожаев на хорошо дренированных почвах.

Вода в низинах образует озера-болота глубиной 0,7—1,2 м, иногда больше. Из-за ничтожных уклонов (всего 3—5 см падения на 1 км) и дамб она стекает медленно. В таких условиях пахарь пашет по пояс в воде, буйвол с трудом тянет плуг и как только слой воды достигнет 50 см, уже сажают рассаду риса одновременно на большой площади: так больше гарантии, что вода не смоет еще не укрепившиеся растения. Летом, когда идут дожди, обводненные площади пустуют, здесь плавают на лодках и ловят рыбу большими сетями. Только в зимний сухой период сеют рис, который собирают в пятый месяц по вьетнамскому календарю, почему его в нашей литературе называют майским, хотя это может происходить и в июне.

В Индо-Китае летние дожди бывают грандиозными. Известно выражение «тропический ливень». Так вот, один такой тропический ливень, который продолжался три дня, с 22-го по 25-е сентября 1953 г., в провинции Тхань-хоа обрушил на землю 847 мм воды

(примерно полторы среднегодовых нормы осадков, которые получает Московская область). Только за одни сутки 24 сентября небеса сбросили 729 мм воды. Другими словами, вся поверхность равнины Тхань-хоа была покрыта слоем воды в среднем толщиной 85 см. Реки выпли из берегов и затопили много селений. Дороги, которые прокладываются на насыпях, были покрыты водой на несколько десятков сантиметров. Движение остановилось. А в г. Тхань-хоа по улицам ездили на лодках, и в городских кварталах на время поселились мелкие рыбешки из небольших речек и оросительных каналов. Серьезно пострадали рисовые поля, часть посевов была смыта, другая часть погибла на корню, не выдержав затопления, когда колосья оказались под водой и сгнили ¹.

Мы познакомились с низинным затопляемым районом Нам-Диня, который всего на 30—40 см возвышается над уровнем моря. Чахлая болотная растительность пробивалась сквозь воду, разлившуюся за пределы видимого горизонта. Местами дамбы пересекали это озеро-болото и, извиваясь, уходили вдаль. Поверхность дамб — это дороги, иногда хорошие, асфальтированные, но большей частью мощенные щебнем, либо просто грунтовые. А склоны дамб — пастбища. При обильном тепле и влаге трава быстро растет. Но я здесь никогда не видел высокой растительности, она скармливалась скотом, либо под корень срезается специальными тесаками, затем промывается в воде, и в таком виде она используется как корм для работающих на рисовых полях буйволов.

Вдоль дамб тянутся ложбинообразные понижения. Они подобны плоским и мелким руслам, по обе стороны окаймляющим дамбы. Когда человек возводил их, он где-то должен был брать землю как строительный материал. Так возникли эти понижения — карьеры, теперь еще выполняющие роль коллекторов.

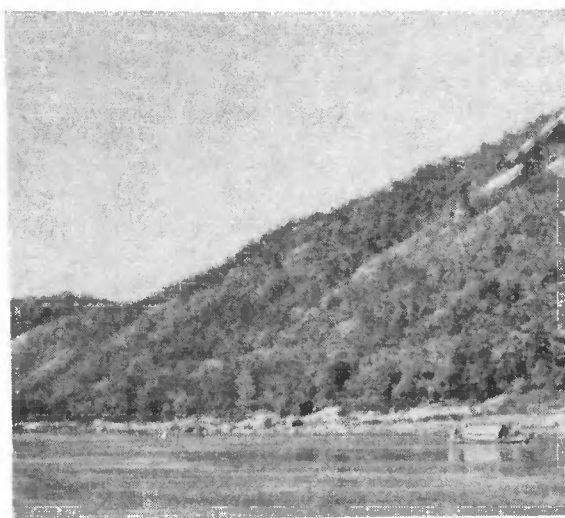
Затопленную равнину Нам-Диня решили осушить. Но естественный сток ничтожен,

¹ Мне рассказывали, что в дельте Меконга — главной реки Индокитайского полуострова, в плавнях растет так называемый водяной рис — длинный злак, введенный в культуру сравнительно недавно. Он обладает удивительной способностью быстро расти при подъеме воды. Чем выше ее уровень, тем быстрее тянется стебель, спасая колос. Такое соревнование продолжается с успехом для растения, которое достигает в ряде случаев высоты в 5,5 м. Созревший рис крестьяне собирают, когда сойдет вода, а если она задерживается, тогда жнут серпами прямо с лодок.



У порта Хонгай, центра добычи угля, который отсюда вывозят и в другие страны. Залив Ха-лонг

поэтому система каналов малоэффективна. Вода, как из закрытой плоской чаши, сама не стекает. Вьетнамские инженеры предложили установить несколько мощных насосных электрических станций, которые выкачают излишки влаги в период дождей и подадут для орошения полей воду из ближайших рек и каналов в засушливое время. 85 тыс. га полностью будут использованы под два урожая риса в год.



Узкие речные долины в горах Северного Вьетнама окаймлены крутыми склонами, заросшими лесом

ВОДОХРАНИЛИЩА

Крестьянство дельты веками жило в постоянной борьбе с водой. Но без нее нет и жизни. Даже во влажных тропиках посевы риса нуждаются в обильном орошении речными водами. И конечно, нередко стихия уничтожала труд рисоводов целых селений, уездов и провинций, обрекая население на голод. И только теперь наступает конец злым силам стихии. Насосные станции — это только начало. Нужно регулировать расходы рек, а для этого необходимо строить крупные водохранилища в горных долинах, где будут собираться летние запасы воды с тем, чтобы расходовать их по мере надобности. На водохранилищах смогут работать и электростанции, они обеспечат энергией города и села дельты. Уже началось сооружение одного такого водохранилища на реке Да — самом крупном притоке Красной. И когда реки будут покорены, я думаю, придется разрушать многие дамбы, чтобы они не задерживали сток дождевых вод, чтобы почвы ежегодно обновлялись, удобряясь свежим речным наилком, чтобы повышался уровень дельты, чтобы постепенно улучшались ее мелиоративные условия.

Но в горах Северного Вьетнама строить водохранилища и плотины с электростанциями не просто. Горы подвержены землетрясениям. Горные долины, как правило, глубоки и узки, межгорных котловин мало, и они сравнительно невелики по площади. В таких котловинах формировались своеобразные центры земледелия с густым населением. Уклоны рек в результате длительной и энергичной эрозии, даже в горных участках, малы. А сами долины обычно узки и крутосклонны. Эти морфологические особенности речных долин Вьетнама требуют строгого учета. Строительство плотин, даже невысоких, вызовет значительный подпор воды по длине долин (основой реки и ее притоков), но необеспеченными окажутся емкости, необходимые при большом расходе рек и концентрации стока в летне-муссонный период. Неизбежно при этом также затопление основных площадей поливного земледелия и населенных пунктов, приуроченных нередко к низким террасам.

ПРИБРЕЖНАЯ ЗОНА

Своеобразны и берега Вьетнама, протянувшиеся на многие сотни километров по

Тихому океану. Ведь по существу эта страна лежит вдоль моря. Не случайно рыболовство и добыча других продуктов моря — важная отрасль экономики республики. Узкой лентой в виде латинской фигурной буквы S между Южно-Китайским морем на востоке и Лаосом и Камбоджей на западе лежат земли Вьетнама. Местами горы близко подходят к морю и даже обрываются в океан, и горные скалистые острова, разбросанные близ берега как бы показывают продолжение направления горных хребтов под водой.

Особой славой пользуется залив Халонг, где на мелководье образовался громадный архипелаг больших и малых островов. Мы посетили этот живописный уголок, привлекающий туристов и отдыхающих. Наш катер плыл по лабиринту скалистых островов, отвесно обрывающихся к морю. Трудно было оторваться от фантастической картины сверкающего солнцем моря и бесконечного разнообразия причудливых очертаний скал. Сколько островов? Десятки, сотни? Никто еще их точно не подсчитал.

Обрывы известняков, скалистые стены, иногда голые, но большей частью заросшие кустарниками, поднимаются на 20, 40, 100 м. Они доступны только орлам да чайкам, гнездящимся в расщелинах скал. Говорят, еще недавно здесь жили обезьяны, которые спускались к морю в полосе прибоя и выскивали различных моллюсков. В тихих заливах видны парусные лодки рыбаков, промысляющих не только рыбу, но и креветок, крабов, и другие дары южного моря. Оно совсем не кажется страшным в этом мире скрытых заливов, бухт, проливов. Здесь не бывает штормов.

Катер приближается к широкому проходу, зияющему в виде низкой арки. Все пассажиры спускаются на палубу, снимают высокую вентиляционную трубу. Медленно и осторожно движется судно под аркой. С потолка свисают натечные кремнистые столбы — сталактиты, капельники. За воротами открывается чистое озерко, маленькое море, которое со всех сторон окружено высокими горами. Проход в это озерко возможен только через арку.

Несколько тысячелетий назад прибрежная зона Азии начала опускаться. Тихий океан медленно, но упорно наступал на сушу. Плоские приморские равнины оказались под водой, они образовали большую полосу мелководий. По речным долинам море проникло особенно далеко в глубь материка, возник-

ли узкие и длинные, часто глубокие, заливы — эстуарии. Пользуясь ими, океанские суда поднимаются в порты, лежащие на значительном расстоянии от современной береговой линии. Таков крупнейший порт Северного Вьетнама — Хайфон.

Медленное опускание земной коры привело к затоплению низких межгорных долин и самой нижней части гор. Но морская вода не смогла покрыть горы целиком. Они торчат еще в виде останцовых скал среди морских просторов. Это как бы свидетели, ясно говорящие о некогда бывшей здесь горной стране. Останцы Ха-лонга — часть материка, затопленного океаном. Об этом же говорят и малые глубины, окружающие острова: в водах архипелага до дна всего 2—8 м, редко больше.

Горы Ха-лонга опустились в океан, они отпали от материка, стали морскими островами. Чем южнее, тем ровнее климат, тем меньше разница в погодах различных сезонов, но даже и на широте 17° бывают дни, когда ощущается холодное дыхание северной зимы.

В декабре 1963 г. мы купались в Южно-Китайском море. Было солнечно и жарко. Мы занялись поисками раковин. Каких только их не было! А солнце жгло немилосердно. И только море охлаждало, кидая на горячее тело белопенные волны, кружевной скатертью покрывающие песок у самой кромки воды.

Вечером ханойское радио сообщило о том, что ожидается северо-восточный ветер. А это значит — настанет плохая погода, мокрая и холодная. И действительно: с утра небо заволочко тучами, резкий ветер принес холод, и сильный ливень с небольшими перерывами шел в течение всего дня. Дороги размокли, к ногам прилипла темно-красная латеритная глина. Реки налились свинцом, их поверхность кипела мелкими пузырьками. Так яростно их бомбардировали дождевые капли. А море с гневом бросало свои помутневшие воды на берег.

Мы молча ехали в автомашине, закрыв окна. В смотровое стекло крупной дробью стучали дождевые капли и, собираясь в ручейки, сбегали вниз. Вдоль дороги под порывами ветра качались деревья казуарины, сгибая свои ветви на юго-запад. А бамбук грациозно склонялся к земле и целовал ее своими длинными и узкими листьями. Ветер свистел в чащах рош.

Даже крестьяне прекратили свои ра-



Январь. Обильно плодоносит апельсиновое дерево в горах Там-Дао на запад от Ханоя

боты. Рисовые поля покрылись глубокой водой, земляные валики между ними почти нигде не проглядывались, не видно было и неизменных буйволов, папущих вечно мокрую, насыщенную влагой почву. Поля казались безбрежным, скучным, серым озером. Мы покидали самую южную точку наших маршрутов по Северному Вьетнаму, р. Бенхай, текущую по семнадцатой параллели.

ТРОПИЧЕСКИЕ КУЛЬТУРЫ

Нам показали молодое государственное хозяйство, которое специализируется на производстве таких тропических культур, как гевея, черный перец и чай. Оно расположено на высоких базальтовых холмах с плодородными почвами.

О каучуковых деревьях — бразильской гевее — уже написано много. Известно, как они теплолюбивы, как наклонной чертой надрезается их кора поперек ствола и как из такого надреза каплями сочится молочно-

белая густая жидкость — латекс, которая собирается в чашки — металлические пиалки, прикрепленные к деревьям. Этот драгоценный латекс после переработки превращается в каучук. Гевея выделяет сок в стремлении зарубцевать рану, нанесенную человеком, и ей это удается. Постепенно надрез на коре затягивается, и капли все реже и реже падают в чашку, и, наконец, выделение сока совсем прекращается.

На утро вновь приходит человек и опять острым ножом снимает с коры следующий слой, толщиной всего в один миллиметр. И опять дерево плачет молочно-белыми слезами. И так каждый день, кроме дождливых и прохладных. Только в период листопада гевея отдыхает, набирается сил.

Интересно, что в тропических условиях Вьетнама чай нередко растет уже не кустарником, а большим деревом. Встречаются такие отдельные экземпляры, что два человека не могут полностью охватить его ствол. И еще — вьетнамские крестьяне заваривают кипятком зеленые чайные листья, только что снятые с дерева или кустарников, поднимающихся иногда здесь до высоты в два-три метра. Получается оранжевый ароматный бодрящий напиток, пить его нужно без сахара.

Но с самым большим интересом я знакомился с культурой черного перца. Этот король пряностей плодоносит в странах Южной Азии, на полуостровах Индо-Китая и Индостана и на островах Индонезии. Европейские купцы средневековья ходили на Восток, преодолевая трудности длинного и опасного пути с тем, чтобы приобрести восточные пряности. На вес золота продавали они свои товары по возвращении в Европу. С тех пор прошли века, а черный перец по-прежнему желанный и дорогой продукт.

Черный перец растет в виде цепляющегося за другие деревья кустарника и по существу представляет лиану с воздушными корнями, которыми она прикрепляется к стволам соседних растений. Эти воздушные корни образуют пучок белых коротких волосков, вырастающих между листьями. Почему-то лучшим соседом перца считается хлебное дерево. Еще не выяснены их биологические связи, но в этом госхозе нам говорили, что хлебное дерево с успехом заменяется деревом мык. Поэтому здесь их сажают рядом. Но перец растет быстро — он за три года под-

нимается на 2 м высоты, а дерево-спутник отстает в своем развитии и не может служить ему подпоркой. Цветет перец в марте, но мартовские цветы обрывают, чтобы не завязывались плоды. Второе основное цветение приходится на июль и урожай снимают в мае следующего года. Культура эта капризная, требует громадного количества тепла и большого периода для созревания плодов. Они нанизаны в виде стручка мелкими горошинами, которые собирают и высушивают на солнце или на огне. Их поверхность стягивается и сморщивается, приобретая при этом черный цвет.

Агрономы тропического государственного хозяйства рассказали нам, что они делают опыты разведения перца с опорой на бетонные столбики, выкрашенные известью в белый цвет. Оказывается, такая поверхность вполне устраивает лиану, которая своими воздушными корнями цепко прикрепляется к известковой корочке. Я сам видел подобную плантацию. Но при этом есть одно обязательное условие — поверхность столбика должна быть всегда влажной. Хотя здесь дожди весьма часты, но бывают периоды, когда солнечные дни следуют один за другим. Чтобы столбик не высыхал, на его верхней торцевой поверхности устанавливается жестяная банка с калиброванным отверстием, через которое постоянно сочится вода. Время от времени рабочие наполняют такие банки. По мнению агрономов, опыты удаются, и в ближайшие годы их можно будет перенести с опытных полей на широкие площади плантаций.

Черный перец — одна из ценнейших сельскохозяйственных экспортируемых культур Вьетнама. Поэтому ее развитие и расширение производства весьма важно, а климат и почвы самой южной части Демократической Республики Вьетнам благоприятствуют ее произрастанию. Пока же площади под черным перцем еще незначительны.

* * *

Тысячи километров пути пройдены по Северному Вьетнаму. Впервые познакомился я с тропической природой и человеком-победителем, познавшим радость возрождения и свободы.

Профессор Э. М. Мурзаев

Москва

УДК 910.4

ГЕРМАФРОДИТИЗМ У ПТИЦ

Различие полов у большинства видов птиц выражено довольно ярко. В этом не трудно убедиться на примере таких всем известных представителей этого класса, как куры, утки, фазаны, индейки, павлины и т. д. Уже внешний вид их позволяет безошибочно отличать самцов от самок. Функциональное различие мужских и женских особей, их поведение у птиц также выражено вполне определенно. Достаточно вспомнить, что яйценоскость некоторых кур достигает до 300 яиц в год. За немногими исключениями у самок птиц хорошо выражен инстинкт насиживания и заботы о потомстве.

Вместе с тем, женские особи класса птиц по своему строению существенно отличаются от самок других животных. Эволюция этого класса привела к значительному своеобразию в строении женской половой системы птиц. В то время как у других животных в равной мере развиты и функционируют левая и правая половые железы, у самок птиц произошла редукция (обратное развитие) правого яичника, превратившегося в маленький, почти невидимый простым глазом рудимент¹ (в соответствии с этим, в рудиментарном состоянии находится и правый яйцевод).

Биологический смысл правосторонней редукции женской половой системы в данном классе не вполне выяснен. По некоторым представлениям, частичная редукция женской половой системы у птиц представляет собой одно из приспособлений этого класса к воздушному образу жизни, так как она обеспечивает самкам более легкий вес. Однако такое представление находится в противоречии с некоторыми фактами. Например, у прекрасных летунов — хищников из рода

Accipitres функционируют оба яичника за счет вторичного развития правого яичника-рудимента, а вместе с тем птицы, совершенно утратившие способность к полету, имеют только один функционирующий яичник.

По мнению других авторов, правосторонняя редукция женской половой системы у птиц имеет целью сохранение целостности крупных и очень хрупких яйцеклеток во время прохождения их по яйцеводу. С таким представлением трудно не согласиться. У упомянутых хищных птиц вторичное развитие рудиментарного яичника не привело к восстановлению рудиментарного яйцевода; яйцеклетки, продуцируемые обеими железами, выводятся через один левый яйцевод. По-видимому, главным звеном в правосторонней редукции женской половой системы у птиц было недоразвитие правого яйцевода, а в соответствии с этим произошло и недоразвитие правой женской железы.

Таково ли приспособительное значение асимметрии женской половой системы у птиц, окончательно не выяснено, однако факт этот интересен не только сам по себе, а и по своим последствиям. Существование яичника-рудимента делает самок птиц потенциальными гермафродитами, благодаря чему у них чаще, чем у других животных, наблюдаются факты трансформации пола. Если стимулировать развитие яичника-рудимента, он оформляется в мужскую железу, иногда производящую даже полноценные мужские половые клетки. Тенденция рудиментарного яичника развиваться в железу мужского, семенникового типа связана с особенностями его развития в эмбриогенезе. Сначала правый яичник развивается, как и левый, но затем резко отстает от него, не пройдя через преобразо-

¹ Рудимент — остаточный орган.

вания, специфичные для женской половой железы. По своей тонкой структуре он сходен с индифферентной стадией зачатка половой железы, которую и семенник, и яичник проходят в своем развитии одинаково. Вопрос о том, почему из такого индифферентного зачатка у самки оформляется мужская железа, а не женская, специально не выяснялся. Возможно, это происходит потому, что при вторичном формировании половой железы путем регенерации, организм оказывается стадийно более старым, чем эмбрион. Если сопоставить это с литературными данными, свидетельствующими о том, что в потомстве старых родителей и из стадийно старых половых клеток формируются преимущественно особи мужского пола, то развитие мужской железы в организме самки, происходящее в постэмбриональный период, становится более понятным.

Развитие рудиментарного яичника у птиц чаще всего происходит при разрушении функционирующего левого яичника (при хирургическом вмешательстве или заболевании). Регенерация правого яичника в таких случаях является процессом компенсаторным и

обычно приводит к развитию у курицы, утратившей свой левый яичник, половых признаков петуха. Но бывают случаи, когда у птиц регенерируют оба яичника одновременно, и тогда особенно ярко проявляется потенциальный гермафродитизм самок у этого класса животных. В то время как левый яичник при регенерации восстанавливает свою нормальную структуру, правая половая железа оформляется в железу мужского, семенникового типа. При этом бывшая самка становится вполне выраженной обоеполой особью — гермафродитом.

Факты гермафродитизма у птиц, связанные с развитием обеих гонад (половых желез) самки, наглядно демонстрируют потенциальную обоеполость женских особей этого класса. Для выяснения путей эволюции половой системы животных и причин определения пола в индивидуальном развитии, эти факты представляют интерес.

Е. М. Владимирская

Украинская академия сельскохозяйственных наук (Киев)
УДК 591.167



Вс. Сысоев

Амба

РАССКАЗЫ И ОЧЕРКИ

Хабаровское книжное изд-во,
1964, 80 стр., ц. 19 коп.

Страницы этой книги переносят читателя в безлюдные лесные дебри Сихотэ-Алиня и Северного Приамурья, в чудесный мир, полный неожиданных встреч и опасностей. Ее автор прошел тысячи километров с ружьем, фотоаппаратом и блокнотом через пади и буреломы тайги, плыл по опасным и капризным горным рекам.

Книга состоит из 13 рассказов и очерков. В рассказе «Амба», в очерках «Два дня охоты на

Сихотэ-Алине», «В северных джунглях», «Поздней осенью» образно описываются повадки тигров, медведей, волков, изюбрей, кабанов и других животных. В очерке «На берегах Амгуни» показана кипучая жизнь тайги осенью, когда у многих копытных животных наступает брачная пора, когда по реке приходят косяки кеты метать икру, а для хищных зверей и птиц наступает «праздник сытого животного». В ряде других очерков даются живые географические картинки отдельных районов Приамурья и Приохотья — залива Счастья, о-ва Чкалова, Татарского пролива, рассказывается об охоте со спиннингом на верхогляда и желтощeka.

Наряду с описанием природы в книге показаны большие из-

менения, которые произошли в культуре и быте людей за советские годы. Вот большие реки Анюй и Хор. Раньше, когда по ним проходил В. К. Арсеньев, его встречали девственные леса да редкие палатки удайцев на речных косах. Теперь там выросли благоустроенные поселки лесорубов. Применяя новейшую технику, советские люди заготавливают сотни тысяч кубометров кедра, ели, ясеня.

С большой теплотой автор рисует коренных жителей Приамурья («Последняя охота Кимонко»).

А. И. Печерин

Кандидат географических наук

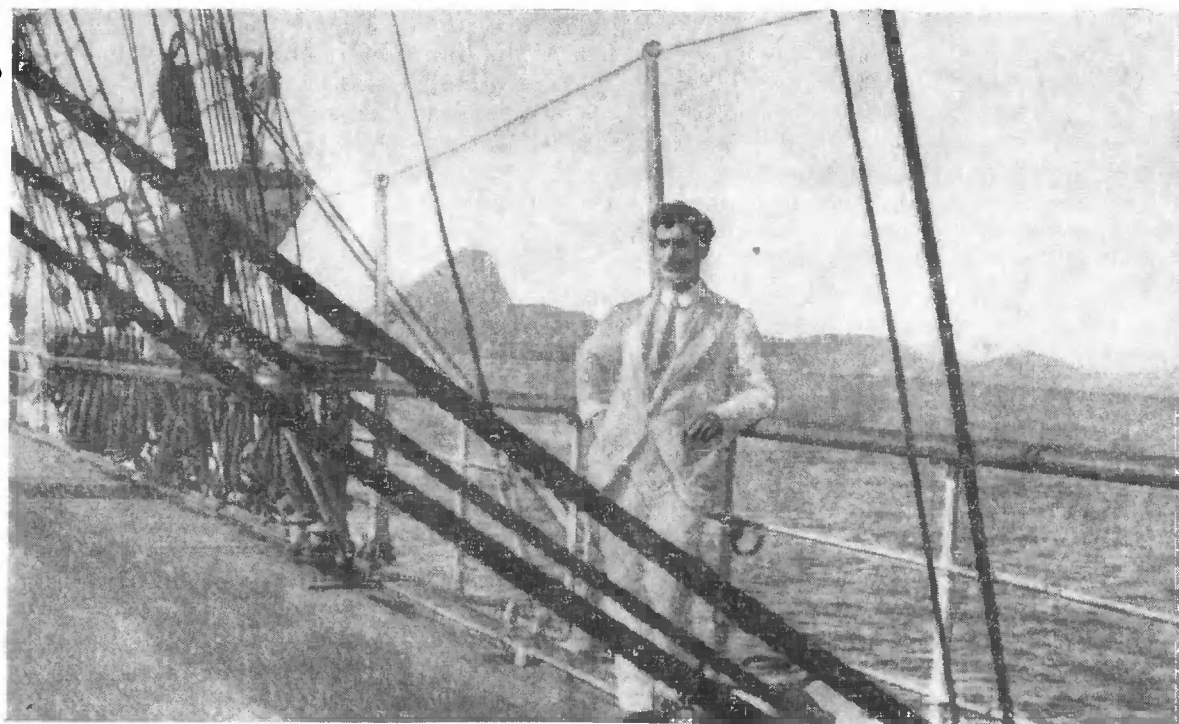
Горький

РУССКИЕ УЧЕНЫЕ В ЮЖНОЙ АМЕРИКЕ

В истории русских исследований Латинской Америки известно немало ярких эпизодов. В течение XIX в., помимо большого числа морских экспедиций, среди участников которых были знаменитые мореплаватели И. Ф. Крузенштерн и В. М. Головнин, Ф. П. Литке и О. Е. Коцебу, Ф. П. Врангель и М. Н. Лазарев, в Южной Америке побывали многие русские путешественники — Г. И. Лангсдорф, П. А. Чихачев, Л. И. Шренк, Н. Н. Миклухо-Маклай, А. И. Воейков, А. С. Нонин, Н. М. Альбов. Замечательные традиции этих путешествий продолжили в начале XX столетия участники экспедиции 1914—1915 гг.

В апреле 1914 г. из Петербурга в Южную Америку для сбора этнографических и зоологических коллекций выехала небольшая научная экспедиция. В ее составе были молодые ученые различных специальностей: философ Г. Г. Манисер, филолог Ф. А. Фиель-струп, юрист и врач С. В. Гейман, зоологи

Н. П. Танасийчук и И. Д. Стрельников. Для осуществления своего смелого предприятия, они при поддержке музеев Академии наук и научных обществ в Петербурге и Москве, собрали незначительную сумму денег и приобрели необходимое снаряжение. В конце апреля путешественники прибыли



Ф. А. Фиельструп в дни путешествия на фрегате «Президент Сармьенто»



Карта районов работы экспедиции 1914—1915 годов: районы основных этнографических (1) и зоологических (2) исследований. Подчеркнуты — названия индейских племен

в Англию и 1 мая отплыли в Аргентину. Через полмесяца трансатлантик «Арланса», на котором они пересекли океан, достиг берегов Южной Америки. В Буэнос-Айресе исследователи пробыли более трех недель, посетили музеи и библиотеки города, встретились с известными аргентинскими учеными, специалистами в области этнографии, зоологии, археологии и антропологии. Профессора А. Гальярдо, Х. Амбросетти, С. Лафоне Кеведо и Р. Леман-Нитше оказали им большую помощь в разработке маршрутов научных поездок и дали много ценных советов. Впоследствии Манизер, вспоминая об этом, писал, что местные ученые произвели на них впечатление пламенных энциклопеди-

стов с неисчислимым запасом новых идей и энергии.

Из Буэнос-Айреса участники экспедиции две недели плыли по рекам Парана и Парагвай — «сначала, — как рассказывал один из них, — среди голого зимнего леса, затем, по мере приближения к тропику среди зеленых кудрей, спускающихся к самой воде, и бесконечных ненаселенных равнин». Но отнюдь не экзотика в первую очередь привлекала путешественников, они стремились к смелым походам, дерзновенным исследованиям, хотели пожить среди индейцев — коренных обитателей Южной Америки.

Сойдя на берег в городке Корумба, расположенном почти в самом центре южноамериканского континента, экспедиция разделилась на две группы. Н. П. Танасийчук и И. Д. Стрельников поселились в окрестностях Корумбы, совершая походы в Боливию, а затем переехали в Парагвай. Они жили в лесах Альто-Парана, недалеко от знаменитого водопада Игуасу, и, собрав богатый зоологический материал, предприняли путешествие к индейцам племени кааива-гуарани, среди которых пробыли три месяца, занимаясь наблюдениями и составлением этнографических коллекций.

Тем временем Манизер, Фиельструп и Гейман, решив всецело посвятить себя этнографическим исследованиям, направились на юг с намерением остановиться в поселении индейцев кадиуэо. Уже в августе они достигли цели, но Гейман вскоре оставил своих спутников и выехал в Парагвай, после чего долго путешествовал по Парагваю и Чили. Его путевые дневники сохранили интересные материалы о чилийских индейцах арауканах и об огнеземельцах.

Манизер и Фиельструп, продолжая изучать быт и обычаи кадиуэо в местечке Налике, в октябре посетили еще два их поселения, а затем возвратились на берега р. Парагвай. После этого, спустя некоторое время добрались они до штата Сан-Паулу. Здесь они остановились в поселении племени каинганг. Однако в декабре Фиельструп должен был возвратиться в Буэнос-Айрес. Манизер один около двух месяцев жил среди каингангов, — племени, всего только за два года перед тем вступившего в первые сношения с европейцами и представляющего поэтому великолепный «сырой» материал для изучения.

В конце декабря, побывав еще раз у индейцев терено, Фиельструп вновь приехал в столицу Аргентины, где директор университетского Этнографического музея Хуан Амбросетти предоставил ему возможность отправиться на аргентинском военном учебном фрегате «Президент Сармьенто» в путешествие вокруг Южной Америки. За восемь месяцев плавания русский исследователь смог посетить Чили, Перу, Колумбию, Мексику, Кубу и другие страны Латинской Америки, где ему удалось сделать ценные наблюдения и установить связи со многими латиноамериканскими учеными. Между тем, сам Фиельструп чрезвычайно скромно отзывался о результатах этого путешествия, сожалея о весьма кратковременных остановках судна.

Пока Фиельструп находился в плавании, Манизер в конце февраля 1915 г. выехал в штат Эспириту-Санту, а затем в Минас-Жерайс, и поселился среди ботокудов. Там он прожил полгода, изучая это одно из наиболее интересных бразильских племен.



В лесах Альто-Парана восточного Парагвая

Фото И. Стрельникова



Группа индейцев каанва (Парагвай). Справа — Н. П. Танасийчук

Фото И. Стрельникова

Несмотря на ограниченность средств, участники русской экспедиции в Южную Америку посетили почти все страны континента и добились весьма значительных научных результатов. В Бразилии, Парагвае, и Боливии Танасийчук и Стрельников собрали многочисленные зоологические коллекции, общий вес которых составил почти 700 кг. Большую ценность среди них представляли огромное собрание насекомых, насчитывавшее около 15 000 экз., почти ~~десяти~~ птичьих шкур и многое другое.

Фиельструп, вернувшийся в Россию в начале 1916 г., доставил обширные этнографические коллекции, разместившиеся в 34 ящиках. Особую важность для изучения этнографии индейских племен Бразилии имели предметы, привезенные Манизером и Фиельструпом из поселений ботокудов, каингангов и кадиувео. Трудно переоценить значение для науки лингвистических материалов Манизера, относящихся к языку ботокудов.

Замечательная по своим результатам экспедиция 1914—1915 гг. явилась в то же время вехой в истории русско-латиноамериканских научных связей.

Б. Н. Комиссаров, Б. В. Лукин

Ленинград

УДК 094.9

МЫСЛИТЕЛЬ-БОРЕЦ

250 ЛЕТ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ КЛОДА АДРИАНА ГЕЛЬВЕЦИИ

Во второй половине и особенно в конце XVIII в. Франция переживала решительную битву «против всяческого средневекового хлама»¹. Не случайно именно материализм оказался тогда «единственной последовательной философией, верной всем учениям естественных наук, враждебной суевериям, ханжеству и т. п.»². Выдающимся материалистом той эпохи был Клод Адриан Гельвеций. Он родился в январе 1715 г.

Эпоха, когда жил и творил Гельвеций — одна из самых тяжелых в истории его народа. Занимая на протяжении более десяти лет должность генерального откупщика, Гельвеций увидел воочию жизнь «верхов» и «низов» французского общества. С огромной силой в поэме «Счастье» рисует он социальные противоречия:

Я видел там людей, венчавших преступленье,
Я видел там талант в глубоком униженьи,
Несправедливостью он превращен в лстеца;
Над добродетелью — насилие наглеца,—
И спор из-за земли царей честолюбивых...³.

Драматическая ситуация, в которую попал человек того времени, заставляет французского мыслителя задуматься над сущностью личности и ее отношения к обществу. Гельвеций говорит о необходимости создания «науки о человеке». Но для этого следует предпринять попытку построения общей концепции мироздания. Он разрабатывает ее в своих фундаментальных работах «Об уме» и «О человеке».

Гельвеций — материалист. Он развивает общую для французского материализма XVIII в. мысль о том, что природа обладает своей собственной причиной и ее движение есть необходимое следствие ее необходимого существования. Движение — неотъемлемое свойство материи. «Движение создает, уничтожает, сохраняет, оживляет все, без него

все было бы мертво»¹. Движение материи, пишет он, основа всеобщей связи явлений: во вселенной все между собой связано.

Однако гельвециевское понимание движения носит ограниченный характер, и это отчетливо отразилось в формуле: «То, что было, есть и будет». Движение совершается в пространстве. И французский мыслитель пытается анализировать это понятие. Согласно его взглядам, оно выражает только одно — протяженность тел. «...Пространство, взятое отвлеченно, есть чистое ничто; ...рассматриваемое в связи с телами, есть то, что называется протяжением»².

Интересна теория познания мыслителя. Гельвеций уверен в способности человека познать мир. Теоретико-познавательный оптимизм — характерная черта его учения. Он уверен, что человеческое мышление обладает полной возможностью:

...взором, видящим все вещи во вселенной,
Грядущие века пророчески пронзает³.

Окружающая человека действительность раскрывается только на основе чувственного познания. С особой яростью набрасывается французский мыслитель на схоластов, уверяющих, «будто они могут без помощи чувств проникнуть в царство разума. Но эти горделивые Сизифы катят в гору камень, который непрерывно скатывается

¹ К. А. Гельвеций. Об уме, Соцэкгиз, 1938, стр. 184.

² К. А. Гельвеций. О человеке, его умственных способностях и его воспитании. Соцэкгиз, 1938, стр. 441.

³ К. А. Гельвеций. Об уме, стр. 3.

¹ В. И. Ленин. Полное собр. соч., т. 23, стр. 43.

² Там же.

³ К. А. Гельвеций. Счастье. Гослитиздат, 1936, стр. 99.



Клод Адриан Гельвеций

на них обратно. Каковы плоды их пустых словоизвержений и вечных споров? Что можно найти в их огромных фолиантах? Потоп слов в пустыне идей»¹.

Чувственная основа познания дополняется способностью *мыслить, которая тесно связана с памятью. «В нас,— говорит французский мыслитель,— есть две способности... Одна — способность получать различные впечатления, производимые на нас внешними предметами, она называется физической чувствительностью. Другая — способность сохранять впечатление, произведенное на нас внешними предметами. Она называется памятью, которая есть не что иное, как длящееся, но ослабленное ощущение»². По сути, и сам процесс мышления есть «результат сравнения между собой ощущений...»³.

Нет никаких врожденных идей. Ребенок, пишет Гельвеций, перед которым раскрываются врата жизни, вступает в нее без всяких идей. Единственная испытываемая им потребность — это голод. Это, однако, не означает, что Гельвеций принижает значение теоретического мышления. Наоборот, только размышление, утверждает он, способно

открыть нам первые истины — эти ключи и принципы наук. Однако ощущения — самое главное в познавательной деятельности. Даже процессы памяти объясняются им на этой основе.

Гельвециевская теория познания — основа его нравственной концепции. Моральные качества (и не только личности, но и нации) есть продукт воспитания, включающее в себя все аспекты социального влияния на личность. Именно поэтому, разные формы правления «придают одной и той же нации поочередно характер то возвышенный, то низкий, то постоянный, то изменчивый, то мужественный, то робкий»¹.

Отсюда становится понятным связь идей французского материалиста с самыми радикальными устремлениями социального переустройства. «Если человек,— указывали основоположники марксизма,— черпает все свои знания, ощущения и пр. из чувственного мира и опыта, получаемого от этого мира, то надо, стало быть, так устроить окружающий мир, чтобы человек в нем познавал и усваивал истинно человеческое, чтобы он познавал себя как человека»².

Важный элемент моральной доктрины Гельвеция — его учение о счастье. Подлинное счастье не может дать ничто, что находится лишь в рамках узких интересов.

Ни радость любви, ни власти мощь, ни честь
Не могут смертного в храм счастья привести»³

Счастье — в широких социальных контактах личности, в том, что она находит свою судьбу на путях служения обществу. Но такое понимание счастья требовало от человека серьезного развития, поэтому-то счастье человека, нравственное совершенство его неотрывны от уровня его интеллектуального развития, которое представляет непреходящую ценность. «О, Мудрость дорогая,— восклицает он,— ...Будь мне проводником! Силен я лишь тобой»⁴. Если нет у человека желания «упражнять разум», то это ведет в конечном счете к тому, что жизнь его станет ничтожным и пустым прозябанием.

Счастье личности мыслитель связывает с рядом других этико-социологических категорий. Не случаен его острый анализ сущности свободы. Что есть свобода? Какого

¹ К. А. Гельвеций. О человеке . . . , стр. 90.

² К. А. Гельвеций. Об уме, стр. 3.

³ К. А. Гельвеций. О человеке . . . , стр. 90.

¹ К. А. Гельвеций. О человеке . . . , стр. 90.

² К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. 2, 1955, стр. 145.

³ К. А. Гельвеций. Счастье, стр. 47.

⁴ Там же, стр. 33.

человека можно было бы назвать свободным? Свободный человек, говорит Гельвеций, это человек, который не закован в кандалы, не заперт в тюрьме, не запуган, как раб, страхом наказания. Свобода человека состоит в свободном пользовании своими способностями. Истинно добродетельный человек тот, чья сильная страсть согласуется с общественным интересом. Истинно нравственные люди, которые считают полезным для себя поступки, справедливые и согласные с общим благом, или, по крайней мере, ему не противоречащие. Впрочем, сам Гельвеций вынужден был признать, что для его времени такой тип поведения крайне редок.

Гельвеций — атеист. Он резко выступает против религии, пытается найти объяснение происхождению религиозных культов. Чувство страха смерти и следующая за ним жажда веры в неумираемость души — таково его толкование распространенной веры в загробную жизнь. Признание, что душа — нечто неумирающее, что переживает гибель других частей организма, не что иное, как «обожествление человеческого невежества».

Гельвеций обрушивает свой гнев на церковников, которые заинтересованы не в том, чтобы граждане поступали хорошо, но чтобы они не мыслили вовсе, мало знали и много верили. Что получается из религиозной нетерпимости? — спрашивает мыслитель, и отвечает: Несчастье народов. Что освящается нетерпимостью? Честолюбие духовенства. «Я изучил различные религии и нашел, что их различные последователи вырывают друг у друга факелы, с помощью которых он хотя бы сжигать своих ближних... Я изучил историю различных культов; я считал все нелепости их, и я устыдился за человеческий разум; я устыдился того, что я человек. Я был поражен... бедствиями, которые порождают суеверия»¹.

Философ выступает против всех гнусностей в политической жизни, которые совершались под религиозными знаменами. «Смеют ли говорить о международном праве, о естественном законе и добродетели христианские народы. Они, которые, не испытав никакого оскорбления со стороны индейцев на Востоке, высадились на их берега, опустошили их города и изгнали их жителей; они, которые принесли в африканские де-

ревни вместе с европейскими товарами раздоры, междоусобицы и воспользовались этим, чтобы превратить их жителей в рабов»¹.

Несчастье почти всех народов, указывает Гельвеций, — неравномерное распределение богатств. В большинстве государств существуют только два класса граждан: один — лишенный самого необходимого, другой — пресыщенный излишествами. Первый класс может удовлетворить свои потребности лишь путем чрезмерного труда. Такой труд есть физическое зло... Поэтому большинство государств должно быть населено только несчастными людьми. Что же нужно предпринять для того чтобы, как выражается Гельвеций, «внести в них счастье»? Для этого необходимо, прежде всего, уменьшить богатство одних, увеличить состояние других, сделать бедняка настолько зажиточным, чтобы он мог путем 7 или 8 часов труда с избытком удовлетворять свои потребности и потребности своей семьи.

Самое отвратительное явление общественной жизни — режим деспотии, неизбежно тяготеющий к обожествлению и прославлению властителя. И мыслитель-борец яростно бичует прогнившее абсолютистское государство.

Как и другие французские материалисты, Гельвеций придерживался того мнения, что человек со всеми своими взглядами и чувствами есть то, что делает из него окружающая его среда. Однако эта точка зрения выдерживалась им непоследовательно. «Когда у них, — писал Г. В. Плеханов, — заходила речь об историческом развитии человечества, они забывали свой сенсуалистический взгляд на «человека» вообще и, подобно всем «просветителям» того времени, твердили, что мир (т. е. общественные отношения людей) *управляется мнениями* (c'est l'opinion qui gouverne le monde)»².

Французский материализм XVIII в. подготавливал сознание людей к грядущему социальному перевороту. Как и труды других великих мыслителей, сочинения Гельвеция были и остаются выдающимся вкладом в историю развития материализма, в историю борьбы за общественный прогресс.

В предисловии к своей работе «Об уме»

¹ К. А. Гельвеций. О человеке . . . , стр. 131.

² Г. В. Плеханов. Избр. философ. произведения, т. 1, стр. 514.

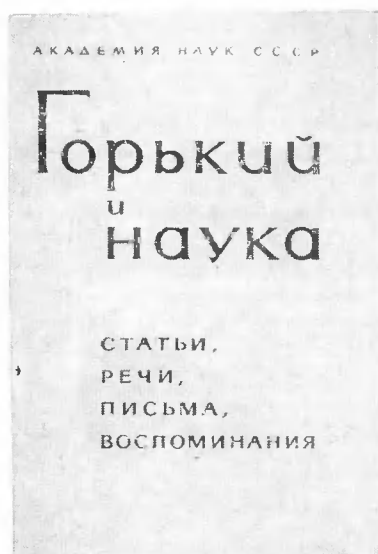
¹ К. А. Гельвеций. О человеке. . . , стр. 179, 351.

Гельвеций с восхищением писал о тех людях, которые из всех человеческих качеств «больше всего уважают благородство души, отказывающейся от лжи. Они знают, как полезно обо всем думать и все говорить, знают, что самые опасные заблуждения перестают быть опасными, когда дозволено их опровергать. В этом случае их быстро признают за заблуждения; вскоре они сами со-

бою падают в пучину забвения, и только одни истины всплывают на обширной поверхности веков»¹. Автор этих замечательных строк сам относился к людям большой и благородной души. Имя его — в памяти человечества.

И. Я. Федин
Москва

¹ К. А. Гельвеций. Об уме, стр. 2.



ГОРЬКИЙ И НАУКА

Статьи, речи, письма, воспоминания

Изд-во «Наука», 1964, 282 стр.
ц. 1 р. 23 к.

Великий русский писатель А. М. Горький был не только гениальным художником слова, но и человеком большой эрудиции, обладавшим глубочайшими знаниями в области социальных и естественных наук. Еще до Октябрьской революции он высоко оценил

растущее значение науки, разума, эксперимента. «Наука, — писал он, — становится нервной системой нашей эпохи». Физика, химия, биохимия, биологические науки, в особенности физиология и медицина, все эти и другие ветви знания глубоко интересовали писателя. Его высказывания, его активная деятельность на фронте науки представляют большой интерес и для нашего времени. Собранные в сборнике материалы, наряду с ранее изданными книгами, ярко характеризуют основоположника советской литературы как страстного пропагандиста науки.

Среди статей и речей А. М. Горького, опубликованных в сборнике, следует отметить его выступление на тему «Наука и демократия» в апреле 1917 г. в Петрограде. Проникновенно, со свойственной писателю убежденностью, говорил А. М. Горький о роли науки, о широком распространении знаний в народе. И как свежо, по-современному звучат его слова: «Чтобы хорошо жить, надо хорошо работать, чтобы крепко стоять на ногах, надо много знать». Этим же лейтмотивом

пронизаны и другие приведенные в сборнике горьковские выступления в более поздний период.

С неослабным вниманием будет прочитана переписка А. М. Горького с В. И. Лениным, со многими учеными, организациями по различным вопросам развития науки, помощи ученым. Здесь письма с пометками и резолюциями Ильича, его запись во время разговора с Горьким. Здесь приветствие Академии наук писателю, почетному академику в связи с 40-летием его литературной деятельности. Здесь изумительно яркие горьковские письма краеведу И. И. Алексееву, основателю советской биохимической школы — А. Н. Баху, известному зоологу — А. Д. Некрасову, бактериологу и редактору журнала «Природа», Л. А. Тарасевичу, академику А. Е. Ферсману, К. Э. Циолковскому и др. Сборник содержит обширную переписку с К. А. Тимирязевым, Гербертом Уэллсом. Завершает книгу раздел «Статьи и воспоминания о М. Горьком», в котором собраны работы видных ученых и деятелей советской науки о великом писателе и мыслителе.

ПРЕМИЯ ИМЕНИ А. М. БУТЛЕРОВА 1964 ГОДА

Доктору химических наук Я. Л. Гольдфарбу присуждена премия им. А. М. Бутлерова 1964 г. за работу «Исследования по химии тиофена», внесшей ценный вклад в вопросы строения и реакционной способности этого соединения.

Наша страна располагает уникальными запасами многосернистых сланцев, комплексное использование которых предполагает применение тиофеновых фракций сланцевой смолы. Другим богатым источником для получения тиофена служит бутановая фракция нефти.

Работы автора развивались в двух направлениях, тесно связанных друг с другом: использование реакционной способности тиофена и получение на его основе производных соединений алифатического и циклоалифатического рядов. Я. Л. Гольдфарб разработал новые методы, позволяющие получить самые разнообразные производные тиофена, в том числе особенно ценные производные для синтеза аминокислот, физиологически активных веществ и многих труднодоступных природных соединений.

ЗАКРЫТАЯ ЧАСТИЦА

В начале этого года физики Европейской Организации Ядерных Исследований (ЦЕРН) полагают, что ими обнаружены признаки существования «промежуточного бозона» — элементарной частицы W . Однако в последнее время вполне достоверно установлено, что в этих экспериментах такая частица обнаружена не была.

Полагали, что W -частица представляет собой квант поля слабого взаимодействия, подобно тому, как фотон — квант поля электромагнитного взаимодействия, а π - и K -мезоны — носители «сильного» взаимодействия. В поисках W -частицы, ученые ЦЕРНа построили специальное магнитное фокусирующее устройство для своего ускорителя —

ЛАУРЕАТЫ НОБЕЛЕВСКОЙ ПРЕМИИ ПО ФИЗИКЕ ЗА 1964 ГОД

СОЗДАТЕЛИ КВАНТОВОЙ РАДИОФИЗИКИ* ЛАЗЕР — НОВАЯ МОГУЧАЯ СИЛА

За фундаментальные работы в области квантовой электроники, которые привели к созданию генераторов и усилителей в радио- и оптическом диапазонах волн (мазеров и лазеров), присуждена Нобелевская премия по физике за 1964 г. членам-корреспондентам Академии наук СССР Николаю Геннадиевичу Басову и Александру Михайловичу Прохорову и американскому физiku Чарльзу Таунсу.

Квантовая радиофизика — одна из самых молодых и быстроразвивающихся отраслей современной науки. Хотя она основана на идее об индуцированном излучении, которая была высказана Эйнштейном еще в 1917 г., практически же развитие началось с 1952 г., когда Н. Г. Басов и А. Н. Прохоров в СССР и Ч. Таунс в США независимо друг от друга предложили новый принцип генерации и усиления электромагнитных волн в квантовых системах. До этого радиотехника развивалась, используя макроскопические колебательные системы, и, казалось, что квантовая природа микроскопических систем (атомов и молекул) служит непреодолимым препятствием для проникания радиотехники в эту область. Следовательно, несмотря на то, что свет по своей физической природе те же электромагнитные колебания, что и радиоволны, только более высокой частоты, приемы радиотехники были неприменимы в этом диапазоне частот.

Таким образом, казалось невозможным оперировать со световыми волнами как с радиоволнами — усиливать, менять их частоту, модулировать по частоте, генерировать монохроматическое и когерентное излучение. Любая оптическая система могла только изменять направление светового луча, обязательно поглощая при этом часть энергии.

И только когда были использованы квантовые законы излучения и отдельные молекулы или отдельный атом были применены как миниатюрные управляемые радиостанции, действие которых можно было согласовать в макроскопическом объеме, перед радиотехникой, теперь уже квантовой, открылись совершенно новые, необычайные возможности.

Журнал «Природа» систематически знакомил своих читателей со всеми этапами развития квантовой радиофизики¹ и принципами, на которых построены соответствующие приборы. Поэтому здесь мы будем говорить о них очень коротко.

Усиливать падающий свет некоторой строго определенной частоты может только квантовая система, находящаяся при так называемой отрицательной абсолютной температуре, т. е. система, в которой вопреки обычному бальмановскому распределению на более высоком энергетическом уровне находится больше частиц, чем на нижнем. Если через такую систему пройдет квант света с частотой, совпадающей с характерной частотой перехода между энергиями некоторых уровней, то эти

¹ См. «Природа», 1958, № 7, стр. 24—32; 1960, № 3, стр. 16—22; 1961, № 12, стр. 16—25; 1963, № 5, стр. 90—91; 1964, стр. 15—19 и ряд заметок в разделе «Новости, события, факты».



Посол Швеции в СССР Г. Ярринг (слева) поздравляет И. Г. Басова и А. М. Прохорова (в центре) с присуждением им Нобелевской премии; присутствуют вице-президент Академии наук СССР академик М. Д. Миллионщиков и академик Д. В. Скобельцын (справа)

частицы излучают запасенную в них энергию в виде электромагнитных колебаний такой же частоты и с той же фазой, т. е. падающий луч света усиливается в огромное количество раз. На этом же принципе основана и генерация оптических лучей и сантиметровых радиоволн.

Применение мазеров и в особенности лазеров оказалось неожиданно чрезвычайно разносторонним, почти универсальным. Сфокусированный луч лазера уже используется при механической обработке самых твердых материалов. В дальнейшем сфера действия квантовых генераторов может быть значительно расширена. Можно создать системы связи при помощи квантовых генераторов, причем по одному лучу можно иметь миллионы каналов связи. Можно осуществлять космическую связь на межпланетных и даже межзвездных расстояниях. Световая локация более точна, чем радиолокация и позволяет использовать лучи меньшей расходимости. Советские ученые уже провели локацию Луны лучом лазера, причем световой «зайчик» на Луне имел диаметр в несколько километров. В будущем по этому лучу можно будет передавать энергию без проводов на огромные расстояния. И, наконец, луч лазера можно будет весьма экономно использовать даже для освещения, так как коэффициент полезного действия преобразования электрической энергии в световую в некоторых типах лазеров чрезвычайно высок.

Каждый день приносит сведения о новых «профессиях» чудесного луча. То он действует в медицине, то в метеорологии, то в электронно-счетных машинах. И все это только первые шаги замечательного открытия.

Оба новых советских лауреата Нобелевской премии заведуют лабораториями Физического института им. П. Н. Лебедева АН СССР, в котором теперь работает уже пять лауреатов этой премии (И. Е. Тамм, И. М. Франк, П. А. Черенков, Н. Г. Басов и А. М. Прохоров).

И. Г. Басов родился 14 декабря 1922 г. Его отец был преподавателем пуза. И. Г. Басов участник Великой Отечественной войны. После демобилизации из Советской Армии он в 1946 г. поступил в Москов-

синхротрона на 25 Мэв, в результате чего им удалось получить пучок нейтрино в сто раз более интенсивный, чем полученный в Брукхейвенской лаборатории два года тому назад при эксперименте, установившем существование двух видов нейтрино.

Первоначально физики ЦЕРНа поверили в то, что обнаружена «роспись» W-частицы на нескольких (из громадного множества) треках частиц, зарегистрированных в 20-тонной искровой камере, а также в пузырьковой камере, содержавшей три четверти тонны жидкости. Ожидаемая «роспись» должна была представлять собой V-образные треки от двух «лептонов»: либо двух мюонов, либо мюона и позитрона, либо электрона и позитрона. Один из лептонов должен был появиться при взаимодействии нейтрино с атомным ядром, в результате которого и создавалась бы W-частица. Другой лептон возникал бы в результате почти мгновенного распада W-частицы.

На фотографиях, полученных в ЦЕРНе, действительно оказались V-образные треки, подобные ожидаемым от лептонных пар, однако тщательное их изучение показало, что в каждом случае один из образующих V-треков возникал не благодаря лептону, а из-за какой-либо иной частицы.

Вероятность получения W-частицы отчасти зависит от массы этой частицы, предсказать которую затруднительно. Чем выше масса, тем большая энергия требуется для создания частицы. Поэтому последние эксперименты в ЦЕРНе говорят о том, что W-частица, если она все же существует в природе, должна иметь массу, по крайней мере, равную 1,8 массы протона (или выше).

•Scientific American», v. 211, 1964, № 4, p. 59—60 (США)

ПРЕМИЯ ИМЕНИ А. Е. ФЕРСМАНА 1964 ГОДА

Президиум Академии наук СССР присудил премию имени А. Е. Ферсмана 1964 г. чл.-корр. АН СССР Александру Александровичу Саукову (посмертно) за работу «Геохимические методы

поисков месторождений полезных ископаемых».

А. А. Сауков был непосредственным учеником акад. А. Е. Ферсмана, идеи которого он развивает и углубляет в своем труде, представляющем собой новую ступень в развитии геохимии и ее применения в нашей стране.

Значительную часть своей жизни А. А. Сауков посвятил изучению закономерностей миграции химических элементов, и в своей книге, кроме разработки теоретических основ геохимических поисков, дает конкретные характеристики их различным видам (металлометрическим, гидрохимическим, биохимическим, газовым и т. д.), оценку природных условий и их влияния на успех проведения геохимических поисков. И в этом отношении работа А. А. Саукова является новаторской, она дает в руки геологов мощное средство для обнаружения полезных ископаемых.

«ВТОРОЙ ЗВУК» В ТВЕРДОМ ТЕЛЕ

Американские ученые Г. Кроу-гер, Е. Проховский и Р. Дамон открыли «второй звук» в твердом теле — явление, ранее наблюдаемое только в охлажденном гелии при температурах, близких к абсолютному нулю. Изучая прямое усиление звука в твердом теле, ученые обнаружили, что в кристаллах сульфида кадмия при возбуждении в нем звуковой волны при комнатной температуре возникают не только звуковые волны (продольные волны растяжения — сжатия), но и распространяющиеся с той же скоростью тепловые волны, названные исследователем «вторым звуком». Это совершенно новый способ передачи тепловой энергии через твердые тела.

По мнению исследователей, понимание природы «второго звука» откроет новые возможности для усиления звука. Дальнейшие эксперименты будут направлены на обнаружение «второго звука» в арсениде галлия, окиси цинка и в других твердых материалах.

«Semiconductor Products and Solid State Technology», v. 7, 1964, № 9, p. 33 (США)

ский инженерно-физический институт. Еще будучи студентом он начал работать в Физическом институте им. П. Н. Лебедева, в лаборатории колебаний, где защитил в 1953 г. кандидатскую диссертацию под руководством А. М. Прохорова, а в 1956 г. он — доктор физико-математических наук. В 1962 г. он был избран членом-корреспондентом АН СССР. Им опубликовано более 100 научных работ в различных областях квантовой электроники от молекулярных генераторов до лазеров.

А. М. Прохоров родился 11 июля 1916 г. в г. Асортон (Австралия) в семье русского революционера, эмигрировавшего в Австралию от преследований царского правительства. После победы Великой Октябрьской социалистической революции его семья вернулась на родину. В 1939 г. А. М. Прохоров окончил ЛГУ и поступил в аспирантуру ФИАН. С начала Великой Отечественной войны он в рядах Советской Армии. После ранения и демобилизации он в 1944 г. возвращается в ФИАН, где в 1946 г. успешно защищает кандидатскую диссертацию, а в 1951 г. — докторскую. С 1948 г. А. М. Прохоров начал заниматься радиоспектроскопией и впоследствии квантовой электроникой. В 1954 г. он возглавил в ФИАНе одну из старейших лабораторий Института — лабораторию колебаний. В 1960 г. он был избран членом-корреспондентом АН СССР. А. М. Прохоров — профессор МГУ, он уделяет много внимания подготовке научной смены.

В 1959 г. Н. Г. Басову и А. М. Прохорову была присуждена Ленинская премия за разработку новых принципов генерации и усиления электромагнитных колебаний.

Присуждение Международной Нобелевской премии советским ученым — показатель мирового признания больших успехов науки нашей социалистической Родины.

М. А. Корец,
З. Л. Понизовский
Москва

ПОКОРЕНИЕ СОЛЕНОЙ ВОДЫ

С каждым годом становится все более и более очевидно, что мировые запасы пресной воды сокращаются. Многие страны, даже из тех, которые на первый взгляд кажутся наиболее обеспеченными природными запасами пресной воды, испытывают определенное беспокойство, рассматривая свой водный баланс на ближайший период. Это обусловлено прежде всего ростом населения, подъемом его жизненного уровня и развитием промышленности. В США, например, каждые сутки расходуется свыше 1,1 млрд. м³ воды. Согласно подсчетам специалистов, через 20 лет расход воды в США составит 1,9—2,3 млрд. м³, а к 2000 г. потребуются около 4 млрд. м³ в сутки. Учитывая ограниченные ресурсы пресной воды и увеличивающееся с каждым годом ее потребление, правительство США вкладывает огромные ассигнования на исследовательские работы в области изыскания экономически выгодных способов опреснения соленых вод. Для того чтобы представить себе масштабы этих исследований, достаточно сказать, что на их осуществление в период с 1963 по 1967 г. Конгресс США ассигновал 75 млн. долларов. Такой размах исследовательских работ в указанной области становится понятным, если учесть результаты обследования, проведенного Геологическим обществом США в 1957 г., которые показали, что свыше 1000

городов и поселков Америки, число жителей в которых к тому времени составляло 1/7 всего населения страны, испытывали нехватку воды.

Острый недостаток пресной воды ощущается в ряде других мест земного шара. В первую очередь это относится к некоторым пустынным районам, в которых за последнее время выросла крупная нефтеперерабатывающая и другие отрасли промышленности. Это большие территории Ближнего и Среднего Востока, Северная Африка, юг и запад Мексики, Япония и ряд районов юга СССР. Между тем при общем недостатке пресной воды неисчерпаемы ресурсы соленых и солоноватых вод — океан, внутренние моря, засоленные подземные воды. Эти ресурсы составляют около 97% всей имеющейся на земном шаре воды. Естественно поэтому стремление ученых многих стран мира найти производительные и экономичные методы превращения этих практически безграничных водных ресурсов в основные источники пресной воды и поставить их на службу человечеству. По данным ЮНЕСКО, исследованиями в области опреснения соленых вод занимаются 85 различных организаций в 15 странах мира.

Важность скорейшего разрешения проблемы получения дешевой пресной воды из соленой или солоноватой в возможно больших количествах подтверждается следующими экономическими показателями. Так, если для большинства населенных пунктов нашей страны стоимость воды, подаваемой водопроводами населению и промышленным предприятиям, составляет 2—6 коп. за 1 м³, то доставка пресной воды средствами транспорта в безводных и маловодных местностях обходится значительно дороже. В условиях Алтайского края пресная вода, привозимая в автоцистернах к местам полевых работ в целинных районах, стоит в зависимости от дальности рейса от 1 до 3 руб. за 1 м³. Перевозка пресной воды танкерами с Кавказа в пункты на восточном побережье Каспийского моря обходится по 4—6 руб. за 1 м³. Цена пресной воды, доставляемой самолетами в Кара-Кумах, превышает 100 руб. за 1 м³.

При сопоставлении стоимости пресной воды, полученной методом опреснения из местных соленых или солоноватых вод, со стоимостью доставки ее водопроводами из природных пресноводных источников, основным фактором является расстояние доставки пресной воды и стоимость ее очистки до подачи потребителю. В условиях США при стоимости опресненной воды 25 центов за 1 м³ опреснение выгоднее строительства водовода длиной 100 км при производительности его до 750 м³/сутки; при подаче пресной воды на 150 км — до 7500 м³/сутки, а на 1500 км — до 400 000 м³/сутки.

В настоящее время на земном шаре из соленых вод ежедневно получают около 100 000 м³ пресной воды. Самая крупная установка для дистилляции морской воды находится на острове Аруба в Карибском море. Производительность этой установки около 11 000 м³/сутки.

Самый большой комплекс опреснительного оборудования, производительностью 28 000 м³/сутки, находится в Кувейте (Персидский залив). В г. Претория (Южно-Африканская Республика) построена крупнейшая в мире установка для электрохимического обессоливания производительностью 11 000 м³/сутки. Эта установка предназначена для опреснения подземной воды с содержанием около 4 г/л для питьевых целей.

В США построены и действуют несколько установок опытно-промышленного масштаба по опреснению соленых вод различными методами:

ДРЕЙФ НА «МЕЗОСКАФЕ»

Известный исследователь глубин Жак Пикар сделал недавно в Швейцарском институте морских исследований доклад о проектируемом им излучении Гольфстрима при помощи «Мезоскафа»¹ — подводного корабля, рассчитанного на длительное погружение на средние глубины. Восемь членов экипажа — техники и ученые — смогут дрейфовать, уносясь Гольфстримом, через «створ» которого проходит 100 млн. м³/сек (для сравнения можно указать, что средний сток Волги у Волгограда составляет всего 8,5 тыс. м³/сек). Корабль не будет подниматься на поверхность океана в течение нескольких недель. По мнению Пикара, такая экспедиция даст много новых сведений о Гольфстриме, оказывающем огромное влияние на климат Северного полушария.

«L'Humanité» от 16 ноября 1964 г.

ИСКАПАЕМАЯ ГУСЕ- ПОДОБНАЯ УТКА

Палеонтологическая экспедиция музея в Лос-Анжелесе (США) обнаружила в пустыне Анза-Боррео близ Сан-Диего (Калифорния) обширные скопления костей древних птиц и других животных. Среди 28 видов птиц 6 оказались ранее неизвестными вымершими видами. Особенный интерес представляет птица, получившая название *Brantadorna Downsi* (в честь руководителя экспедицией Теодора Даунса). Эта птица соединяет в себе признаки, свойственные гусям и уткам.

«Science News Letters», v. 85, 1964, № 7, p. 104 (США)

«ПОРТРЕТ В АНФАС» ГАЛАКТИКИ

Ближайшая к нашей гигантская звездная система — знаменитая галактика Андромеды М-31 повернута к нам почти «в про-

¹ См. «Природа», 1963, № 8, стр. 105.

филь», поэтому на обычных фотографиях спиральная структура ее плохо видна. В обсерватории Маунт-Вильсон Паломар (США) Г. Арп построил графическим преобразованием схему спиральной структуры этой галактики.



а В. Миллер получил снимок, отпечатанный под углом в 15° . Хотя при таком методе снимок получается расплывчатым (все его части не могут быть одновременно в фокусе) и несколько искаженным, на нем все же видны основные черты спиральной структуры. По сравнению с нашей Галактикой, спиральные ветви лежат менее плотно, что согласуется с предшествующими наблюдениями, согласно которым галактика Андромеды содержит меньше газа, а следовательно и меньше молодых звезд, чем наша Галактика.

«Science News Letters», v. 86, 1964, № 4, p. 53 (США)

ПОЛУЖИДКИЙ СЛОЙ МАНТИ ЗЕМЛИ

Геофизик Д. Андерсон из Калифорнийского технологического института, анализируя сейсмиче-

в г. Фрипорт (штат Техас) — опреснительная 12-корпусная установка производительностью $3780 \text{ м}^3/\text{сутки}$; в г. Розвелл (штат Нью-Мексико) — 2-корпусная установка с термокомпрессором, производительностью $3800 \text{ м}^3/\text{сутки}$; в г. Бискай (штат Аризона) — установка для опреснения воды методом электродialиза, производительностью $2400 \text{ м}^3/\text{сутки}$. В г. Врайтсвил-Бич (штат Северная Каролина) строится установка по опреснению воды методом замораживания.

В Советском Союзе значительные территории нуждаются в больших количествах опресненных вод — это республики Средней Азии (Туркменская, Таджикская) и Казахстан, где огромны запасы подземных засоленных вод; это развивающиеся районы Закаспия, Целинного края и ряд других областей СССР. Даже в старых промышленных центрах, таких как Донбасс и Кривой Рог, ощущается нехватка пресной воды. В Донбассе засоленные шахтные воды и промышленные отходы в значительной мере делают местные водоемы малопригодными для бытового потребления. Там проектируется создание канала для сброса засоленных шахтных вод и отходов промышленности в Сиваш, намечается строительство канала для подачи пресной воды в этот район из Днепра.

В качестве примера можно привести также районы Закаспия, где открыты большие запасы нефти. Однако разработка этих крупных запасов затрудняется из-за отсутствия пресной воды. Подача ее из Волги, Урала или Аму-Дарьи потребует крупных капиталовложений и будет сопровождаться большими потерями воды по пути ее следования на испарение и просачивание. Рентабельно решить все эти проблемы могло бы создание крупных опреснительных установок, работающих на тепле ядерных реакторов, с одновременной выработкой дешевой электроэнергии.

Проведенные расчеты показывают, что снижение стоимости опресненной воды до величины, при которой становится экономически целесообразно использовать ее для бытовых, промышленных и ирригационных целей, возможно только на крупных комбинированных установках для получения пресной воды и электроэнергии с ядерными реакторами в качестве источника тепловой энергии.

Атомные электростанции используют для выработки электроэнергии только 25—30% тепла атомных реакторов. В то время как 70—75% энергии, вырабатываемой ими в виде низкопотенциального тепла охлаждающей воды, сейчас сбрасывается. При создании комбинированных установок (ядерный реактор — электростанция — опреснительная установка) часть этого сбросного тепла в виде отбора из турбины пара низкого давления может эффективно использоваться для получения пресной воды. По предварительным расчетам, стоимость пресной воды, которая может быть получена на комбинированной двухцелевой атомной электростанции с реактором на быстрых нейтронах тепловой мощностью 1,5—2 млн. *квт*, при выработке около 200 000 м^3 пресной воды в сутки, будет составлять около 3 коп. за 1 м^3 . В то время как на действующих сейчас наиболее крупных опреснительных установках, работающих на мазуте, стоимость опреснения 1 м^3 воды составляет свыше 70 коп. Конечно, в настоящее время мы еще не располагаем достаточным опытом для создания столь крупных экономически эффективных опреснительных установок и понадобятся значительные усилия ученых ряда стран и в первую очередь Советского Союза и Соединенных Штатов Америки для того, чтобы в больших масштабах решить проблемы опреснения соленых вод, опираясь на атомную энергетику.

Подписанное 18 ноября 1964 г. между СССР и США соглашение о сотрудничестве в области опреснения соленых вод, в том числе с использованием атомной энергии — начало практического осуществления этой проблемы на благо народов всего мира.

Г. М. Соловьев
Москва

ЛЮБОПЫТНАЯ, НО СПОРНАЯ ПОПЫТКА ДАЛЬНЕЙШЕГО РАЗВИТИЯ ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ

В Лондонском Королевском обществе 11 июня 1964 г. состоялся доклад, вызвавший значительный интерес в мировых научных кругах. Двое астрофизиков, 48-летний англичанин Ф. Хойл и 25-летний индиец Дж. В. Нарликар, доложили¹ о своей теории, представляющей попытку дальнейшего развития и вместе с тем изменения общей теории относительности (теории тяготения), созданной А. Эйнштейном в 1916 г.

Коренное методологическое различие между обеими теориями состоит в том, что теория Эйнштейна — абстрактно-математическая, строящая модель Вселенной, исходя из геометрических свойств пространства — времени, тогда как в основу новой теории положены свойства наблюдаемой части Вселенной, а именно: взаимодействие между массой любого тела и массой всей Вселенной; скорость разбегания галактик; средняя плотность вещества Вселенной. Первое из этих свойств было сформулировано еще в 1872 г. Э. Махом и носит название «принцип Маха». Эйнштейн воплотил этот принцип в свою теорию лишь отчасти: согласно ее уравнениям, если вообразить, что существовало бы абсолютно изолированное тело, оно все же обладало бы инертной массой (по новой теории, она бы у него отсутствовала). Заметим, что определение количественного значения средней плотности вещества Вселенной весьма трудно; между тем от него существенно зависит, какова будет модель Вселенной.

Другое весьма характерное отличие новой теории от старой — она обходится без понятия гравитационного поля (а также и электромагнитного и ядерного). Этим она представляет собой, правда, своеобразный, но все же сомнительный возврат к ньютоновским идеям дальнего действия, осуществляемого при помощи так называемого С-поля (Creation-Field — поле созидания), содержащего отрицательную энергию. Как известно, понятие физического поля, первоначально выдвинутое Декартом и завоевавшее себе, благодаря Фарадею, Максвеллу, Герцу, Лебедеву и Эйнштейну, прочное место в науке, привело в нашем веке, с проникновением в микромир, к противоречиям, к появлению бесконечных значений физических величин там, где измерение устанавливает конечные значения. Стремление избавиться от этих противоречий послужило одним из стимулов для создания новой теории.

Другим стимулом были успехи радиоастрономии, открывшей в по-

скле данные, пришел к выводу о существовании в верхней мантии Земли вязкого слоя толщиной около 500 км, обладающего свойствами частично твердого и частично жидкого состояния вещества. Слой этот, имеющий температуру около 1200°С, должен быть по механическим свойствам подобен нагретому до размягчения стеклу. В более глубоких слоях повышение давления действует сильнее, чем повышение температуры, вследствие чего вещество пижней мантии вновь приобретает свойства твердого тела.

Существование вязкого слоя следует из тройного рода данных. Во-первых, сейсмические волны от отдаленных землетрясений заметно затухают при их прохождении из глубины через верхний слой мантии, что свидетельствует о повышенной пластичности этого слоя. Во-вторых, сейсмические волны, распространяющиеся близ поверхности Земли, также обнаруживают влияние вязкого слоя. В-третьих, возбужденные Чилийским землетрясением 1960 г. собственные колебания земного шара¹ быстро затухали (в течение примерно двух недель), что опять-таки свидетельствует о влиянии вязкости. Вязкий слой мантии полностью окружает всю Землю и может служить источником лавы при вулканических извержениях.

«Science News Letters», v. 86, 1964, № 1, р. 5 (США)

ПРОФИЛАКТИКА ВЗРЫВОВ

Не счесть бед, причиняемых метаном, этим злейшим врагом шахтеров и горняков. Достаточно малой искорки, и горные выработки потрясает взрыв. Чтобы беды не произошло, надо постоянно быть на страже. Миниатюрная лаборатория (ширина 4,5 см, высота 12,5 см, вес 370 г), помогающая заранее осведомить о надвигающейся опасности, скопструирована в Научно-исследовательском институте Сершар (Франция). «Сердце» нового прибора — платиновый детектор, раскаляющийся при включении и сжигающий метан из пробы воз-

¹ Этот доклад завершает работы обоих авторов, опубликованные в «Proc. Royal. Soc.», v. 273, 1963, № 1352, р. 1—11; v. 277, 1964, № 1368, р. 1—23; v. 278, 1964, № 1375, р. 465—478.

¹ См. «Природа», 1963, № 3, стр. 13.

духа. Результаты исследования показываются на пикале. Подряд может быть произведено 100 анализов газа.

«Giedkauf», 1964, № 5, S. 25 (ФРГ)

КОСМИЧЕСКИЕ ЛАНДШАФТЫ

Мрачная каменная пустыня с правильными кольцами невысоких гор, разбитых множеством трещин, совершенно черное небо с яркими блестками звезд, а над горизонтом поднимается гигантский шар, опоясанный тонким светлым кольцом, и кажется, что вы действительно стоите на спутнике Сатурна. Перевертываем несколько страниц — картина резко меняется. Красноватые скалы изуродованы выветриванием. На оранжево-красном песке вырисовываются струйки ряби. А впереди — песчаная буря, закрывающая половину неба. Лишь высоко наверху сквозь редкие облака просвечивают звезды. Теперь вы на Марсе.

Космические картины, на которых показаны ландшафты всех планет солнечной системы, имеют огромную познавательную ценность. Большую работу провели чехословацкие исследователи Е. Садил и Л. Пешек, создав уникальный атлас рисунков поверхности разных планет¹. Ланд-

¹ См. Josef Sadil, Luděk Pešek. Die Planeten des Sonnensystems, «Artia», 1963.



Внутренняя часть одного из лунных кратеров. Плоское дно изоброждено зияющими трещинами. Хорошо видны небольшие кратеры-лунки, опоясанные светлым кольцом (нимбом). На склоне вала прослеживаются скалистые обрывы, уступы и осыпи

следнее время во Вселенной источники чрезвычайно интенсивного излучения. Такие источники, получившие название квазар (quasar — quasi stellar radio source — квазизвездный радиосточник), расположены, по-видимому, в ядрах некоторых галактик, как результат происшедшего в них когда-то взрыва огромной силы. Самый отдаленный из них 3 С-147 обнаружен на расстоянии 6—7 млрд. световых лет от нашей Галактики. Он удаляется от нее со скоростью около 130 тыс. км/сек, причем энергия его излучения в 100 млрд. раз больше энергии излучения Солнца. Их существование кажется несовместимым с космологической гипотезой пульсирующей Вселенной. Хойл, создавший вместе с Т. Голдом и Г. Бонди космологическую гипотезу «стационарного состояния» Вселенной, согласно которой во Вселенной непрерывно происходит созидание вещества, но общее его количество — средняя плотность, несмотря на разлетание галактик, остаются постоянными, полагает, что новая теория, согласуясь с этой гипотезой, в дальнейшем сможет объяснить как разлетание галактик, так и удивительные явления, открытые радиоастрономией. Вместе с тем при этом мировые постоянные — скорость света, гравитационная постоянная и др. — претерпевают медленные вековые изменения, идея, которую выдвигает также П. Дирак.

Из уравнений новой теории вытекают результаты, полученные из теории тяготения Эйнштейна, проверенные экспериментами. Таким образом, основные положения общей теории относительности (теории тяготения) Эйнштейна сохраняются полностью: принцип эквивалентности сил инерции, обусловленных ускоренным движением системы, и поля тяготения (строго говоря, верный для бесконечно малой области пространства — времени); зависимость геометрии (метрики) пространства — времени от распределения и движения масс; несохранимость в поле тяготения ни размеров, ни формы движущихся тел, ни синхронности расположенных в разных местах часов (в 1960 г. опытами по красному смещению линий гаммаспектров была впервые в земных условиях осуществлена экспериментальная проверка).

Однако существование С-поля (природа которого представляется неясной), чье взаимодействие с веществом предполагается крайне малым (и только при накоплении его интенсивности частицы внезапно «рождаются»), никогда не наблюдалось. Но авторы новой теории заявляют, что они надеются, что смогут указать, как можно будет проверить эту гипотезу, предоставляя это экспериментаторам. Кроме того, Хойл и Нарликар работают над выводом из своих уравнений единой теории материи, т. е. над решением задачи, над которой Эйнштейн и его школа трудились безуспешно в течение 30 лет, стремясь объединить все виды полей. (Возможно, что С-поле окажется лишь другим названием единого поля). Единая теория материи должна дать возможность вывести теоретически иерархию физических структур вещества от элементарных частиц до галактик и т. д.

Как это бывает со всякой новой идеей, особенно необычной, новая теория была встречена учеными весьма противоречиво. Одни, например видный пакистанский физик Абдус Салам, высказались о ней положительно, другие же, не менее видные, как американец Роберт Оппенгеймер, считают ее «вычурной» (fuzzy), противоречащей основным концепциям современной физики. Третьи считают, что Хойл, являющийся не только ученым, но и автором научно-фантастических сочинений, дал простор своей чересчур большой фантазии. Понятно, лишь

экспериментальная проверка выводов, вытекающих из нее, решит, получит ли она признание как теория или же — что кажется более вероятным — будет отвергнута, как это случалось в истории науки с многими выдвигавшимися гипотезами.

Общая теория относительности, выдержавшая с момента своего создания в 1916 г. Эйнштейном проверку всем развитием физики, представляет громадный шаг вперед в познании пространства — времени, его связи с тяготением, по сравнению с теорией Ньютона. Поэтому попытка вернуться в каком-то виде к ньютоновскому дальнодействию вызывает естественно скептическое отношение к себе. С другой стороны, как и всякая научная теория, общая теория относительности не должна рассматриваться как последнее слово науки. Подобно тому, как она является обобщением теории Ньютона, так в будущем возникнет новая теория, которая, не отменяя ее годности в определенных рамках, станет ее дальнейшим обобщением для условий, выходящих за эти рамки, для условий мега- и микромира. Но, как показывает история научных теорий, такое обобщение происходит обыкновенно не путем выдвижения гипотез о новых, ненаблюдаемых факторах, а путем переосмысления основных понятий теории. В данном случае, будущему обобщению придется решить такие, нерешенные общей теорией относительности проблемы, как связь поля тяготения с другими видами физических полей, существование частиц тяготения (гравитонов), связь гравитационной постоянной с другими мировыми постоянными, изменение постоянной скорости света и гравитационной постоянной со временем и др. Пока нет оснований полагать, что теория Хойла — Нарликара сможет решить эти задачи.

С философской точки зрения, нам думается, следует предостеречь от возможности появления поспешных возражений против теории Хойла — Нарликара как «идеалистической», на том только основании, что из нее вытекает созидание вещества, причем не путем превращения в него волновой формы материи, как это имеет место в известной современной физике процессах. Правда, когда появилась гипотеза стационарного состояния Вселенной, один из ее создателей, Бонди, интерпретировал ее идеалистически, как «сотворение материи из ничего». Но ей можно дать материалистическое толкование: вещество возникает из какой-то третьей разновидности материи, нам пока неизвестной, по Хойлу и Нарликару, из С-поля. Сам Хойл указывает, что непрерывное созидание вещества — это не «мистический фактор» творения, выступающий в космологической гипотезе «большого взрыва» (Big Bang) аббата Ж. Леметра, которой придерживается кембриджский коллега Хойла, радиоастроном М. Райл.

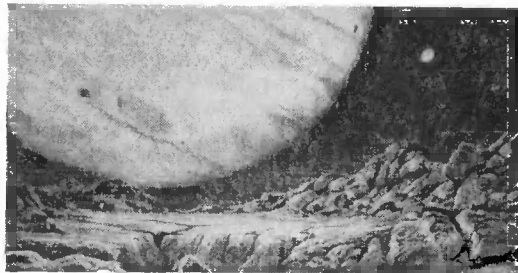
В. И. Ленин учит: «единственное «свойство» материи, с признанием которого связан философский материализм, есть свойство *быть объективной реальностью*, существовать вне нашего сознания»¹. Как бы не менялись физические представления о формах существования и превращения материи, это свойство останется неизблемым. Вместе с ним остается неизблемым и материализм, который будет лишь обогащаться, менять свою форму и наполняться новым содержанием в связи с новыми научными открытиями, все глубже вскрывающими диалектику материальной природы.

Э. К о л ь м а н
Москва

шафты необычны, но взгляды, вахьсья в них и как бы оживают описания далеких миров. Ведь эти картины — не прихоть художника, а отражение последних достижений научной мысли. Конечно, можно спорить, справедливо ли показывать чахлая растительность на Венере или снежники на скалах Титана. И все же в большинстве своем рисунки строго соответствуют материалам астрономических наблюдений и научным гипотезам.

Особенно интересны ландшафты Луны. Даже те, кто наблюдал Луну в телескоп или рассматривал фотографии лунной поверхности, извлекают из рисунков Луны немало полезного. Здесь можно увидеть и кратеры между Коперником и Эратосфеном, и долину Альп, и трещины вблизи Ариадея, и террасированные внутренние склоны одного из многочисленных лунных цирков. Рисунки помогают представить строение лунного рельефа. Теперь уже недалек день, когда можно будет проверить их правильность. Но и тогда они не потеряют своей ценности. Окажется возможным сравнить их с подлинными фотографиями, посмотреть, насколько справедливыми оказались научные гипотезы.

Красочные рисунки, выполненные с большим мастерством, сопровождаются в этой книге пояснительным текстом, написанным живым языком, рассчитанным на самые широкие круги чи-



Так выглядит Юпитер с его ближайшего спутника. На фоне характерного для этой планеты полосчатого рисунка резко выделяется крупное красное пятно, природа которого во многом пока загадочна

¹ В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 14, стр. 275.

тателей. Можно порекомендовать пражскому издательству «Артия» издать эту книгу на русском языке — она должна найти многочисленных читателей.

*В. В. Козлов, Е. Д. Сулиди-
Кондратьев*

Москва

ВОДЯНОЙ ПАР В АТМОСФЕРАХ ХОЛОДНЫХ ЗВЕЗД

Астрономы Принстонской обсерватории (США) сообщили о результатах наблюдений инфракрасных спектров звезд, проведенных при помощи поднимаемого на стратостате телескопа «Стратоскоп II». Линии водяного пара наблюдаются в спектрах ряда холодных красных звезд-гигантов. Из исследованных звезд наибольшее содержание водяного пара найдено у долгопериодической переменной звезды Мира (Дивная) Кита, наименьшее (в десятки раз меньше) — у звезды Бетельгейзе в созвездии Ориона. Определена также отражательная способность лунной поверхности в инфракрасных лучах и получены данные, позволяющие судить о концентрации частиц льда в межзвездном пространстве.

*«Science News Letters», v. 86, 1964, № 2,
p. 22 (США)*

ЕСТЕСТВЕННОЕ ВОДОХРАНИЛИЩЕ

Профессор Мичиганского университета А. Филбрик (США) предлагает для увеличения запасов пресной воды в США и Канаде добавлять опресненную морскую воду в Великие Озера, эти величайшие в мире резервуары пресной воды. Предполагается, что через 10 лет опреснение морской воды будет производиться в таких масштабах, что можно будет добавлять в озера до 100 млн. м³ опресненной воды в сутки. Уровень озер повысится при этом всего на 10 см, и никакого строительства плотин не потребуется.

*«Science News Letters», v. 86, 1964, № 2,
p. 24 (США)*

ВЫДАЮЩИЙСЯ СОВЕТСКИЙ РАДИОТЕХНИК И ЭЛЕКТРОНИК

70-ЛЕТИЕ АКАДЕМИКА А. Л. МИНЦА

В январе 1965 г. исполнилось 70 лет со дня рождения и 45 лет научно-технической и общественной деятельности акад. Александра Львовича Минца — одного из выдающихся советских ученых в области радиотехники и электроники.

Годы деятельности А. Л. Минца охватывают длительный путь, пройденный отечественной радиотехникой от примитивных дуговых и машинных радиостанций до современного интенсивного и бурного ее развития. На всех этапах этого пути А. Л. Минц умел выбрать наиболее актуальные проблемы, найти эффективные решения и успешно организовать их воплощение в жизнь, объединяя вокруг себя способных и энергичных работников. Особенно плодотворные результаты были достигнуты им в области мощных радиопередатчиков и радиотехнике ускорителей, где наши отечественные достижения систематически превосходили зарубежный уровень.

Свою научную работу Александр Львович начал еще будучи в университете, в 1916 г., когда он предложил устройство для парализования действия неприятельских радиостанций. В годы гражданской войны он командовал радиодивизионом в Первой Конной Армии. Затем руководил радиолaborаторией Высшей военной школы связи, где построил первую ламповую радиотелеграфную станцию. В 1923 г. А. Л. Минц был назначен первым начальником Научно-испытательного института связи Красной Армии. В 1924—1926 гг. под его руководством была построена в Москве, в Сокольниках, радиовещательная станция им. А. С. Попова, объединившая несколько длинноволновых передатчиков мощностью до 20 *квт* и первый в мире коротковолновый передатчик мощностью 1 *квт*.

В начале 1928 г. А. Л. Минцу и возглавляемой им группе, приобретшей уже значительный опыт, было поручено сооружение крупнейшей в то время радиостанции ВЦСПС мощностью 100 *квт*. Маловеры доказывали, что это строительство под силу только иностранным специалистам. Фирма «Телефункен», с которой были начаты переговоры, требовала ограничить мощность станции 50 *квт*. При проектировании этой станции А. Л. Минцем было внесено много усовершенствований, и время сооружения ее было сокращено до полутора лет.

В последовавший за этим пятнадцатилетний период непрерывно вводились в строй все более и более мощные радиостанции, спроектированные и построенные под руководством А. Л. Минца: серия стокиловаттных радиовещательных станций в Ленинграде, Москве (1931—1932), и в других городах, радиостанция им. Коминтерна мощностью 500 *квт* (1933), коротковолновая станция РВ-96 мощностью 120 *квт* (1938) и, наконец, сверхмощная радиостанция, сооруженная в годы Великой Отечественной войны. Кроме того, по проектам и под руководством А. Л. Минца был сооружен еще ряд радиостанций.

Александр Львович внес свой вклад в разработку теории ламповых генераторов, предложил новую схему модуляции на сетке, разработал

новые виды антенн (с многократными снижениями и с жесткими вибраторами) и применил оригинальный метод построения мощных радиопередатчиков — блоковую систему, получившую затем повсеместное распространение и за рубежом. Отечественные радиостанции выдвинулись на первое место в мире в значительной степени благодаря деятельности А. Л. Минца, которого по праву считают основателем советской школы мощного радиостроения.

В 1946 г. А. Л. Минц начал свою работу в отрасли радиотехники, которую, по существу, предстояло создать заново. Это была радиотехника ускорителей заряженных частиц. Под его руководством была разработана и сооружена ускоряющая система фазотрона на 680 Мэв в Дубне, переданного впоследствии Объединенному институту ядерных исследований. Затем последовали разработка и сооружение ускоряющих высокочастотных систем для синхрофазотрона ОИЯИ на 10 Гэв в Дубне (пущен в 1957 г.), синхрофазотрона с жесткой фокусировкой на 7 Гэв (пущен в 1961 г.) и строящегося синхрофазотрона на 70—80 Гэв.

Создание этих ускорителей потребовало решения задач, ранее не известных радиотехнике. Уже в фазотроне частота ускоряющего поля должна была изменяться примерно вдвое за каждый цикл ускорения. Для кольцевых ускорителей — синхрофазотронов — было необходимо изменять частоту в десятки раз и при этом поддерживать ее соответствие с быстро растущим магнитным полем с точностью до ничтожных долей процента. И хотя решение возникших проблем казалось невозможным, в конце концов эти и многие другие трудности были успешно преодолены, а созданные радиотехнические системы ускорителей показали себя безотказными в работе. Под руководством Александра Львовича разрабатываются и сооружаются также и линейные ускорители электронов и протонов. Дальнейшие перспективы повышения выходной энергии частиц (примерно до 1000 Гэв) связаны с идеей так называемого кибернетического ускорителя, в котором контроль над частотой ускоряющего поля поручается самим ускоряемым частицам — разумеется, через посредство соответствующей аппаратуры. Сейчас сооружается модель этого гигантского ускорителя, которая будет давать частицы с энергией 1 Гэв — вдвое большей, чем давал первый ускоритель в Дубне.

Годы работы А. Л. Минца в области ускорителей были также годами создания и роста Радиотехнического института Академии наук СССР.

Александр Львович ведет большую педагогическую работу, активно участвует в общественной жизни страны. Своим многочисленным ученикам и сотрудникам он умеет передать свой стиль работы — неразрывное сочетание теории и эксперимента, исследования и практики, проектирования и сооружения. Им опубликовано 85 научных трудов и книг, огромное число популярных и публицистических статей и сделано более 50 изобретений.

А. Л. Минц был удостоен Золотой медали им. А. С. Попова. В 1946 г. он был избран членом-корреспондентом АН СССР и в 1948 г. — академиком.

Советское правительство высоко оценило деятельность А. Л. Минца, присвоив ему звание Героя Социалистического Труда.

Пожелаем Александру Львовичу Минцу многих лет доброго здоровья и дальнейшей плодотворной деятельности на благо советской науки.

А. Д. В л а с о в
Доктор технических наук
Москва

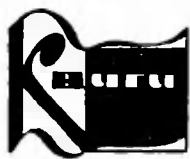


А. Л. Минц

КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ БЛИЗОСТИ БИОЛОГИЧЕСКИХ ВИДОВ

Группа американских биологов разработала количественный метод определения близости наследственных характеристик различных видов организмов. Извлеченная из двух видов ДНК разделяется нагреванием на отдельные нити. Один из образцов ДНК метится радиоактивной меткой и разбивается механически на короткие отрезки. Затем оба наносятся на поверхность агара и подвергаются инкубации при температуре тела. Диффундируя через агар, короткие цепочки рекомбинируют с длинными там, где их структуры дополняют друг друга (комплементарны). Степень рекомбинации и является мерой генетической близости двух испытываемых видов. Для человека и мыши она оказалась порядка 20—25%, а для человека и лосося — около 5%.

«Science News Letters», v. 85, 1964, № 23,
p. 365 (США)



ПУТЕШЕСТВИЯ В ГЛУБИНЫ ФИЗИКИ

Макс Борн

ЭЙНШТЕЙНОВСКАЯ ТЕОРИЯ
ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ

Изд-во «Мир», 1964, 452 стр.,
ц. 1 р. 67 к.

«...Еще одна книга по теории относительности... Не слишком ли много?» — произнесет, возможно, взглянув на обложку, скептически настроенный читатель. Но не нужно торопиться с выводами. Предлагаемая книга — особенная. Прежде всего, автор ее — один из тех, кто заложил фундамент новейшей физики и кому принадлежат оригинальные исследования во многих ее областях. Во-вторых, содержание книги «Эйнштейновская теория относительности» гораздо шире, чем это можно заключить, если понимать название буквально. По-настоящему понять теорию относительности можно, лишь внутренне прочувствовав физику как единое живое и развивающееся целое. Именно поэтому Макс Борн ставит целью показать глубокое единство науки, заставить почувствовать существование общих принципов, лежащих в основе всех самых разнообразных и внешне никак не связанных явлений.

В этом смысле книга Борна напоминает широко известную советским читателям «Эволюцию физики» А. Эйнштейна и Л. Инфельда. Начав с краткого исторического обзора развития основных, привычных физических и математических представлений о пространстве и времени, автор последовательно переходит ко все



более сложным вопросам. Путем анализа простых, на первый взгляд, явлений, он приводит «непосвященного» читателя к убеждению, что мир совсем не так прост, как обычно думают. Для его понимания нужны специальные эксперименты, из которых логически вытекает теория относительности. Этому «выводу» с разных сторон и точек зрения посвящены первые пять глав книги. Собственно теория Эйнштейна излагается в двух последних главах. Но весь предыдущий материал подводит читателя к тому, что теория относительности логически неизбежна, «необходима». А после этого она уже перестает быть непонятной и, казалось бы, противостественной. Одновременно с этим показано, что весьма неожиданные следствия из теории возникают не только

в космических масштабах (известные парадоксы времени и разбегания галактик), но и в «земных». Так, например, общеизвестно, что проволока, по которой течет ток, электрически нейтральна: заряд движущихся электронов компенсируется зарядом неподвижных ионов. Однако, с точки зрения движущегося «наблюдателя» (роль которого может играть летящая частица), эта проволока заряжена. Интересен также разбор сравнительно легко наблюдаемого в лаборатории поперечного эффекта Доплера — изменения длины волны испускаемого света при поперечном движении источника.

В книге содержатся простейшие математические выкладки, для понимания которых вполне достаточно знаний, полученных в 6-м — 7-м классах школы. Формулы и математические выводы способствуют более глубокому пониманию теории, оставляя, однако, книгу доступной для самого широкого круга читателей, для тех, кто, не зная высшей математики и современной физики, помнит кое-что из приобретенного в школе и хотел бы немного поразмыслить. «Я верю, — пишет Макс Борн, — что они смогут получить из этой книги больше, чем просто смутное ощущение великой, но сложной и темной тайны природы: они смогут приобрести действительное понимание путей современной научной мысли».

Ю. Я. Яковлев

Москва

ВЕЛИКИЙ УЧЕНЫЙ И АТЕИСТ

Б. В. Андреев

ИВАН ПЕТРОВИЧ ПАВЛОВ
И РЕЛИГИЯ

Изд-во «Наука», 1964, 98 стр.,
ц. 15 коп.

Своими гениальными трудами по физиологии кровообращения и пищеварения и особенно учением о высшей нервной деятельности животных и человека И. П. Павлов прославил отечественную науку и указал пути ее дальнейшего развития.

Нередко, к сожалению, приходится слышать всякие небывлицы о религиозности И. П. Павлова. В подтверждение этого приводится немало басен о том, что ученый якобы посещал церковь, соблюдал религиозные обряды и пр. Церковникам, конечно, выгодно использовать имя ученого для усиления своей пропаганды. Как же в действительности было отношение великого физиолога к религии? На этот вопрос дает обоснованный ответ рецензируемая книга. Она состоит из двух частей. Первая посвящена анализу научной деятельности и мировоззрения И. П. Павлова, вторая — его отношению к религии.

В своих суждениях автор основывается на достоверных сведениях и фактах, высказываниях и воспоминаниях современников.

Несмотря на то, что Павлов родился и воспитывался в семье священника, он порвал с религией еще в юношеские годы. Этому способствовали его увлечения литературными и естественно-научными произведениями, прежде всего русских революционных демократов — Чернышевского, Добролюбова, Герцена, Писарева

и др. Под влиянием передовых мыслителей все свое внимание будущий ученый направил на изучение естествознания. Впоследствии он стал убежденным, сознательным материалистом, развивая материалистические идеи в науке Ч. Дарвина и И. М. Сеченова. Все это не могло не сказаться на атеистическом характере его мировоззрения. «Я, — говорил Павлов, — рационалист до мозга костей и с религией покончил», «Я неверующий!»

Красной нитью через все павловские работы проходит одно главное и ведущее — роль нервной системы в жизнедеятельности организма. Область психических явлений содержит в себе много «таинственных сторон» и поэтому всегда привлекала внимание церковников. Гипноз, внушение, сон, сновидения, лунатизм и многое другое издавна являлись для людей источником фантазий, религиозных суеверий и предрассудков. И. П. Павлов подверг анализу «святую святых» религии — человеческий мозг, который церковники всех мастей считают «сидящим в бессмертной души». Он отверг идеалистические представления о душе.

Создав объективный метод исследования деятельности больших полушарий головного мозга — метод условных рефлексов — и учение о высшей нервной (психической) деятельности животных и человека, Павлов совершил революцию в науке о мозге. Он доказал, что именно мозг является органом мышления, вскрыл материальные основы психических процессов, установил закономерности высшей нервной деятельности и тем самым объяснил различные явления человеческой

психики, считавшиеся долгие годы таинственными, неподдающимися изучению и являвшимися причинами различных религиозных суеверий и предрассудков.

О личном отношении И. П. Павлова к религии говорят его высказывания, ответы на вопросы, письма и беседы, которыми изобилует книга. Приведена, например, выдержка из записи беседы И. П. Павлова с А. М. Горьким о религии: «Я ... увлекся естественными науками, так всю жизнь и проработал на этом поприще, имел дело с материей... Так вот, думаю, вопрос лишь в словах, а по существу это слово «бог» ничего не дает. Это лишь словесное выражение для нашего незнания, а ведь можно опереться только на знание, а бог лишь слово. Конечно, вера существует для слабых, притесненных».

И. П. Павлов был последовательным и воинствующим материалистом, неутомимым борцом за научную истину. Он страстно боролся против идеализма и, как он сам выражался, против анимизма и дуализма.

Книга читается с интересом. Она шаг за шагом показывает, как формировалось материалистическое мировоззрение великого ученого и вкратце раскрывает основные положения его учения. После ее прочтения не остается сомнений, что И. П. Павлов был великим поборником атеизма. Вся его жизнь и созданное им материалистическое учение наносят сильнейший удар по религии.

М. М. Канторович

Кандидат медицинских наук

Ленинград

ОСЕНЬ 1964 года

Поистине золотая осень была в этом году на Европейской части СССР. Весь сентябрь и октябрь в большинстве районов стояла теплая и сухая погода, связанная с частыми антициклонами. Казалось, что лето решило не уходить в «отпуск», было много тихих солнечных дней, чистый, прозрачный воздух давал возможность любоваться простором чарующих пейзажей русской багряной осени. Она принесла с собой богатый урожай с полей и садов.

В первом осеннем месяце — сентябре, в южных районах Европейской части страны еще гремели последние грозы, но на севере и на востоке уже появились первые заморозки. Во многих местах по утрам расстилались густые туманы, а днем на солнце блестели серебряные нити — признаки «бабьего лета». Все это напоминало о наступлении осени. Средняя месячная температура воздуха на большей части Европейской территории СССР в сентябре и октябре оказалась несколько выше нормы. В первой декаде сентября на Украине, Нижнем Поволжье и Северном Кавказе температура днем поднималась до 25—30°, а в октябре — до 20—25°. Купальный сезон был в разгаре — температура воды в конце сентября у Черноморского побережья Кавказа доходила до 20—23°. Здесь изредка по летнему гремели грозы и шумели ливневые дожди, которых особенно много было на западе Украины и в Молдавии (60—100 мм, местами до 130 мм). В ночные часы, начиная со второй декады сентября в западных областях и на востоке Украины местами отмечались слабые заморозки, которые к концу месяца распространились на значительную часть центральных, восточных и юго-восточных районов. А в начале октября в центральных районах выпал первый

снег, который сменился дождем. Массы холодного воздуха, распространившиеся с севера в тылу циклонической системы, расположенной над Западной Сибирью, в начале октября захватили даже Нижнее Поволжье. Вторжение этого воздуха на Каспии вызвало штормы, а в горных районах Кавказа снегопады. На Клухорском перевале высота снежного покрова достигла 30 см. В ноябре на большей части Европейской территории СССР погода резко менялась: волны холода часто сменялись потеплениями. В конце первой декады здесь стояла морозная погода, местами выпал снег, а к середине месяца с Атлантики пришел теплый воздух, двигавшийся по южной периферии обширной циклонической системы. Морозы сменялись оттепелями с туманами и дождями.

В северных районах Европейской части СССР осенью преобладали циклоны, вызвавшие прохладную погоду с дождями и снегом; в ноябре появились первые метели. На Урале и прилегающих к нему восточных районах Европейской части СССР, где также часто перемещались циклоны, стояла неустойчивая погода с дождями, а с конца сентября здесь нередко наблюдались и снегопады. Резко колебалась температура, вторжения холодного воздуха в тылу циклонов сопровождались сильными ветрами. В Западной Сибири и на большей части Казахстана в сентябре наблюдались длительные периоды теплой погоды и в отдельные дни стояла июльская жара с температурой до 22—27°. В конце месяца резко похолодало, дули сильные ветры (до 25—35 м/сек) с дождем и снегом. Только в начале октября в Западной Сибири и на большей части Казахстана стояла сухая и теплая погода. В остальное время было холодно, особенно во второй декаде этого месяца, когда темпе-

Зппа

Фотоэтиюд И. Д. Невелева

ратура ночью даже в южных районах Западной Сибири опускалась до -15° , -20° , а местами до -22° , -24° .

Сквозило льдом Обь и ее притоки. Жители Якутии и Магаданской области, как и обычно, уже в сентябре испытали приближение зимы — Арктика послала сюда все новые волны холода, сопровождавшиеся снегопадами и сильными ветрами. В конце октября в районе полюса холода — Оймяконе температура ночью опускалась до -20° , в большинстве районов мороз сохранялся и днем. В октябре в Якутии морозы достигали $25-30^{\circ}$ (в районе Верхоянска — Оймякона до -38° , -42° , а в середине ноября до -47° , -52°). Сильно штормило у берегов Чукотки. Такая погода была обусловлена глубокими циклонами, часто приходившими на Берингово и Чукотское моря с юго-запада. В результате сильных снегопадов к концу сентября в Магаданской области местами образовались снежные завалы, средняя высота снежного покрова 30 сентября достигла 62 см. В октябре и ноябре снежные заносы нередко наблюдались и на Чукотке.

Резко колебалась температура воздуха нынешней осенью также в республиках Средней Азии. Дневные температуры нередко достигали $25-30^{\circ}$, а при похолодании в октябре они не превышали $12-16^{\circ}$. Рано начались заморозки.

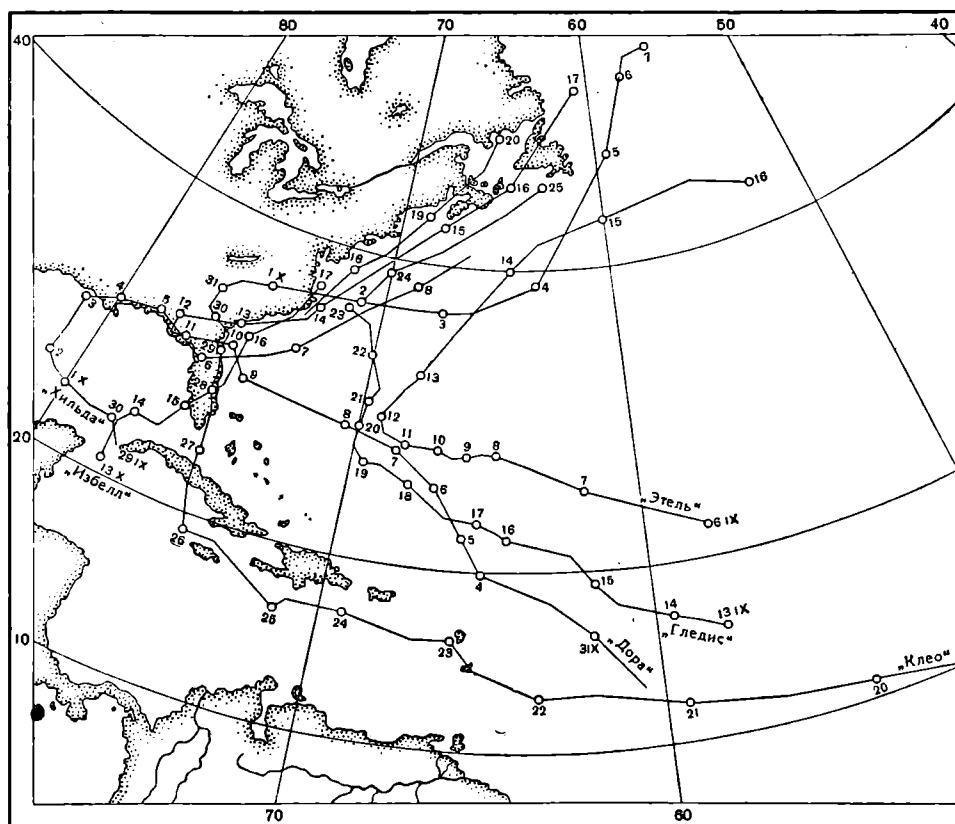
Обычно осенью резкие изменения погоды наблюдаются и в Западной Европе. В северных широтах Атлантического океана часто развиваются глубокие циклоны, затем они движутся к востоку, принося в Европу сильные ветры и дожди. В тылу этих циклонов холодные массы воздуха с севера проникают далеко к югу, нередко достигая Средиземного моря, где способствуют развитию еще более «коварных» циклонов. Однако в первой половине сентября этого года над большей частью Западной Европы, как и над Европейской частью СССР, стояла теплая погода. В антициклонах, при малооблачной погоде, температура днем поднималась иногда до $25-30^{\circ}$. 14 сентября в Париже зарегистрирована самая высокая за много лет температура — $30^{\circ}7$. Но со второй половины сентября с Атлантического океана через Британ-

ские острова и Скандинавию на восток один за другим стали перемещаться циклоны, вызвавшие в центральных районах Европы дожди, грозы и сильные ветры.

В различных районах Западной Германии прошли интенсивные дожди с грозами, сильными ветрами и градом. В бассейне Рейна ветер достигал 120 км/час , во многих местах были разрушены линии связи и затоплены дороги, на аэродромах были повреждены самолеты. В Праге 21 сентября выпал первый снег, а в горах Высокие Татры, снежный покров достиг $60-70 \text{ см}$. Несколько дней здесь дул ветер до 170 км/час . В ночь на 22-е в Болгарии в горах Стара Планина разыгралась снежная буря, на протяжении 10 км Троянский перевал был занесен сугробами, люди, находившиеся в автомобилях и в автобусах, были застигнуты в пути. Все эти драматические события были вызваны проникновением холодного воздуха на северную часть Балканского

полуострова. В это же время к южным его берегам со Средиземного моря подошел циклон. Взаимодействие теплых и влажных воздушных масс с холодными и привело к столь необычным для этого времени года снегопадам. В дальнейшем этот циклон переместился на территорию Турции и Черное море, вызывая на своем пути дожди и сильные ветры. Особенно пострадал г. Стамбул, где штормовые порывистые ветры вырывали с корнем деревья, срывали крыши домов, валили телеграфные столбы.

В октябре и ноябре Центральную Европу часто занимали обширные антициклоны с малооблачной погодой и большим суточным ходом температуры. Циклоны появлялись преимущественно над севером Атлантического океана, Норвежским, Северным, а в отдельные периоды и Средиземным морем. В Западной Европе они вызывали штормовую погоду и осадки. В конце первой декады октября появились сообщения в газетах, что штормы нарушили



Пути перемещения ураганов осенью 1964 г.

нормальную жизнь портов Атлантического океана, прерывалось также движение поездов, самолетов. Из Лондона сообщали, что 8—10 октября ураганные ветры в проливе Ла-Манш заставили суда срочно искать укрытия в гаванях, некоторые суда посылали сигналы бедствия. На о. Джерси (в западной части пролива) ветер валил деревья и телеграфные столбы. Океан часто штормил у берегов Франции. В некоторых гаванях, особенно в Гавре, ветром были повалены многолетние деревья, со зданий сорваны крыши. Жители Гавра такого ветра в этих местах не помнят. Берег моря был усеян обломками досок, телевизионными антеннами, кусками кровельного железа, прибрежная автострада загромождена десятками опрокинутых автомашин, большие разрушения причинены морскому транспорту.

Особенно много бедствий разбушевавшаяся природа причинила в конце октября. Длительные дожди в верховьях р. Савы (Югославия) превратили маленькие реки в бурлящие потоки. Сильно повысился уровень р. Савы, он превысил самую высокую отметку, сделанную 30 лет назад. Сороженные ранее насыпи не выдержали давления воды. Размыв их, вода хлынула в город. В южной части г. Загреб было сильное наводнение.

В последние дни месяца циклоны, переместившиеся из Африки на Средиземное море, причинили большие бедствия в Тунисе и Сицилии. На острове разрушено много домов, предприятий, портов, аэродромов, дорог, линии связи, много деревьев повреждено и вырвано с корнем, тысячи людей остались без крова, были и человеческие жертвы. В Тунисе после проливных дождей и наводнения несколько районов оказались изолированными. В некоторых местах уровень воды достигал 5 м. Особенно пострадал г. Кайруан. Еще чаще на Средиземном море бушевали циклоны в ноябре. 8-го числа в Риме целые сутки лил дождь, улицы превратились в бурные потоки, остановилось движение транспорта, многие подвальные помещения были затоплены.

Осенью штормовая погода часто захватывала южные широты Атлантического океана. Этот се-

зон — сезон тропических циклонов, которые в Атлантическом океане называются ураганами, а на западе Тихого океана — тайфунами. Небольшие по размерам, но обладающие большой разрушительной силой, тропические циклоны причиняют неисчислимые бедствия. Они возникают в приэкваториальной части океанов, где воздушные массы всегда сильно перегреты и насыщены водяными парами.

Сезон разрушительных ураганов в Атлантическом океане в текущем году открыл ураган под названием «Клео», который возник 19 августа юго-западнее о-вов Зеленого мыса, примерно в том районе, где в 1963 г. был обнаружен ураган «Флора». Перемещаясь на запад, ураган «Клео» причинил первые разрушения на о. Гваделупа (Малые Антильские острова), затем устремился на северо-запад и дошел до штата Флорида. Скорость ветра при урагане достигала 177 км/час. Большой ущерб он причинил курорту Майами и судам у побережья Флориды. Пройдя далее через штаты Джорджия и Южная Каролина ураган «Клео» 2 сентября вышел на просторы Атлантического океана и 7 сентября достиг его северных широт. После урагана «Клео» один за другим в Атлантическом океане бушевало еще несколько ураганов — «Дора», «Этель» и «Гледис». Самым свирепым из них оказался ураган «Дора». Минувя Малые Антильские острова он, как и ураган «Клео», обрушился на юго-восточные районы США — штаты Флорида и Джорджия. Ветер, достигавший скорости 170—190 км/час, срывал крыши, переворачивал автомобили, вырывал с корнем деревья. Сопровождавшие ураган тропические ливни превратили улицы городов и поселков в бурные реки. Десятки тысяч человек остались без крова. Места, по которым прошел ураган «Дора», объявлены президентом «районом бедствия».

В октябре жители южных и юго-восточных районов США терпели большие бедствия от ураганов, возникающих над Карибским морем. Один из таких ураганов, «Хильда», принес наибольшие убытки нефтяной промышленности США за всю ее историю. Переместившись с Карибского моря в Мексиканский залив он

разрушил установки для бурения нефти на дне моря, в море были унесены платформы для добычи нефти и газа. 3 октября ураган «Хильда» вышел на южные районы США и причинил много бедствий штату Луизиана. В крупном портовом городе Новый Орлеан волны перехлестнули защитные дамбы и затопили некоторые кварталы; разрушено много домов, были и человеческие жертвы. Немало бедствий этот ураган причинил и в штате Миссисипи. За три осенних месяца в Тихом океане возникло 15 тайфунов. Возникшая вблизи Марианских о-вов и восточнее Филиппин, они, как и летом один за другим, перемещались с востока на запад через Филиппинские о-ва на Южно-Китайское море. Уже 1 сентября восточнее северной оконечности о. Лусон (Филиппины) возник тайфун «Руби», следом за ним — «Салли». Не менее сильным был тайфун «Тильда», который переместился с Тихого океана на Южно-Китайское море и в Индокитае вызвал сильные тропические ливни и большие наводнения. Много стихийных бедствий жителям Индокитае и Филиппин нанесли тайфуны также в октябре и ноябре. Из 15 тайфунов этой осенью только один, под названием «Вильда», 24—25 сентября вышел на Японию.

В начале осени — в сентябре наводнения наблюдались и в Индии. Частые дожди приносил сюда юго-западный муссон. Особенно сильные наводнения испытывали жители южной части страны, где выпавшие из берегов реки причинили немало стихийных бедствий. Глубина воды на улицах одного из городов достигла почти 2 м. Это были уже последние проявления муссона: в октябре и в ноябре во всей Индии установилась теплая солнечная погода. Тропические дожди и грозы наблюдались в более южных широтах. В октябре наступил сезон сильных дождей и наводнений в ряде районов Индонезии. От наводнения особенно пострадал о. Ява, где также были большие разрушения и человеческие жертвы.

Т. Ф. Б а т я е в а,
Т. В. С и д о ч е н к о

Кандидаты географических наук

Центральный институт прогнозов
(Москва)

ГОЛОЛЕД В ЛЕСАХ

НЕОБЫЧАЙНОЕ ЯВЛЕНИЕ НА ЧЕРНОМОРСКОМ ПОБЕРЕЖЬЕ
КАВКАЗА

Высокопродуктивные леса юга Европейской части страны, особенно горных районов Кавказа, нередко подвергаются губительному влиянию гололеда. Только за последние 20 лет здесь наблюдалось несколько случаев, когда у деревьев полностью обламывались кроны, ломались стволы и даже деревья выворачивались с корнями. Гололеды образуются в холодную половину года от намерзания на любых предметах капель дождя при температуре воздуха от 0 до -6° . Такие условия создаются обычно при взаимодействии различных по происхождению воздушных масс: холодных, оформленных в антициклонические образования на севере или востоке района, и теплых, приходящих с южными циклонами. В результате больших контрастов температур между этими воздушными массами (вдоль так называемых атмосферных фронтов) образуется облачный покров, дающий обильные осадки в виде дождя и интенсивное обледенение наземных предметов. Фронтальные гололеды могут до-

стигать громадных размеров (100 мм и более) и наносить самые тяжелые повреждения лесам.

Сравнительно часто гололед образуется и в однородной воздушной массе при выпадении моросящих осадков при наличии густого тумана при тех же температурных условиях, но в этом случае гололеды заметного вреда лесам не причиняют.

Есть немало примеров губительного влияния гололеда на лес. Известен, например, сильный гололед, наблюдавшийся в январе 1946 г. и в феврале 1954 г. в Краснодарском крае. Лесные полосы близ Волгограда пострадали от гололеда зимой 1960 г. и в ноябре 1961 г. в Донбассе. В этом же году в лесах Полесья были повреждены основные леса в возрасте 30 лет на площади около 800 га. Особенно интенсивным оказался на Черноморском побережье Кавказа гололед 21—26 января 1963 г. Образовался этот необычный гололед от дождя, который шел при температуре воздуха $-3, -5^{\circ}$.

Постепенно нарастая, уже к полудню следующего дня гололед достиг больших размеров. Деревья, кустарники, почва — все покрылось толстым панцирем льда. Одновременно резко усилился северо-восточный ветер, начали ломаться ветки, кроны деревьев, стволы, многие деревья выворачивались с корнем.

Такого интенсивного гололеда на Черноморском побережье Кавказа не зарегистрировано метеорологическими станциями за многолетний период наблюдений. Местами лес был почти полностью уничтожен. Наибольшие повреждения нанесены средневозрастным дубовым лесам на склонах юго-западной экспозиции ($20-25^{\circ}$), где мощность почв невелика и деревья не могут глубоко пустить корни. На склонах восточной экспозиции ($10-15^{\circ}$), где мощность почв больше, поваленных деревьев в 4 раза меньше. Наиболее сильно были повреждены леса в долинах, а на склонах лишь до высоты 300 м. Выше 500 м абсолютной высоты в лесах наблюдались лишь частичные повреждения.

Не все древесные породы имели одну и ту же сопротив-

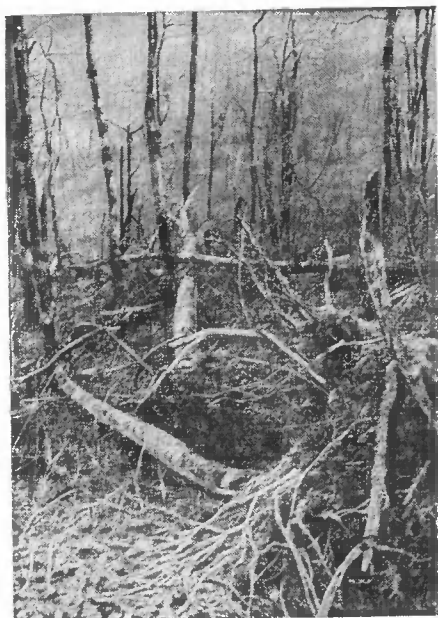
ляемость гололедно-ветровой нагрузке, а следовательно и степень повреждаемости.

Проведенные исследования показали, что по степени повреждаемости древесные породы располагаются в следующем порядке: берест, осина, ясень, клен, ольха, каштан, груша, дуб, граб. Эти данные согласуются с данными, полученными при изучении сильного гололедолома в горных лесах Краснодарского края (И. Н. Елагин, 1952).

На участках, сильно пострадавших от гололеда, необходимо проводить сплошные санитарные рубки, для того, чтобы предупредить развитие очага вторичных вредителей и болезней. Здесь возобновление леса ведется за счет посева и посадки дуба, каштана и других лесных пород.

Значительные повреждения древесной растительности гололедом вызывают известную тревогу у лесоводов. В целях сохранения насаждений они ставят перед научно-исследовательскими институтами и опытными станциями справедливые требования о разработке соответствующих мер борьбы с этим явлением. Ведь каждый случай гололедолома нарушает план ведения хозяйства, влечет к потере древесины, снижает товарность насаждений, увеличивает пожароопасность и вспышки очагов вторичных вредителей, создает условия для частичного усыхания древостоя, эрозии почв и возникновения буреломов.

Каковы же перспективы борьбы с гололедом в лесах? Как известно, в нашей стране сейчас успешно проводятся работы по рассеиванию облаков и туманов и по предотвращению града. Достигается это путем засева (с помощью самолетов или ракет) туманной или облачной среды твердой углекислотой («сухим льдом»), имеющей температуру -79° . Через несколько минут после засева происходит деградация тумана или облачного покрова. Вполне вероятно, что в недалеком будущем одним из основных средств борьбы с гололедом явится засев углекислотой или другими реагентами гололедоопасного облака. В этом случае осадки из облаков выпадут на землю не в виде дождя, а в виде снега, что исключит возможность обледенения деревьев и повреждения лесов. Наряду с активными формами борьбы, исключаящими



Последствия гололеда в 1963 г

Фото В. Виноградова

возможность обледенения, будут по-прежнему играть большую роль лесоводственные методы, снимающие губительное влияние гололеда на лес, создание смешанных лесов против бурелома, подбор гололедоустойчивых пород, установление необходимой густоты древостоя, ведение плановых лесохозяйственных рубок и пр.

Независимо от применяемых форм борьбы большое место должно быть уделено дальнейшим специальным исследованиям, направленным на предупреждение гололеда или уменьшение его последствий.

В. Е. Бучинский
Кандидат географических наук

Геофизическая станция Донецкой железной дороги (Донецк)

ИНТЕРЕСНОЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЕ

Одна из наиболее мелких птиц наших лесов — пищуха — давно считается среди пернатых классическим примером высокой пищевой специализации. Действительно, ее тонкий, изогнутый клюв прекрасно приспособлен к добыванию в щелях коры различных беспозвоночных, пищеварительный же аппарат имеет строение, характерное для насекомыхоядных птиц. В то же время детальное круглогодичное исследование питания пищухи показало, что зимой в ее рационе значительное место занимают семена как древесных, так и травянистых растений. Особенно четко «зерноядность» этой птички была заметна в бедных насекомыми горных лесах Карпат, где в год обильного плодоношения бука и ели на 60—80% ее желудки



Пищуха

были наполнены семенами этих пород. В последующий неурожайный год растительная пища пищухи состояла из семян шалфея, подмаренников и других травянистых растений. Количество этой пищи в желудках птиц составляло около 50%.

Каким же образом пищухи, кормящиеся исключительно на стволах и толстых ветвях деревьев, могли добывать семена травянистых растений? Наблюдения показали, что они используют запасы других птиц, в первую очередь москотов и гаичек. Эти мелкие синицы запасают на зиму пищу, пряча ее под лишайники и в щели коры — т. е. в те укрытия, которые постоянно осматривают пищухи. Не удивительно, что последние легко обнаруживают и поедают спрятанные семена. Однако пищуха своим тонким клювом не может расклевывать твердую пищу. Поэтому перевариваются семена благодаря следующей особенности ее желудка — поздней осенью и зимой ее мускулатура оказывается вдвое более развитой, чем летом. Кроме того, в желудке есть специальные камешки, так называемые гастролиты, которые выполняют роль жерновов, размельчая твердую пищу.

Д. В. Владышевский
Кандидат биологических наук

Беловежская пушча

ПОПРАВКА

В № 12 журнала «Природа» за 1964 г., на титульной странице, под фотографией следует читать: Один из районов Москвы (на заднем плане — гостиница «Украина»)

Художественный редактор *З. К. Тарасенко*

Технический редактор *Д. И. Флейшман*

АДРЕС РЕДАКЦИИ: Москва, центр, ул. Грибоедова, 4, тел. К 5-60-28, Б 8-06-72

Подписано к печати 21/XII 1964 г.
Уч.-изд. л. 13,39

Т-17465
Бум. л. 4

Формат бумаги 84×108¹/₁₆
Тираж 23000 экз.

Печ. л. 13,12+1 вклейка
Заказ 1423

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

В НОМЕРЕ:

Новости, события, факты. Нобелевские лауреаты по физиологии и медицине за 1964 год *А. П. Гусева* (39). Помидоры в электрическом поле. *Ф. Я. Байков* (93). Лауреаты Нобелевской премии по физике за 1964 год. *М. А. Корец, З. Л. Понизовский* (112). Премия имени А. М. Бутлерова 1964 года (112). Закрытая частица (112). Премия имени А. Е. Ферсмана 1964 года (113). Покорение соленой воды. *Г. М. Соловьев* (114). «Второй звук» в твердом теле (114). Дрейф на «Мезоскафе» (115). Ископаемая гусеподобная утка (115). «Портрет в анфас» Галактики (115). Полужидкий слой мантии Земли (116). Любопытная, но спорная попытка дальнейшего развития теории относительности. *Э. Кольман* (117). Профилактика взрывов (117). Космические ландшафты. *В. В. Козлов, Е. Д. Сулиди-Кондратьев* (118). Выдающийся советский радиотехник и электроник. 70-летие академика *А. Л. Минца, А. Д. Власов* (120). Водяной пар в атмосферах холодных звезд (120). Естественное водохранилище (120). Количественное определение близости биологических видов (121).

Заметки, наблюдения. «Караван» мергелей. *М. Г. Перцович* (47). Каспийский геккоп в Дагестане. *З. П. Хонякина* (74).

Книги. Древнейшая наука (*А. П. Белобров. Гидрография моря*). *А. И. Алексеев* (86). Путешествия в глубины физики (Макс Борн. Эйнштейновская теория относительности). *Ю. Я. Яковлев* (122). Великий ученый и атеист (*Б. В. Андреев. Иван Петрович Павлов и религия*). *М. М. Канторович* (123). Коротко о книгах (34, 40, 104, 111).

Календарь природы. Осень 1964 года. *Т. Ф. Батяева, Т. В. Сидченко* (124). Гололед в лесах. Необычайное явление на черноморском побережье Кавказа. *В. Е. Бучинский* (127). Интересное приспособление. *Д. В. Владышевский* (128).

В ИЗДАТЕЛЬСТВЕ
„НАУКА“
С 1-го ЯНВАРЯ 1965 ГОДА
ВЫХОДИТ
НОВЫЙ ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ
НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫЙ
ЖУРНАЛ

«ХИМИЯ И ЖИЗНЬ»

Новый массовый научно-популярный журнал Академии наук СССР „Химия и жизнь“ знакомит с достижениями химической науки в промышленности, в сельском хозяйстве, в строительстве, в медицине и быту. Читатель узнает о работах химиков по изучению процессов жизнедеятельности организмов, по освоению космоса, увеличению ресурсов питания человека и животных, борьбе с болезнями и преждевременной старостью, о раскрытии многих тайн и загадок природы.

На страницах журнала будут публиковаться очерки и репортажи об открытиях, о синтезе новых веществ, о полупроводниках и лекарственных препаратах, новых изотопах и полимерных материалах. Журнал расскажет о новинках зарубежной науки и техники, о крепнущих связях химии с другими науками. В нем отведено место для дискуссий, гипотез, научной фантастики.

Подписная цена на год (за 12 номеров) — 3 руб. 60 коп.

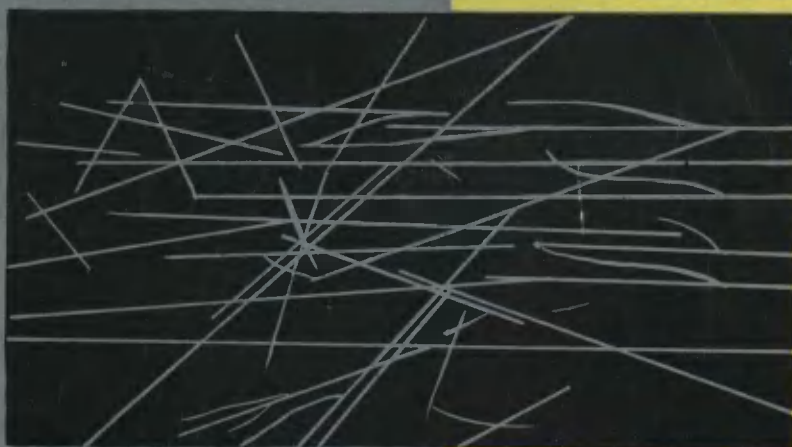
Подписка принимается в пунктах подписки „Союзпечати“, отделениях связи, городских и районных узлах связи, почтамтах, общественными распространителями печати на предприятиях, в учреждениях и организациях.

Подписка принимается также отделениями и магазинами „Академкниги“ и конторой „Академкнига“ по адресу: Москва, Центр, Б. Черкасский пер., 2/10.

„АКАДЕМКНИГА“

70 коп.

Индекс 70767



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»