

# ПРИРОДА



1931

ДВАДЦАТЫЙ  
ГОД ИЗДАНИЯ

№ 1

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР

НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫЙ ЕСТЕСТВЕННО-ИСТОРИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

ОСНОВАННЫЙ  
В 1912 Г.

# „ПРИРОДА“

ОСНОВАННЫЙ  
В 1912 Г.

с 1921 г. издается Академией Наук СССР

**ПОДПИСКА, ПРОДАЖА, РАССЫЛКА** и все справки, с ними связанные, производятся через Сектор распространения Издательства Академии Наук СССР. Ленинград, 1, В. О. Таможенный пер., д. 2, тел. 5-55-78.

**ПО ВОПРОСАМ РЕДАКЦИОННЫМ** обращаться в редакцию. Ленинград, 1, В. О., Тифлисская, 1, тел. 2-03-84.

## „ВЕСТНИК АКАДЕМИИ НАУК СССР“

**УСЛОВИЯ ПОДПИСКИ** на 1931 год: на год 4 р., на полугодие 2 р.  
Розничная цена номера 50 к.

**ПОДПИСКА, ПРОДАЖА, РАССЫЛКА** и все справки, с ними связанные, производятся через Сектор распространения Издательства Академии Наук СССР. Ленинград, 1, В. О., Таможенный пер., д. 2, тел. 5-55-78

**ПО ВОПРОСАМ РЕДАКЦИОННЫМ** обращаться в Издательство Академии Наук СССР от 11 до 13 г. Там же.

В „ВЕСТНИКЕ АКАДЕМИИ НАУК СССР“ № 1 помещено

От редакции. Акад. В. П. Волгин. Реорганизация Академии Наук. Акад. Н. И. Бухарин. О планировании научно-исследовательской работы. Акад. А. Ф. Иоффе. Физика в реконструктивный период. Акад. С. Ф. Ольденбург. Первая выставка Академии Наук (за 1930 г.). **Хроника научной жизни.** Биогеохимическая лаборатория. — Сейсмологический институт. — Геологический институт. — Лаборатория экспериментальной зоологии и морфологии животных. — Почвенный институт. — Лаборатория генетики. — Комиссия по исследованию солнца. — Комиссия по изучению вечной мерзлоты. — Полярная комиссия. — Библиотека. — Археографическая комиссия. — Институт новой русской литературы. — Институт востоковедения. — Институт по изучению народов СССР. — Экономический кабинет. — Демографический кабинет. — Разные известия. — Потери науки. **Организационно-административная хроника. Библиография.** Издания Академии Наук СССР, вышедшие в декабре 1930 г. и в январе 1931 г. — Бюллетень иностранных научных книг, поступивших в библиотеку Академии Наук СССР в течение декабря 1930 г.

# ПРИРОДА

популярный  
естественно-исторический журнал

основанный в 1912 г. и издававшийся

Н. К. Кольцовым, Л. В. Писаржевским,  
Л. А. Тарасевичем и А. Е. Ферманом

№ 1

ГОД ИЗДАНИЯ ДВАДЦАТЫЙ

1931

## СОДЕРЖАНИЕ

- Проф. В. Г. Фридман. Принцип эквивалентности Эйнштейна и учение Ньютона о массе и тяготении. Ботаника. Современные проблемы прикладной ботаники и систематики растений.
- Н. В. Белов. Теория электронного насыщения материи (с 2 фиг.). Зоология. Использование таксисов насекомых для уничтожения вредителей сельского хозяйства.
- Проф. К. И. Пангалю. Селекция, ее развитие и значение в народном хозяйстве. Палеонтология. Находка ископаемого ластоногого в Сибири.
- Проф. И. И. Пузанов. Новые находки ископаемого человека в Азии (с 3 фиг.). Физиология. Натуральные клеточные яды.
- А. А. Сауков. Ртуть в Фергане (с 5 фиг.). Физическая география. Извержение Джарджавской сопки близ Керчи.
- Техника. Утилизация тепловой энергии океанов. Экспорт колода из тропиков.

### НАУЧНЫЕ НОВОСТИ И ЗАМЕТКИ

- Физика. Новые исследования в области сверхпроводимости. Научная хроника.
- Химия. О германии. О рейнии. Соединения одновалентного рутения. Рецензии.
- Библиография.

Издательство Академии Наук СССР

ЛЕНИНГРАД

1931

# Принцип эквивалентности Эйнштейна и учение Ньютона о массе и тяготении

Проф. В. Г. Фридман

Согласно принципу эквивалентности Эйнштейна, однородное поле тяготения эквивалентно равноускоренному прямолинейному движению, направленному обратно полю; это легло в основу теории тяготения Эйнштейна, сводящей движение тел в поле тяготения к инерциальному движению. Одной из основных причин, приведших Эйнштейна к принципу эквивалентности, было равенство инертной и тяжелой (тяготеющей) масс, установленное на основании точнейших опытов.

Но что такое инертная и тяжелая массы тела? Эйнштейн отвечает на этот вопрос так: „по закону движения Ньютона, сила = инертная масса  $\times$  ускорение, причем „инертная масса“ — характеристическая постоянная тела, испытывающего ускорение. Если ускоряющая сила — тяжесть, то сила = тяжелая масса  $\times$  напряжение поля тяготения, где „тяжелая масса“ — также характеристическая постоянная тела“.

Итак, согласно Эйнштейну, инертная масса есть характеризующий тело коэффициент пропорциональности в формуле силы (то, что обычно называют мерой инертности тела), а тяжелая масса — тоже характеризующий тело коэффициент пропорциональности, но в частном случае формулы силы, написанной для случая тяготения (причем вместо ускорения появляется напряжение поля тяготения).

Принцип эквивалентности основан на равенстве этих коэффициентов, вытекающем из того, что ускорение силы тяжести (в данном месте земли) одина-

ково для всех тел, независимо от их химической природы и физического состояния. Действительно, из обоих вышенаписанных соотношений Эйнштейн получает (делением обоих равенств) равенство: ускорение =  $\frac{\text{инертная масса}}{\text{тяжелая масса}} \times$  напряжение поля тяготения.

Так как ускорение — постоянная величина, то отношение обеих масс для всех тел оказывается одинаковым, что при соответствующем выборе единиц измерения переходит в равенство обеих масс.

В рассуждениях Эйнштейна интересно то, что он для случая силы тяготения, кроме общей формулы силы ( $f = m \cdot a$ , где  $f$  — сила, выраженная в динах,  $m$  — инертная масса в граммах,  $a$  — ускорение в см/сек<sup>2</sup>), применяет еще другую формулу, связывающую величину силы с напряжением поля, как это делают для случая, например, электрической или магнитной сил (через электрическую или магнитную массы). Благодаря этому приему Эйнштейна, являющемуся основой его рассуждений, тяжелая масса ставится, так сказать, на одну доску с электрической или магнитной массами, а поле тяготения — с электрическим или магнитным полями.

К сказанному необходимо добавить следующее: допустим, что электрическая сила, равная  $f$  динам, действует на тело с инертной массой в  $m$  граммов и сообщает ему ускорение в  $a$  см/сек<sup>2</sup>. Тогда можно написать соотношение: электрическая масса  $\times$  напряжение электрического поля =  $f = m \times a$ , причем

инертная масса не равна электрической массе и ускорение а не равно напряжению поля. Но для случая поля тяготения имеет место равенство соответствующих масс, т. е. инертной и тяжелой; также численно равны ускорение тяготения и напряжение поля тяготения. Это и есть специфическая особенность поля тяготения, которую отмечает Эйнштейн.

Отметив это, Эйнштейн продолжает: „современная механика только констатировала это важное положение, не дав ему истолкование“. Этот упрек относится, конечно, непосредственно к Ньютону, ибо современная механика есть механика Ньютона. А в известной статье о Ньюtone Эйнштейн отмечает, как один из недостатков теории Ньютона, то, что она „не предлагала никакого объяснения того замечательного факта, что и вес и инерция тела определяются одной и той же величиной (массой)“. „Но самый факт и важность его значения,— продолжает Эйнштейн,— от Ньютона не ускользнули“.

Прежде чем перейти ко взглядам Ньютона по этому вопросу, как они выражены (явно или неявно) в его „Математических началах натуральной философии“,<sup>1</sup> рассмотрим другое определение тяжелой массы, которое дает наш маститый физик проф. О. Д. Хвольсон. „Назовем,— говорит он,— ту массу, о которой говорится в законе (тяготения, В. Ф.) Ньютона, гравитационной, тяготеющей, или просто весомой массой, так как она измеряется весом тела“. Соответственно этому, проф. Хвольсон пишет формулу тяготения для земных тел так:  $f = k \cdot \frac{m_p \cdot M}{r^2}$ , где  $m_p$  означает весомую (тяжелую или тяготеющую) массу земного тела, а  $M$  — массу земли,<sup>2</sup> притом также весомую, как это вытекает из слов проф. Хвольсона: „весомая масса определяет величину той силы, с которой данное тело притягивается

другим и, со своей стороны, притягивает эти тела“.

В сущности, проф. Хвольсон дает здесь два определения тяжелой массы: 1) это — масса, которая входит в формулу тяготения Ньютона, и 2) это — масса, измеряемая весом. Второе определение имело бы значение даже если бы закон тяготения не был известен.

Посмотрим теперь, какая позиция великого Ньютона в этом вопросе, для чего обратимся к первоисточнику, к его „Principia“. Заметим, что в дальнейшем мы будем говорить не только о том, что непосредственно сказано Ньютоном, но и о том, что, по нашему мнению, вытекает из самого смысла учения Ньютона о массе и тяготении.

Ньютон начинает „Principia“ со знаменитого определения массы (понятия, впервые им же введенного): „количество материи (масса) есть мера таковой, устанавливаемая про порционально плотности и объему ее“. Это определение массы вызвало в разное время много нареканий. Особенно любопытна критика Эрнста Маха, видевшего в этом определении порочный логический круг. „Плотность,— говорит Мах,— мы можем определять только как массу единицы объема, и образующийся здесь порочный круг очевиден. Ньютон ясно чувствовал, что каждому телу присущ количественный признак, определяющий его движение и отличный от его веса. Этот признак мы вместе с ним называем массой. Но ему не удалось этому факту познания дать вполне точное выражение“.

Упрек Ньютону — тяжелый, но Мах недооценил Ньютона. Мах не обратил внимания на одно важное замечание Ньютона, имеющееся в III книге „Principia“ („Следствие 4“ из „Предложения VI“). Ньютон говорит: „я называю одинаковой плотности такие тела, для коих сила инерции пропорциональна объему“. Эти слова надо понимать так: например, вода есть (при данной температуре) тело одинаковой плотности, так как двойной объем воды проявит двойную силу инерции, тройной объем — тройную и т. д. Это же можно сказать и об однородных сплавах, раство-

<sup>1</sup> Дальше мы называем этот труд Ньютона просто „Principia“.

<sup>2</sup>  $k$  — коэффициент пропорциональности, а  $r$  — расстояние тяготеющих тел.

рах и т. д. Если вдуматься в эти слова Ньютона, то станет ясным, что Ньютон вообще имел здесь в виду возможность судить о плотности тела по его инертности, и притом независимо от того, состоит ли оно из одного вещества или разных.

И действительно, это указание Ньютона дает возможность сравнения плотностей разных тел, без применения обычных методов расчета плотностей (через деление массы всего тела на его объем, на что указывает Мах). Поясним это на примере: допустим, что мы взяли по одинаковому объему воды и другого тела и оказалось, что они обладают одинаковой силой инерции (т. е. получают одинаковое ускорение от действия одинакового импульса силы); тогда, по смыслу приведенного замечания Ньютона, плотность этого тела такая же, как воды, т. е. 1. Допустим, теперь, что это тело оказало в 8 раз большее сопротивление приведению его в движение, чем такой же объем воды; тогда его плотность равна 8.

После этого легко, пользуясь ньютоновским определением массы, перейти к подсчету массы всего тела. Так, если плотность тела 8, а объем 10 куб. см, то масса (количество вещества по Ньютону) равна  $10 \cdot 8 = 80$  г. Значит, Ньютон был прав, когда указывал, что величина массы тела устанавливается пропорционально плотности и объему его. Никакого логического круга при этом не получается, ибо величина плотности тела может быть определена независимо от его общей массы и общего объема.

Определение массы Ньютона остается в силе и в том случае, если учитывать изменение массы тела от скорости его движения или от его нагревания (как это вытекает из теории относительности). В самом деле: допустим, что происходит движение тела или его нагревание; тогда мы получим, при определении плотности тела разъясненным способом, другую величину плотности, а значит и другую величину массы всего тела.

Значит, ход мыслей Ньютона такой. Массу тела он определяет как количе-

ство вещества; это — установление самого понятия „масса“. Но для физики важна измеримость. И вот, о величине массы тела Ньютон судит по его плотности и объему (иными словами, по размерам тела и по степени густоты заполнения его материей пространства); наконец, плотность может быть измерена на основании второго закона движения, исходя из инертности материи. Ясно, что в конечном итоге здесь масса тела определяется (говоря современным языком) как мера его инертности, как инертная масса.

Что под понятием „плотность“ Ньютон подразумевал степень густоты заполнения материей тела пространства, видно из того, что в конце своей „Оптики“ („Вопрос 31“) Ньютон говорит о том, что „все тела, повидимому, составлены из твердых частиц“, а в упомянутом „Следствии 4“ (III книга „Principia“), а также там же в „Следствии 3“, он говорит о том, что плотность вещества зависит от распределения в пространстве „прочных частиц“ материи. Тут Ньютон высказывает атомистический взгляд на вещество (твердые или прочные частицы, по современному, — молекулы), и ньютоновское количество вещества (масса) это — количество этих элементарных частиц вещества. Ньютоновское определение массы связано с его представлениями о единстве вещества природы.

Но Ньютон этим не ограничивается. Ньютон заканчивает пояснение к „Определению I“ (определение массы) так: „определяется масса по весу тела, ибо она пропорциональна весу, что мною найдено опытами над маятниками, произведенными точнейшим образом“. А в книге II „Principia“ („Следствие 7“ из „Предложения XXIV“) Ньютон еще раз говорит: „по некоторым, произведенным точнейшим образом, опытам я нашел, что масса всякого тела всегда пропорциональна его весу“. Эти опыты описаны в книге III „Principia“ („Предложение VI“); то были опыты над наблюдением времени качания маятников одинаковой длины, но с чечевицами из разных веществ. Здесь Ньютон указы-

вает и на другие опыты, им произведенные, на описанные в той же книге („Предложение X“) опыты с падением различных тел в трубке, из которой выкачен воздух.

Главной задачей этих опытов было установление того, что „падение всех тяжелых тел на землю с одинаковой высоты (выключив неравное замедление, происходящее от ничтожного сопротивления воздуха) совершается в одинаковое время“, т. е., что ускорение силы тяжести  $g$  для всех тел одинаковое, — факт, который был известен еще Галилею. Из этой одинаковости  $g$  Ньютон и заключал о пропорциональности массы тел их весу, и притом инертной массы, ибо, как выше разъяснено, установление массы Ньютоном было связано с инертностью вещества.

В „Principia“ высказывается и обратная мысль, — о пропорциональности веса тел их массе. Так, в пояснении к „Определению VIII“ говорится, что „движущая сила тяжести, или вес, пропорциональна массе тела“. По существу, это та же самая мысль — о пропорциональности массы тела его весу.

Важно отметить следующее. Допустим, что Ньютон, вместо своего „Определения I“, дал бы такое определение массы: „количество материи (масса) есть мера таковой, устанавливаемая пропорционально ее весу“. В этом случае ему, силой вещей, пришлось бы доказывать, что масса пропорциональна инертности тела, для того, чтобы увязать это определение массы со вторым основным законом движения.

Возвращаемся к вопросу о доказанной Ньютоном пропорциональности веса тела массе. Ньютон по отношению ко всякой силе различал так называемую ускорительную силу и движущую силу. Ускорительная сила есть то, что мы теперь называем напряжением поля, т. е. это — сила тяжести, действующая на единицу массы тела. Движущая же сила тяжести есть полный вес тела, т. е. сила тяготения, действующая на всю массу тела.

Важно следующее замечание Ньютона в пояснении к „Определению VIII“:

„ускорительная сила так относится к движущей, как скорость к количеству движения. В самом деле, количество движения пропорционально скорости и массе, движущая же сила пропорциональна ускорительной и массе, ибо сумма действий ускорительной силы на отдельные частицы тела и составляет движущую силу его. Поэтому близ поверхности земли, где ускоряющая сила тяжести для всех тел одна и та же (Ньютон исходит здесь из одинаковости  $g$ , В. Ф.), движущая сила, или вес, пропорционален массе тела“.

В связи с этими словами Ньютона необходимо вспомнить, что количество движения тела есть (по самому существу этого понятия) произведение инертной массы его на скорость. А в пояснении к „Предложению XXIV“ (отдел VI книги II „Principia“) Ньютон говорит: „скорость, которую данная сила может сообщить данной массе в заданное время, пропорциональна силе и обратно пропорциональна массе“ (конечно, инертной, В. Ф.), и сейчас же после этого приводится „Следствие 7“, в котором говорится, что „масса всякого тела пропорциональна его весу“. Значит, полностью подтверждается наш вывод о том, что, говоря о пропорциональности веса тела массе, Ньютон имел в виду (по современной терминологии) инертную массу. Переход от ускорительной силы тяжести к движущей происходил у Ньютона через инертную массу (хотя Ньютон и не применяет термина „инертная масса“), путем умножения ускорительной силы на эту массу. Ньютон проявляет здесь логическую последовательность, и его выводы надо признать правильными (несмотря на то, что его обозначение массы как количества вещества может быть, по разным соображениям, оспариваемо).

У Эйнштейна искусственно появляется „тяжелая“ масса из-за того, что он пишет (см. выше) соотношение: сила = тяжелая масса  $\times$  напряжение поля тяготения, — или, по терминологии Ньютона: движущая сила тяжести = тяжелая масса  $\times$  ускорительная сила. Поэтому

у Эйнштейна и встал вопрос о равенстве тяжелой и инертной масс. Согласно же Ньютону, получается: движущая сила тяжести = инертная масса  $\times$  ускорительная сила, и потому для Ньютона даже не существовало самого вопроса о равенстве тяжелой и инертной масс. Но Ньютон разрешал (как мы видели) и разрешил другую проблему: о пропорциональности веса тела его инертной массе, или количеству вещества, ибо, по смыслу учения Ньютона о массе, инертная масса есть мера количества вещества (количества „прочных“, или „твердых“, частиц тела).

Отметим еще следующее недоразумение в рассуждениях Эйнштейна. Эйнштейн пишет соотношение: ускорение =

$$\frac{\text{тяжелая масса}}{\text{инертная масса}} \times \text{напряжение поля тяготения, и затем из постоянства ускорения } g \text{ для всех тел заключает о равенстве тяжелой и инертной масс. Но дело в том, что устанавливаемое опытом постоянство ускорения тут не причем. В самом деле, допустим, что на земле имелось бы тело, для которого ускорение падения было бы в 2 раза больше; для этого тела и напряжение поля тяготения было бы двойное, и, следовательно, мы получили бы соотношения: сила = инертная масса } \times \text{двойное ускорение и сила = тяжелая масса } \times \text{двойное напряжение поля тяготения; отсюда, производя, как было пояснено в начале статьи, деление, мы получили бы: двойное ускорение = } \frac{\text{тяжелая масса}}{\text{инертная масса}} \times \text{двойное напряжение поля тяготения. По сокращении на 2, получилось бы прежнее соотношение Эйнштейна, т. е. опять пришлось бы утверждать о равенстве тяжелой и инертной масс. Дело объясняется тем, что здесь вообще нет разных масс, а есть одна и та же инертная масса. Суть недоразумения Эйнштейна в том, что второе из упомянутых равенств он написал бы в прежнем виде: сила = тяжелая масса } \times \text{напряжение поля тяготения. Но это и есть формально-математический подход к делу, не учитывающий, что в реальной действительности двойное ускорение тяжести неми-}$$

нуемо ведет к двойному давлению тела на чашку весов, т. е. получается двойное напряжение поля тяготения. Развиваемая здесь материалистическая точка зрения резко отличается от маховской условно-математической, разделяемой Эйнштейном.

Постоянство ускорения  $g$  имеет решающее значение лишь при ньютоновском подходе к делу, т. е. если считать, что сила тяжести = инертной массе, умноженной на ускорение  $g$ . Действительно, допустим, что ускорение силы тяжести было бы для одного тела в 2 раза больше, чем для другого, и что инертная масса первого тела была бы в  $n$  раз больше, чем для второго. Тогда вес первого тела был бы больше веса второго тела не в  $n$  раз, а в  $2n$  раз, ибо для первого тела мы имели бы формулу его веса:  $f = m \cdot g$ , а для другого:  $f_1 = n \cdot m \cdot 2g$ , откуда  $f_1 = 2n \cdot f$ .

Заметим, что если бы не было постоянства  $g$  для тел разного химического состава, то все же оставалась бы в силе пропорциональность веса массе для тел одного и того же состава, но не было бы этой пропорциональности, например, по отношению к серебру и меди: при инертной массе куска серебра, превышающей инертную массу куска меди в какое-нибудь число раз, вес серебра был бы больше не во столько же раз.

По существу, эта пропорциональность веса тела массе означает следующее: каждая часть тела, независимо от ее размеров (молекула и т. д.), подвержена действию поля тяготения независимо от других частей, одновременно с ними и притом одинаково (одинаковость ускорения  $g$ ); действие поля тяготения на тело просто не зависит от его массы.<sup>1</sup> Поэтому, если мы применяем к силе тяготения формулу:  $f = m \cdot g$  (рассматривая вес тела как частный случай силы), то само собой получается, что  $f$  пропорционально  $m$ . Пропорциональность веса тела его массе есть, в сущности, искусственное математи-

<sup>1</sup> В противоположность, например, действию нашей мускульной силы на тело или силы толчка и т. д.



ческое выражение того факта, что тяготение не зависит от массы, что при действии поля тяготения на тело вовсе не происходит передачи действия силы от одной частицы тела к другой (как это бывает, например, когда мы тянем тело за веревку), но что каждая частица движется в поле тяготения автономно, независимо от других (одновременно с ними тяготей). Это и есть настоящий смысл слов Ньютона, что „сумма действий ускорительной силы на отдельные частицы тела и составляет движущую силу его“.

Итак, пропорциональность веса тела его массе означает, что действие поля тяготения на притягиваемое тело не имеет никакого отношения к его массе, что это действие есть как бы действие пространства на тело (а это равносильно утверждению физической реальности пространства), что движение тела в поле тяготения вовсе не сопровождается сопротивлением инерции, что, значит, движение в поле тяготения есть, в конечном итоге, инерциальное движение. Это как-раз тот вывод, к которому приходит общая теория относительности. Мы видим, что этот вывод можно получить из существа рассуждений Ньютона.

К сказанному необходимо добавить, что у Ньютона в „Principia“ (в книге I, „Следствие 4“ из основных законов движения) есть одно важное положение, из которого почти непосредственно можно получить принцип эквивалентности Эйнштейна. Мы имеем в виду высказанный здесь Ньютоном принцип относительности любых движений: „если несколько тел, движущихся как бы то ни было друг относительно друга, будут подвержены действию равных ускоряющих сил, направленных по параллельным между собою прямым, то эти тела будут продолжать двигаться друг относительно друга так же, как если бы сказанные силы на них не действовали“.

Вот как отсюда получается принцип эквивалентности Эйнштейна. Будем иметь в виду (как это делает и Эйнштейн) поле тяготения в каком-нибудь одном месте земли на небольшом протяжении над землей (от этого зависит одинако-

вость  $g$  для разных тел, т. е. однородность поля); тогда достаточно приложить к системе тел, состоящей из земли + различные тела, находящиеся над поверхностью земли (покоящиеся относительно земли и падающие на нее), равные и параллельные ускоряющие силы (численно они равны  $g$  динам), направленные вверх, т. е. противоположно полю тяготения, и произойдет следующее: вся земля получит ускоренное движение вверх, а движение всех уже начавших падать к земле тел перестанет ускоряться и, значит, станет равномерным,<sup>1</sup> но с различными скоростями, так как эти тела могли начать падать в разное время. Собирающиеся лишь начать свое падение тела останутся в покое. Но в движении всех этих тел относительно земли (благодаря ее равноускоренному движению) ничего не изменится: оно будет оставаться равноускоренным, направленным к земле вниз. При этом исчезнет поле тяготения над землей, так как приложенные ускорительные силы и ускорительные силы тяжести (действующие на все тела со стороны земли) взаимно уничтожатся; но, все же, давление покоящихся на поверхности земли тел на землю (вес тел) останется из-за того, что земля движется ускоренно вверх и это движение передается (во времени) этим телам, что вызовет сопротивление инертности этих тел. Читатель знаком, конечно, с рассуждением Эйнштейна относительно ящика с предметами, в нем находящимися, движущегося ускоренно в сторону обратную полю тяготения; читатель легко усмотрит тождественность выводов, к которым мы здесь пришли на основании „Следствия 6“ книги I Ньютона, с выводами Эйнштейна, устанавливающими эквивалентность поля тяготения и равноускоренного прямолинейного движения. Принцип эквивалентности действительно имеется в скрытом виде у Ньютона, хотя сам Ньютон не имел его в виду, так как для него было важно различие

<sup>1</sup> Относительно той же системы отсчета, относительно которой земля пришла в равноускоренное движение.

реальных и кажущихся движений, а не формально-математический подход, не различающий реального поля сил от кажущегося условного (каковым является только что упомянутое добавочное поле сил). [Заметим, в скобках, что, рассуждая приблизительно так же, нетрудно показать, что внезапную остановку поезда с падением разных предметов внутри него можно приписать остановке встречного движения земли с одновременным появлением соответствующего поля сил, направленного в сторону, противоположную движению земли, и быстро исчезающего (пример Эйнштейна, относящийся к относительности любых движений)].

Теперь мы должны рассмотреть формулу всемирного тяготения Ньютона. Главным фактом, убедившим Ньютона в справедливости его закона тяготения, было то, что ускорение падения луны к земле меньше ускорения падения разных тел на земле (т. е.  $g$ ), именно во столько раз, во сколько раз квадрат расстояния центра луны от центра земли больше квадрата расстояния земных тел от этого центра, т. е. квадрата радиуса земли (см. книга III „Principia“ „Предложение IV“); по терминологии Ньютона, здесь надо говорить, вместо ускорений, об ускорительных силах, хотя Ньютон и говорит здесь о скоростях падения.

К самому закону тяготения Ньютон подошел так: на основании законов Кеплера он установил чисто теоретически (см., например, „Предложение XI“ отдела III книги I), что ускорительная сила тяготения должна быть обратно пропорциональна квадрату расстояния между притягивающимися телами. Это теоретическое предвидение он подтвердил практически на частном случае движения луны вокруг земли. После этого перед Ньютоном встал вопрос, в какой зависимости находится сила тяготения от масс притягивающихся тел. Ньютон занимается этим на протяжении многих страниц „Principia“. В книге I этому вопросу посвящены „Предложения LXIX и LXXVI“. Особенно важны следующие „Следствия“ из „Предложения LXXVI“.

„Следствие 1“. „Если несколько подобного рода шаров притягиваются взаимно, то ускорительные силы притяжения каждым отдельным шаром другого будут, в равных от центра расстояниях, пропорциональны массам притягивающихся шаров“. — После этого Ньютон от ускорительной силы переходит к движущей.

„Следствие 3“. „Движущие силы притяжений, иначе вес одного шара на другом при равных расстояниях между центрами, будут пропорциональны произведениям масс притягивающего и притягиваемого шара“.

Наконец, идет полная формулировка закона тяготения, с учетом не только масс шаров, но и возможности изменения расстояния между центрами шаров.

„Следствие 4“. „При неравных расстояниях эти силы прямо пропорциональны сказанному произведению масс и обратно пропорциональны квадратам расстояний“.

В книге III „Principia“ Ньютон неоднократно говорит о зависимости силы тяготения от масс взаимодействующих тел, и притом говорит конкретно, применительно к различным планетам и солнцу. Приведем некоторые подлинные тексты.

„Предложение VI“. „Теорема VI“. „Все тела тяготеют к каждой отдельной планете и веса тела на всякой планете при одинаковых расстояниях от ее центра пропорциональны массам этих планет“.

„Предложение VII“. „Теорема VII“. „Тяготение существует ко всем телам вообще и пропорционально массе каждого из них“.

В „Следствии 1“ из этого последнего предложения Ньютон говорит, что „тяготение ко всей планете происходит и складывается из тяготений к отдельным частям ее“.

Наконец Ньютон показывает, что по ускорительным силам тяготения, разбиваемым каждой планетой, можно производить расчеты масс этих планет. Именно в „Следствии 2“ из „Предложения VIII“ он говорит: „отсюда также определяется количество материи (масса) каждой отдельной планеты, ибо

массы планет пропорциональны силам их притяжений, в равных расстояниях от центра“.

Переведем рассуждения Ньютона на язык формул (применительно к тяготению земных тел к земле). Обозначим массу земного тела буквой  $m$ , а массу земли — буквой  $M$ ; пока мы не предпроем, о каких массах здесь идет речь — тяжелой (тяготеющей) или инертной. Радиус земли обозначим буквой  $r$ . Тогда, учитывая коэффициент пропорциональности  $k$  (см. выше), мы для ускорительной силы притяжения земного тела землей получим выражение:  $k \cdot \frac{M}{r^2}$ . Для движущей же силы притяжения (или веса этого тела) получим выражение:  $m \cdot k \cdot \frac{M}{r^2}$  или  $k \cdot \frac{mM}{r^2}$ . Это выражение, по внешнему виду совпадает с вышеприведенным, заимствованным у проф. Хвольсона.

О каких же массах  $m$  и  $M$  здесь идет речь? Согласно Хвольсону, обе эти массы — тяготеющие (тяжелые). В действительности же, если рассуждать согласно Ньютону, получается другое.

В самом деле, мы уже показали, что переход от ускорительной силы к движущей Ньютон делал через инертную массу притягиваемого тела. Значит, в написанном выражении  $m$  во всяком случае означает инертную массу притягиваемого землей земного тела. Что же касается  $M$ , то это не инертная масса земли, но в то же время и не тяжелая масса ее (в том смысле, как эту массу понимает, например, Эйнштейн). Это — активная, вызывающая тяготение тел к земле масса земли; активная в том же смысле, в каком, например, активны массы химически взаимодействующих тел, о которых идет речь в законе действующих масс в химии; но только там имеется в виду химическое взаимодействие, а здесь взаимодействие тяготения.

Сам Ньютон прямо о таком понимании массы  $M$  не говорит, но косвенное указание на это у него имеется. Именно, после „Следствия 4“ из „Предложения LXXVI“ (см. выше) у него идет

„Следствие 5“: „то же самое<sup>1</sup> имеет место и тогда, когда притяжение происходит оттого, что оба шара одарены притягательной способностью и действуют взаимно друг на друга; ибо притяжение будет образовываться обеими силами и пропорция останется прежней“.

Это место „Principia“ на первый взгляд производит загадочное впечатление, особенно если принять во внимание сказанное о притягательных силах шаров в „Следствиях 1, 3 и 4“ (см. выше). Создается даже впечатление, что вообще „Следствие 5“ излишнее после „Следствия 4“. Но дело разъясняется, если принять во внимание ту необычайную осторожность, с какой Ньютон относился к своим выводам. Ньютон чрезвычайно боялся обвинения в том, будто он считает тяготение за скрытое свойство тел. Боязнь подвергнуться такому обвинению нашла отголосок в следующих словах из „Предисловия“ Котеса ко второму изданию „Principia“: „тяготение не есть скрытая причина движения небесных тел, ибо явления показывают, что эта причина существует на самом деле“. А в конце пояснения к „Определению VIII“ Ньютон делает следующее характерное замечание: „названия же притяжение (центром), натиск или стремление (к центру) я употребляю безразлично одно вместо другого, рассматривая эти силы не физически, а математически; поэтому читатель должен озаботиться, чтобы ввиду таких названий не думать, что я ими хочу определить самый характер действия или физические причины происхождения этих сил, или же приписывать центрам (которые суть математические точки) действительно и физические силы, хотя я и буду говорить о силах центров и о притяжении центрами“.

И все же вышеприведенное „Следствие 5“ говорит о том, что Ньютон имел в виду возможность существования у материальных шаров притягательных способностей, пропорциональных их массам. Подтверждается сказанное также следующими замечательными сло-

<sup>1</sup> Т. е. такой же закон тяготения, В. Ф.

вами Ньютона („Поучение“ к „Предложению LXIX“): „под словом «притяжение» я разумею здесь вообще какое бы то ни было стремление тел к взаимному сближению, происходит ли стремление от действия самих тел, которые или стараются приблизиться друг к другу, или приводят друг друга в движение посредством испускаемого ими эфира, или это стремление вызывается эфиром или воздухом или вообще какой-либо средой, материальной или нематериальной, заставляющей погруженные в нее тела приводить друг друга в движение“. — Ясно, что здесь Ньютон колеблется между признанием тяготения действием на расстоянии или действием, передающимся через промежуточную среду; но в обоих случаях Ньютон считает возможным говорить об активном действии одного из взаимно тяготеющих тел на другое.

Итак, в выражении силы притяжения земных тел землею входят две разных массы — инертная притягиваемого тела ( $m$ ) и активная притягивающая масса ( $M$ ) земли. При этом под притягивающей массой можно, говоря по-современному, подразумевать массу, создающую поле тяготения.

Но Ньютон, как это видно из „Предложения LXIX“ отдела XI книги I „Principia“, просто сводит массу  $M$  к инертной массе, пользуясь третьим законом движения (равенства действия и противодействия). Смысл этих рассуждений Ньютона, если пользоваться языком формул, следующий. Сила притяжения тела землей (или вес тела) равна  $m \cdot k \frac{M}{r^2}$ ; а обратно направленная сила притяжения земли телом (или вес земли на теле) равна  $M_1 \cdot k \frac{m_1}{r^2}$ , где  $M_1$  означает инертную массу земли, а  $m_1$  — активную притягивающую массу тела.<sup>1</sup> Но, согласно третьему закону движения, обе эти силы равны, откуда получается равенство:  $m \cdot M = M_1 \cdot m_1$ . Так как эти произведения равны для всех тел, при-

тягиваемых землей, то значит  $m = m_1$  и  $M = M_1$ , а следовательно, активная притягивающая масса тела равна инертной массе его.

Итак, в формулу тяготения Ньютона входят не тяжелые массы, а инертная и притягивающая массы, причем притягивающая масса, в силу третьего закона Ньютона, оказывается равной инертной массе.

Мы приходим к следующим выводам: обвинение Ньютона в том, что он допустил ложный круг в определении массы тела, неверно. Ньютон дает общее определение понятия „масса“ как количества вещества; о массе, по Ньютону, можно (в конечном итоге) судить по инертности (масса как мера инертности); затем Ньютон доказывает, что эта масса пропорциональна весу тела, а значит и вес тела пропорционален его инертной массе. Это он доказывает, исходя из опытно установленной одинаковости ускорения тяжести для всех тел или, что вернее, независимости этого ускорения от массы тела. У Ньютона нет и не должно было быть проблемы о равенстве тяжелой и инертной масс тела. Эта проблема искусственно выдвинута современной физикой, благодаря внешне-математическому уподоблению поля тяготения, например, электрическому полю; поэтому нельзя упрекать Ньютона за то, что он не придавал значения равенству тяжелой и инертной масс. Скорее можно сделать упрек Ньютону, что он недостаточное значение придал тому, что в его законе тяготения одна из масс (по первоначальному смыслу) — инертная, а другая — активная притягивающая масса. Но все же Ньютон и тут правильно вышел из положения, так как он, пользуясь третьим законом движения, свел дело к инертным массам, а в конечном итоге просто к массам, как количествам вещества (о которых можно судить по проявляемой телами силе инерции).

Принцип эквивалентности может быть получен как следствие из принципа относительности любых движений Ньютона, и базой для установления принципа эквивалентности является

<sup>1</sup> В обоих случаях  $k$  означает ускорительную силу от единицы массы на расстоянии, равном единице длины.

вовсе не равенство тяжелой и инертной масс (этой проблемы вообще нет), а то, что все частицы тела, движущегося в поле тяготения, получают одновременно равные ускорения движения.

Что же давало возможность Ньютону утверждать, что „и вес и инерция тела определяются одной и той же величиной (массой)“? И действительно ли теория Ньютона не предлагала никакого объяснения этому факту, как говорит Эйнштейн?

Ясно, что для Ньютона достаточным объяснением этого (им же установленного) факта было его понимание массы как количества вещества. Одно и то же вещество может обладать разными свойствами: оно инертно и тяготеет и вступает в химические соединения и т. д.; для Ньютона было ясно, что с количественной стороны проявления этих свойств должны одинаково зависеть от количества вещества, что они должны быть пропорциональны ему (массе). Пусть некоторое вещество обладает известной (измеренной) инертностью, тяжестью, химической активностью и т. д., тогда, согласно Ньютону, двойное количество этого вещества должно обладать всем этим в двойной мере. Так, например, про количество движения Ньютон говорит: „для массы вдвое большей при равных скоростях оно двойное“; или про тяжесть тела: „вес большей массы — больше, меньшей — меньше“. И раз это так, то для Ньютона было вполне естественно считать, что если оказалось, что, например, кусок меди вдвое инертнее куска серебра, то это признак того, что и по количеству вещества кусок меди вдвое превышает кусок серебра. Конечно, учитывая современное состояние физики, приходится термин „количество вещества“ понимать достаточно осторожно, но это не меняет сути дела.

В свете этих выводов становится понятным, почему, например, точнейшие опыты Этвеша, произведенные в 1890 г., не могли обнаружить отличия тяжелой массы от инертной. Произошло это потому, что с точки зрения Ньютона, если только правильно понимать его рас-

суждения, вес тела пропорционален инертной массе его и тут нет вообще никакой тяжелой массы. Опыты Этвеша были лишь новой проверкой постоянства ускорения силы тяжести.

В 1910 г. Л. Саутсернс произвел ряд опытов по определению времени колебания маятника, чечевица которого состояла из радиоактивной окиси урана; по мнению учителя Саутсернса — знаменитого Дж. Дж. Томсона — здесь должно было происходить увеличение инертной массы чечевицы вследствие того, что радиоактивное тело связано с эфирной массой; это, по мнению Томсона, не должно было увеличить веса чечевицы, и потому Томсон думал, что в данном случае нарушается пропорциональность веса и инертной массы чечевицы, а это должно было повести к изменению периода колебания маятника. Но этого изменения не было обнаружено, несмотря на то, что ожидаемое изменение периода было по величине доступно наблюдению. С точки зрения правильно понявших взглядов Ньютона, нет ничего удивительного в этой неудаче; ее следовало ожидать, ибо всякое увеличение инертной массы тела должно влечь за собой соответствующее увеличение его веса, согласно формуле:  $F = m \cdot g$ ; что же касается ускорения  $g$ , то оно не могло измениться, так как оно (см. выше) не зависит вообще от массы притягиваемого тела; оно зависит лишь от массы притягивающего тела, так что, например, на луне оно меньше, чем на земле.<sup>1</sup>

Все инертное, находясь в поле тяготения, весомо, и вес пропорционален инертной массе этого инертного нечто; вот настоящий смысл утверждения Ньютона о пропорциональности веса массе. Это справедливо и для случая, когда это нечто есть обыкновенное материальное тело или когда это — увлеченный телом эфир, или когда это — энергия тела (так как энергия обладает инертностью), или, наконец, кванты света. Все это — разные виды материи.

<sup>1</sup> В сущности и опыты Саутсернса были лишь проверкой постоянства  $g$ , независимости его от инертной массы притягиваемого тела.

Недаром Ньютон в „Следствии 2“ из „Предложения VI“ книги III „Principia“ доказывал, что эфир должен тяготеть соответственно его массе так же, как „какое-либо иное тело“.

### Литература

Ис. Ньютон. Математические начала натуральной философии. Известия Николаевской морской академии, 1915, вып. IV, стр. 12, 22, 23, 27, 28, 29, 46, 217, 225, 349, 458, 461, 462,

463, 464, 467, 472. — Ис. Ньютон. Оптика. 1927, стр. 302. — Эрнст Мах. Механика. 1909, стр. 162. — А. Эйнштейн. Принцип относительности. 1922, стр. 54. — Э. Фрейндлих. Основы теории тяготения Эйнштейна. 1924, стр. 73. — Макс Борн. Теория относительности Эйнштейна. 1922, стр. 29 и 30. — О. Д. Хвольсон. Теория относительности А. Эйнштейна. 1922, стр. 76 и 127. — Новые идеи в физике, Сборник 2 (Эфир и материя). 1911. Статья Л. Саутсериса „Определение отношения массы к весу в случае радиоактивного вещества“. — А. Эйнштейн. Ньютон. Природа, 1927, № 6, стр. 430.

## Теория электронного насыщения материи

(Запрет Паули-Ферми-Дирака)

Н. В. Белов

Принцип (запрет) Паули и основывающаяся на нем квантовая статистика Ферми-Дирака, с которыми читатель столь основательно мог познакомиться из статьи проф. Я. И. Френкеля,<sup>1</sup> начинают играть исключительную роль в построениях современной атомной физики, главное — в детальном изображении основных ее картин. Мы хотим здесь иллюстрировать этот принцип тремя особо характерными случаями. Все они относятся к явлениям с собраниями электронов, — область, которая, как должен припомнить читатель, является объектом применения этой статистики (антисимметрические функции  $\psi$ !) *par excellence*, — но масштаб этого электронного собрания от примера к примеру будет взят нами все более и более крупным.

Первый и наиболее старый (4 года!) пример, который будет взят нами из основных работ самого Ферми, относится к области, откуда самый принцип запрета был впервые полуэмпирически извлечен и сформулирован Паули, а именно — к теории периодической системы. Можно считать хорошо известными читателю

те сложные планетарные схемы от легких и до самых тяжелых атомов, которые в таком ходу были 5 лет тому назад (см. известную книгу Крамерса и Голста „Строение атома“, либо „Chemiker Kalender“ за 1927—1928 гг., где соответственные схемы выполнены в две краски на отдельных листах) и которые наполняли тогда сердце физика горделивым самоудовлетворением. И правда, казалось, было от чего. Подобно планетам вокруг солнца в макрокосме вселенной, так и в микрокосме атома вокруг центрального ядра вращались электроны по тем же извечным законам Ньютона, с теми же торжественно звучащими выводами из них — законами Кеплера и дальнейшими усложнениями их в виде прецессий, нутаций и прочих атрибутов небесной механики, к которым эта последняя приучила нас за истекшие три века. Что в одном случае давали гравитационные силы, то в другом случае заменялось, выражающимися теми же формулами, силами Кулона. Маленькие расхождения и недомолвки казались детскими болезнями, которые будут быстро изжиты с дальнейшим развитием теории. Эти надежды не оправдались. Вперед пойти в указанном — астрономическом —

<sup>1</sup> Я. И. Френкель. Принципы квантовой статистики. Природа, 1930, № 9.

направлении не удалось ни на один шаг. Оказалось невозможным — принципиально невозможным — ни определить взаимное воздействие электронов, ни вычислить период вращения каждого из них вокруг ядра, ни тем более точно фиксировать для какого-либо момента времени место орбиты, где этот электрон находится. Последовали бурные в истории физики 1922—1924 гг., в которые противоречия атомной динамики возросли до того, что для выхода из них не кем иным, как Бором, было предложено даже отказаться от закона сохранения энергии в деталях. Этого не понадобилось. Новые построения — де-Бройля, Гейзенберга и Шредингера (1924—1926) — столь блестяще и капитально вновь воссоединили хаос в единую стройную теорию, — но что в этой теории осталось от недавних астрономических моделей атома? Увы, один лишь остов и термины, да и то сильно искаженные [вспомним, что в новой теории „орбита“ всякого электрона с наименьшим азимутальным квантовым числом ( $l=0$ ,  $s$ -электроны) должна быть бесконечно тонким эллипсом, т. е. попросту отрезком прямой, проходящей через ядро, — картина астрономически, конечно, совершенно немыслимая]. Пришедшее, наконец, объяснение квантов, доколе игравших лишь роль номеров для „дозволенных“ орбит атомного микрокосма, заменило этот микрокосм совсем невыразительной системой стоячих волн в пространстве  $3n$  измерений для каждого атома с номером  $n$  в периодической системе. В нашем же обычном пространстве  $3$ -х измерений эта картина отображается лишь расплывшимся электроном-облаком, делающим, казалось, уже совершенно невозможной какую-либо прежнюю наглядную картину из точечных корпускул — электронов и протонов. Однако, все же старая картина — остов ее, указанным образом исправленный, — не исчезла из науки и продолжает играть существенную роль во всех более упрощенных расчетах. Сначала это казалось отживающим архаизмом, непривычку к оперированию с новым сложным функциональным аппаратом

волновой механики, но далее выяснилось, что подобная косность имеет под собою значительные основания. Ведь, правда, если основное положение современной микромеханики это то, что корпускула и волна тождественны и представляют лишь две стороны одной и той же медали, два аспекта одной и той же сущности, — то является лишь вопросом удобства (но вовсе не обязательным) пользоваться тою или другою картиною в описании любого явления. То есть, если понадобилось героическое усилие де-Бройля для того, чтобы прочесть уравнение Эйнштейна  $\epsilon = h\nu = mc^2$  справа налево, то это не означает, что тем самым прекратилось чтение этого уравнения слева направо.



Фиг. 1.

Вспомним, что такими переходами от корпускулярной картины к волновой и обратно — смотря по удобству — физика инстинктивно уже пользовалась и гораздо раньше. Так, знаменитые формулы теплоемкости были получены Дебаем (1912) как-раз путем отказа от рассмотрения деталей атомной картины данного твердого тела, и исключительным рассмотрением лишь всех систем стоячих волн, могущих образоваться в данном объеме. Наоборот, Бозе (1924) показал, что основную планковскую формулу распределения в спектре абсолютно черного тела энергии по отдельным частотам наиболее просто получить, рассматривая не совокупность различных волн, наполняющих данное абсолютно черное тело (обычно физик разумеет под последним некоторую полость, абсолютно непроницающую наружу какого-либо излучения, — знакомимся же мы с ним через бесконечно тонкое отверстие), а соответствующее ( $h\nu = mc^2$ ) собрание корпускул-фотонов — квантовый газ. Теория де-Бройля оформила лишь обязатель-

ность обоих этих аспектов в каждом случае. Но раз так, то и для шредингеровского атома, как системы стоячих волн, вновь становится обязательной и соответствующая корпускулярная картина, и спрашивается лишь, на каких принципах строить эту картину, поскольку — правда, произвольно предположенная — астрономическая оказалась неудовлетворительной. Вот тут-то, как показал опыт последних четырех лет, неизменно на сцену выступает запрет или принцип Паули (принцип — поскольку он до сих пор еще не может вполне быть сведен к более простым положениям атомной физики), действительно, каждый раз позволяющий особенно легко перейти от одной картины к другой.

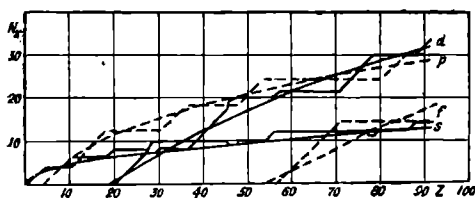
Ферми показал, что вполне удовлетворительная картина корпускулярного атома получится из простого положения, что совокупность электронов атома есть не более как электронный газ, составляющий род атмосферы вокруг ядра, и если мы все же говорим об этих электронах не как о хаосе нашей обычной кинетической теории газов, а отличаем в них два  $1s$ -электрона, два  $2s$ -электрона, шесть  $2p$ -электронов, десять  $3d$ -электронов и т. д., со всеми дальнейшими их разделениями на подгруппы, то происходит это в силу того, что при обычных температурах плотность этой внутриатомной „атмосферы“ столь велика, что „газ“ этот является совершенно вырожденным. Это значит, что в роли квантов здесь выступают уже не „характеристические числа“ дифференциальных уравнений волновой картины атома, а просто первые номера  $1, 2, 3, \dots$  и т. д. клеток конфигуративного пространства, каждая объемом  $\left(\frac{h}{m}\right)^3$ , и совокупность электронов, заполняющих эти клетки, управляется законами квантовой статистики Ферми-Дирака. Вопросы же устойчивости соответственных орбит сводятся к обязательности заполнения этих первых ячеек в условиях вырожденного газа.

В чем же теоретическая и практическая ценность этой новой корпускулярной картины? В возможности поимене-

ния методов статистики даже к отдельному атому, в результате чего эта картина позволяет чрезвычайно сложную и трудную астрономическую задачу многих тел — ядро и  $n$  электронов каждого индивидуального атома — решить старыми методами непрерывного поля, рассматривая — даже и при немногих электронах — сразу всю совокупность электронов, подчиняя ее указанным законам квантовой статистики Ферми-Дирака. Именно, Ферми показал, что, пользуясь этой статистикой, мы сразу получаем на любом расстоянии  $r$  от ядра определенные выражения для „плотности“ электронного газа, а отсюда далее и значения электрического потенциала в каждой точке внутри атома, а из этого последнего уже вычисляются и все термы атома, как рентгеновские, так и оптические, и даже мультиплетность их. Конечно, соответственные кривые Ферми непрерывны, тогда как сущность оптических явлений в прерывности, и это значит, что соответственная эмпирическая кривая лишь направляется кривою Ферми; однако, именно это обстоятельство оказывается иногда наиболее важным. Мы рассмотрим здесь только один пример. Это — вопрос о точном установлении мест, где начинаются аномалии периодической системы. Известно, что построение последней происходит далеко не в строгом, чисто арифметическом порядке, а именно: заполнение  $n$ -ой оболочки электронов начинается зачастую, когда еще не вполне заполнена  $(n-1)$ -ая оболочка, и, наоборот, часто внезапно приостанавливается заполнение  $n$ -ой оболочки для того, чтобы возобновить размещение электронов  $(n-1)$ -ой оболочки и даже  $(n-2)$ -ой (случай редких земель). Опытный порядок заполнения, таким образом, такой:  $1s, 2s, 2p, 3s, 3p, 4s, 3d(I), 4p, 5s, 4d, 5p, 6s, 5d, 4f(II), \dots$ , но почему эти рекурсивные остановки совершались для заполнения 3-х квантовых орбит у элемента № 21 (скандия), для 4-х квантовых же у № 39 (иттрия) и в особенности второй раз у № 58 (церия), это до сих пор в периодической системе устанавливалось *post factum*, на основании



сложного анализа спектров, и впервые метод Ферми позволил эти номера элементов выделить а priori. А именно, в теории непрерывного поля вокруг ядра Ферми без труда удается получить количество экземпляров каждой из электронных подгрупп—*s*, *p*, *d*, *f*—в функции от атомного номера, и тогда простые пересечения этих кривых с линией, параллельной оси абсцисс в состоянии 1 от последней, очевидно и дадут порядковые номера соответствующих элементов, у которых начинается данная аномалия. Фиг. 2 хорошо показывает, насколько точно кривые Ферми и выре-



Фиг. 2.

зают эти номера: 1, 5, 21 и 58, соответствующие элементам — водороду (первый *s*-электрон), бору (первый *p*-электрон), скандию (первый *d*-электрон) и церию (первый *f*-электрон). Очень любопытно вообще, как теория — непрерывные кривые Ферми — ведет за собою зигзагообразные опытные ломаные, вычерчиваемые из опытных данных по Стонеру.

Вторым примером применения принципа Паули для разъяснения корпускулярной модели более крупного электронного собрания будет исключительно элегантная современная качественная картина явления сверхпроводимости. Как известно, современная физика строение металла представляет себе так: это пространственный конгломерат из более или менее прочно фиксированных в узлах определенной (для данного металла) пространственной решетки положительных ионов, весь же прочий объем этой решетки заполнен атмосферой из вполне свободно (не слишком близко от границ объема металла) движущихся электронов, концентрация которых, очевидно, как-раз такова, чтобы

средний объемный заряд равнялся нулю. Это очень давнишняя картина, с помощью которой еще 30 лет назад удалось качественно и количественно объяснить целый ряд явлений в металлах: электропроводность, теплопроводность, их соотношение, явления Вольты, Джоуля, Томсона, Пельтье и т. д. вплоть до, особенно в этом отношении характерного, эффекта Ричардсона — испускания нагретым металлом электронов с указанием точного распределения количеств последних и по скоростям и по температурам. И все же еще 5 лет назад эта картина физиками как бы стыдливо припрятывалась. Дело в том, что эта теория не смогла объяснить значений теплоемкости металлов. Известно, что для этих последних закон Дюлонга и Пти применим так же хорошо, как и для металлоидов, т. е. соответственная атомная теплоемкость составляет около 6, а это означает, что теплоемкость эта обусловлена лишь атомами в узлах с их шестью степенями свободы (и по единице теплоемкости на каждую), но все перечисленные явления требуют много электронов, никак не меньше, чем число узлов-ионов, а тогда — по основному закону эквипартиции — равного распределения энергии между „степенями свободы“, и эти „свободные“ электроны также должны внести на грамм-атом свои 3, 6, 9... (в зависимости от числа отщепляемых атомом металла электронов), вообще говоря,  $3k$  единиц теплоемкости, т. е. последняя никак не может быть меньше  $6 + 3 \times 1 = 9$ . Успело уже стать общеизвестным, как именно статистика Ферми справилась с этою задачей, показав, что хотя количественно электроны и представлены полностью, но что, как при обычной температуре, так и вверх вплоть до  $1500-2000^\circ$ , все они еще находятся в состоянии „вырожденного“ газа, — это значит, что электроны эти уже обладают запасами энергии, много большими, чем то соответствует эквипартиции при данных температурах, но запасы эти пока закреплены за обязательными к заполнению первыми номерами клеток конфигуративного пространства и потому столь долго еще не скажутся во внешней

характеристике тепловых свойств тела — его теплоемкости.

Для нашей картины электропроводности и, далее, сверхпроводимости все эти соображения важны постольку, поскольку они все же однако вновь привели к тому результату, что в переносе тока участвует сравнительно небольшая доля электронов, настолько небольшая, что их длина свободного пробега (от столкновения до столкновения, в наличии которых выражается сопротивление проводника) должна быть очень велика, в 10 и даже в 100 раз больше, чем расстояние между двумя соседними ионами-узлами металлической решетки. Но этого старая классическая теория не может допустить никоим образом: в ней эта длина свободного пути никогда не может превысить этого элемента решетки — расстояния между двух узлов. Как быть? Сперва обратились к соответственной дуалистической волновой теории, ибо тождество: движущийся электрон = вереница волн, было установлено ранее всего (Дэвиссон и Джермер), — и волновая теория электропроводности, действительно, быстро привела к вполне удовлетворительному объяснению. В самом деле, давно уже покойным лордом Рэлеем было показано, что ни вполне однородная среда, ни правильная решетка не могут быть причиной рассеяния света и вообще вереницы — дуга волн; причинами рассеяния всегда являются лишь ненормальности среды: так, для чистого воздуха верхних слоев атмосферы это будут местные повышения плотности, как результат непрерывных флуктуаций в духе броунова движения (Эйнштейн-Смолуховский — синий цвет неба), в кристалле же такими ненормальностями будут трещины или посторонние включения. Точно так же и в случае электронных волн де-Бройля их рассеяние (сопротивление металла проходящему току) вызывается либо примесями металла, либо отклонениями атомов от положения равновесия за счет хотя бы теплового движения.

Что примеси, часто ничтожные, колоссально увеличивают сопротивление металла — факт слишком хорошо и давно

известный; точно так же ясно обстоятельство, что в нагретом металле движению тока в виде электронов сильно мешает увеличившийся размах узлов решетки — ионов.

Но как быть при самых низких температурах даже с идеально чистым и совершенным однокристалльным металлом? Ведь и теория и опыт (теория Нёрнста, рентгенокопия) и при абсолютном нуле все еще оставляют атому обязательный полуквант „нулевой“ энергии. Колебания, искажения правильности решетки не прекращаются таким образом и при абсолютном нуле, не давая будто вовсе места явлению сверхпроводимости ни в волновой, ни тем более в корпускулярной картине явления. Вот тут-то и выступает на сцену запрет Паули, приводящий как-раз к парадоксальному выводу, что сверхпроводимость у абсолютного нуля не может не существовать. В самом деле, предположим, что мы с нашим металлом уже очутились в области сверхпроводимости, т. е. где-то весьма близко около абсолютного нуля, и в металле этом уже несется один из электронов-переносчиков тока. Как его остановить или заставить переменить направление — рассеяться? Для этого, согласно основным квантовым законам, необходимо, чтобы, во-первых, наш электрон с энергией  $\epsilon$  и моментом  $p$  перешел в состояние с энергией  $\epsilon'$  и моментом  $p'$ , т. е. в некоторую другую клетку конфигурационного пространства, но при том обязательно свободную, и чтобы, во-вторых, „помешавший“, рассеявший атом перешел в новое состояние с количеством энергии соответственно большим или меньшим на  $\epsilon - \epsilon'$  и соответственным моментом, разнящимся на  $p - p'$ . При высоких температурах эти условия осуществляются, очевидно, без труда, но это оказывается, однако, почти невозможным при температурах около абсолютного нуля. В самом деле, для того, чтобы электрону понизить свой энергетический запас, ему нужно перейти в одну из клеток с низшим номером, но ведь последние уже все заняты; наоборот, для того, чтобы электрону при столкновении приобрести энергию, ему

приходится взять что-то от колеблющихся в узлах ионов, но ведь обладаемый последними полуквант уже последний, неотдаваемый, и, как результат, наш электрон снова и снова вынужден проноситься дальше и дальше; мы имеем таким образом — уже в виде следствия железных запретов Паули-Ферми-Дирака — и указанные большие значения длины свободного пути при обычных температурах (все же малых по сравнению с 1500—2000°, лишь при которых электронный газ начинает выходить из своего оцепенения — вырождения, по Ферми) и почти бесконечную длину этого свободного пути у абсолютного нуля, т. е. явление сверхпроводимости.

Переходим к собранию электронов еще более крупного масштаба, бесконечному в полном значении этого слова, поскольку объектом наших рассуждений будет весь физический „мир“. Столь широкий масштаб оказывается обязательным, если мы желаем перейти к теории второй основной элементарной частицы вещества — к теории протона, по Дираку.<sup>1</sup>

Издавна мечтою философов было трактовать всю материю составленную из одного основного рода частиц, и современное состояние физики, в котором вся материя представляется состоящею из основных элементарных частиц двух родов, для них кажется определенно неудовлетворительным. После того, однако, как гегельянский принцип тождества противоречий столь блестяще оправдал себя в теориях де-Бройля-Шредингера, сумев в них синтезировать в одно понятие два дотоле, казалось, друг друга исключавшие представления: корпускулу и волну, стало вероятным предположение, что и электрон и протон на самом деле также не независимы, а являются лишь двумя проявлениями, двумя сторонами одной и той же сущности. К этому приводит нас самое общее рассмотрение симметрии между положительным и отрицательным зарядами, а именно, симме-

трия эта не дает возможности построить теорию отрицательного электрона без того, чтобы тотчас не быть вынужденным ввести и положительные электроны — протоны. Посмотрим, как это происходит.

Теория относительности для выражения энергии  $W$  частицы в свободном пространстве приходит к такому наиболее обобщенному выражению:

$$(1) \quad \frac{W^2}{c^2} - p^2 - m^2 c^2 = 0.$$

Здесь  $p$  есть механический момент нашей частицы,  $m$  — ее „покоящаяся“ масса и  $c$ , как всегда, — скорость света. Это уравнение легко обобщается и на заряженную частицу, движущуюся в электромагнитном поле, и определяет тогда соответствующую гамильтонову функцию; производные коей, как известно, определяют движение частицы; в результате мы получим „след“ нашей частицы в пространственно-временном континууме — ее траекторию.

Но уравнение (1) квадратично в отношении  $W$ , допуская для этой величины как положительные, так и отрицательные значения, и, следовательно, в то время как для некоторой части следов  $W$  будет положительно, для других оно будет отрицательно. Очевидно, что частица с отрицательной энергией (всюду речь идет о кинетической энергии) физического значения не имеет. В самом деле, подобная частица будет иметь меньше энергии, чем быстрее она движется, и приходится сообщать ей энергию для того, чтобы ее остановить, вопреки чему-либо когда-нибудь нами наблюдаемому.

Обычно от этого затруднения освобождаются тем, что считают следы, соответствующие отрицательным  $W$ , отвечающими ничему реальному в природе, а потому их просто игнорируют. Это, однако, допустимо только тогда, когда  $W$  для каждого следа определенно либо всегда положительно, либо всегда отрицательно, и, следовательно, каждый раз определенно можно указать, какой след откидывается и какой нет. Такое условие, действительно, соблюдено в

<sup>1</sup> В изложении дальнейших строк мы следуем самому Дираку по докладу его на Бристольском съезде английских естествоиспытателей 7 сентября прошлого года (Nature, 18 X 1930).

классической теории, где  $W$  должно изменяться непрерывно, поскольку оно никогда не может численно оказаться меньше  $mc^2$ , и таким образом невозможность перехода  $W$  в отрицательные значения гарантируется заранее. В квантовой теории, однако, подобные прерывные вариации динамической переменной вполне законны; более того, детальное вычисление показывает, что функция  $W$  обязательно должна местами претерпевать эти переходы от положительных значений к отрицательным (как известно, на этом основал Гамов всю свою теорию радиоактивного распада). Но тогда уже мы не можем более игнорировать отвечающие этим отрицательным  $W$  состояния и вынуждены дать какое-то физическое объяснение тому, что с легким сердцем только что пытались отбросить.

Наиболее легким подходом для начала кажется математический — просто арифметический. В самом деле, нетрудно видеть, что обычный отрицательный электрон, если вообразить его снабженным отрицательной энергией, в электромагнитном поле будет двигаться совершенно так же, как если бы при таком же количестве положительной энергии у этого электрона лишь знак заряда был бы изменен на обратный: вместо  $-e$  был бы  $+e$ . Это с первого взгляда приводит к идее предположить, что электрон с отрицательной энергией и есть протон. К сожалению, это невозможно, ибо мы определенно можем сказать, что наблюдаемые нами протоны несут отнюдь не отрицательную кинетическую энергию. И все же эта идея, оказывается, приводит к решению, если прибегнуть к помощи еще одного дополнительного принципа, составившего предмет всей этой статьи, — запрета Паули. Повторим основные положения принципа. Два электрона не могут находиться в одном и том же квантовом состоянии. Значит, если мы имеем определенный объем, то в нем есть лишь определенное конечное число возможных состояний — клеток для электронов (при условии, разумеется, конечной же величины всей энергии). Занимая каждую клетку одним электро-

ном, мы, очевидно, в данный объем и электронов сможем вместить также лишь конечное число. Мы приходим, таким образом, к идее насыщенного распределения электронов.

Теперь допустим, что в некоторой области уже заняты почти все клетки с отрицательными значениями энергии электрона, так что вся эта область отрицательной энергии почти насыщена и остается лишь весьма малое число незаполненных состояний (с отрицательной энергией) — клеток, которые являются как бы дырами в вообще насыщенном распределении. Каковой представится нашему восприятию одна из этих дыр? Во-первых, для того, чтобы заставить эту дыру исчезнуть, что, очевидно, можно осуществить, снабдив ее этим нехватящим электроном с отрицательной энергией, мы, следовательно, должны задать в эту дыру отрицательную энергию, — другими словами, берем от нее положительную. Дыра, как таковая, уже оказывается имеющей положительную энергию! Далее нетрудно видеть, что движение дыры в электромагнитном поле будет то же, что движение электрона, который заполнил бы эту дыру, а это движение, как мы видели, есть движение обычной частицы с зарядом  $+e$ . Два эти факта наиболее просто объединить, признав, что дыра эта и является протоном.

Теперь мы подходим к выяснению роли, выполняемой клетками-состояниями с отрицательной энергией. Весь физический „мир“ представляет таким образом почти насыщенную совокупность электронов с отрицательной энергией, каковую, однако, вследствие однородности и единообразия ее, мы вообще не ощущаем; воспринимаются же нами лишь местные малые отступления от этой совершенной нирваны материи, когда те или иные клетки отрицательной энергии вдруг почему-либо оказываются незаполнены, и мы тогда воспринимаем дыры эти в виде частиц с положительной энергией и с положительным же зарядом — под именем протонов, а освободившихся их насельников — в виде обычных наших отрицательных

электронов, — и физическое сотворение мира нами завершено.

Подобная теория протона для теоретика, однако, сразу наталкивается на затруднения. Ведь в ней, таким образом, постулируется наличие всюду, в любой единице объема, бесконечного числа электронов с отрицательной энергией, а следовательно, и соответственно бесконечная плотность электрического заряда. А это, согласно основных максвелловских уравнений, должно дать и бесконечно большое электрическое поле. Простая реинтерпретация уравнений, однако, достаточна, чтобы преодолеть это затруднение, именно: назовем совершенным вакуумом область, в которой заняты все ячейки с отрицательной энергией и не заняты ни одной с положительной. Электроны такого размещения поля не порождают: последнее может быть произведено лишь отклонениями от этого идеального распределения. А именно, в основном уравнении Максвелла:

$$\operatorname{div} E = -4\pi\rho$$

стоящая в правой части электрическая плотность  $\rho$  представляется из совокупности зарядов: —  $E$  на каждое состояние, ячейку, с положительной энергией (в единице объема), которая занята, и +  $E$  на каждую ячейку с отрицательной энергией, которая не занята. А это, как нетрудно видеть, есть в точности то, что требуется обычными представлениями о создании поля электронами и протонами.

Другое затруднение касается возможности переходов электрона из состояния с положительной энергией в состояние с отрицательной энергией. Если читатель не забыл, то ведь как-раз эти переходы были первоначальной причиной, заставившей нас придать физический смысл состояниям с отрицательной энергией. После сказанного нетрудно видеть, что, вообще говоря, возможности подобного перехода крайне ограничены, поскольку наш „сумасшедший“ [verrückter — так проф. Эренфест назвал электрон (отрицательный) с положительной энергией, т. е., по этой схеме, электрон, в силу каких-то причин вырвавшийся из

извечного небытия, нирваны, с отрицательной энергией] электрон для этого ведь обязательно должен попасть в одну из пустующих клеток, а возможностей этих, по сказанному, весьма мало. Но иногда это все же случается, и в чем тогда выразится это возвращение к нирване? В исчезновении, очевидно, (отрицательного) электрона (отрицательная кинетическая энергия — следовательно, мнимая скорость, не воспринимаемая пока нашими органами чувств), и, само собою разумеется, исчезает и соответствующая дыра. Переводя на обычный язык, мы скажем, что протон и электрон взаимно соединились и уничтожились, и лишь соответствующая положительная энергия в виде электромагнитного импульса устремилась в пространство для снабжения энергией прочих, еще существующих „дыр“ и их вырвавшихся и блуждающих насельников.

Но ведь это как-раз та самая концепция, которая вот уж скоро десяток лет не сходит со сцены всех космогонических дискуссий. И в самом деле, пока не видится никаких объективных резонансов, почему подобной „реакции“ действительно не совершаются где-либо во вселенной. Она ведь будет в полном согласии с общими законами природы, в частности, с законами сохранения электрических зарядов. Но все же совершается она, повидимому, чрезвычайно нечасто, поскольку в лаборатории нам не удалось ее наблюдать ни разу. Эддингтон, на основании обширного своего астрофизического материала, недавно выставил положение, что необходимым условием для этой „реакции“ является температура  $40\,000\,000^\circ$  или около того, что, повидимому, и является температурой внутренних частей солнца и других звезд. Должно отметить, однако, что неоднократные попытки различных теоретиков вычислить частоту этой „реакции“ при некоторых упрощающих допущениях, например, пренебрежении взаимным притяжением протона и электрона (кулоновскими силами), — все неизменно приводят к весьма большим частотам, не идущим в сравнение ни с какими другими величинами, могущими быть выведен-

ными хотя бы из имеющихся данных о возрасте различных мировых скоплений материи. Повидимому, дело также и не в указанных упрощающих пренебрежениях кулоновскими силами.

Наибольшим затруднением, однако, представляется теоретику другое обстоятельство, быть может стоящее в связи с предыдущим: это громадная разница в массах протона и электрона. Подобная же упрощенная теория требует, чтобы „масса“ протонной дыры была

такою же, как и у электрона, и опять-таки действительное соотношение масс 1847:1 слишком велико, чтобы можно было надеяться все же притти к нему за счет дополнительных только поправок.

Но новое построение еще очень молодо; в самом деле, ему едва исполнился год, и многим хочется надеяться, что эта столь увлекательная теория еще сумеет справиться и с этими и с другими ожидающими ее трудностями.

## Селекция, ее развитие и значение в народном хозяйстве

Проф. К. И. Пангалло

### I

Селекционные сорта, то есть сорта, состоящие из одинаковых по всем своим признакам растений, производящие вполне однородный продукт специального назначения и строго приспособленные для тех или иных почвенно-климатических условий, за последнее столетие стали играть огромную роль в сельском хозяйстве стран европейской культуры. Германия, напр., по словам лучшего своего селекционера проф. Э. Баура, достигла за период в 40 лет увеличения урожайности полей в среднем по всей стране на 30%; в настоящее время свыше 90% хлебного зерна Германии является зерном селекционных сортов. Канада стала мировым экспортером пшеницы за последние годы только благодаря деятельности селекционеров, выведших превосходные скороспелые, всем ныне известные сорта яровых пшениц тарнет, маркиз и риворд. Свекло-сахарная промышленность всего мира, создавшаяся за какое-нибудь столетие и сейчас имеющая годовую продукцию сахара, равную 95 миллионам центнеров, возникла и развилась исключительно благодаря успехам селекционеров в работе со свеклой. Кукуруза в Соединен-

ных Штатах продвинулась к северу и стала не только зерновой, но масличной, декстринной, крахмальной и целлюлозной культурой, т. е. специализировалась в разных направлениях, исключительно благодаря воздействию на нее селекционных методов. Наконец, успехи плодоводства и огородничества, — необычайное современное сортовое разнообразие плодов, овощей, цветов и ягод, все это есть не что иное, как блестящий результат упорной, длительной работы селекционеров.

В СССР селекционные сорта получили широкие права гражданства совсем недавно, значительно позже, чем в Западной Европе и Северной Америке, а именно, — только после революции, вернее после 1922 г., т. е. менее 10 лет тому назад; но отдельным просвещенным хозяевам они были известны давно и в единичных случаях доставлялись в Россию из заграницы еще сто лет тому назад.

С 50-х годов прошлого столетия, со времени возникновения у нас сахарных заводов, крупные помещичьи хозяйства стали ввозить в Россию из заграницы большие количества селекционных семян сахарной свекловицы, причем к концу XIX века общая стои-

мость импорта превышала миллион рублей. Со времени возникновения земской агрономии выписка крупных партий иностранных семян селекционных сортов стала год-от-году увеличиваться и перед войной достигла значительных размеров. Напр., еще в 1902 г. Петербургское земство выписало для крестьян партию шведского овса сорта Лигово в 30 000 пудов, а в 1906 г. в Петербургскую губернию было ввезено уже более 100 000 пудов сортового овса. Сортовых семян огородных растений русское правительство до войны выписывало из Дании, Голландии, Германии и Франции ежегодно на несколько миллионов рублей; но, несмотря на столь значительные казалося бы закупки, для России с ее 130 миллионами га посевов это была капля в море, и можно совершенно смело говорить, что до революции русские поля засеивались почти сплошь не селектированными семенами.

Своя селекция в России зародилась с конца 90-х годов прошлого века в виде любительских крошечных работ ассистента (в то время) при кафедре общего земледелия Московского сельскохозяйственного института (ныне Тимирязевская сельскохозяйственная академия) Дионисия Леопольдовича Рудзинского; эти работы имели успех, и через 10 лет у Рудзинского сформировались уже новые отличные сорта озимых пшениц, овсов, гороха и картофеля. В 1912 г. Министерство земледелия ассигновало порядочную сумму денег на организацию и постройку первой русской селекционной станции при Московском сельскохозяйственном институте, вслед за которой вскоре возникли селекционные станции в Безенчуке, Харькове и Саратове. Около этого времени, в 1911 г., был созван Первый всероссийский селекционный съезд, весьма оживленный и деятельный, и после него селекционное строительство пошло уже быстрым темпом.

Начав свою работу сравнительно незадолго до войны, русские селекционные станции не смогли должным образом спокойно развиваться и окрепнуть; однако война и первые годы революции

не остановили сортоводной работы, и к 1922 г. — началу широких государственных мероприятий в области селекции — станции имели уже достаточное количество хороших сортов различных культур.

Только Советское правительство положило настоящее начало широкому развитию сортоводно-семенного дела в СССР.

Поставив себе в 1922 г. задачу увеличить урожайность полей, правительство СССР учло то обстоятельство, что наиболее экономным путем и в наиболее короткий срок первый шаг в указанном направлении может быть сделан именно при помощи улучшенного семенного материала, т. е. путем замены исконных беспородных семян семенами селекционными, и в этом направлении за последние 6—7 лет было сделано много положительного как (вначале) в смысле закупки за границей больших партий селекционных семян, так и (особенно) в направлении развития деятельности отечественной селекции и размножения отечественного сортового материала. Сейчас уже почти 10% всех полей Союза, т. е. около 10 миллионов га, занято селекционными сортами; в частности, посевы хлопчатника в Средней Азии и Закавказье на 95% делаются уже сортовыми семенами. Возникший 4 года тому назад Союз семеноводческой кооперации (Семеноводцентр) имеет 2285 занимающихся семеноводством колхозов, объединяющих 257 200 хозяйств, и 780 производственных товариществ с 71 800 хозяйствами; общая площадь чистосортных семенных посевов Семеноводцентра равна 2 213 000 га. Кроме Семеноводцентра, при НКЗ СССР в 1930 г. образован союзный Семеноводтрест, а в крупнейших республиках — республиканские тресты, владеющие огромными семеноводческими совхозами с десятками тысяч гектаров селекционно-семенных посевов. Организован государственный сортовой контроль, государственное сортоиспытание, государственная сортовая книга. Селекция и семеноводство в СССР становятся крупным государственным делом.

Селекционные сорта ценятся за то, что они высокопродуктивны и производят однотипный, выровненный, прекрасных качеств, высокопроцентный товар.

Продуктивность селекционных сортов обращает на себя внимание в первую очередь; по сравнению с беспородными семенами, семена селекционные дают увеличение урожайности на 15—25%, а у некоторых культур в отдельных случаях прирост урожая иногда достигает 50% и даже больше. Так, например, по данным Сети государственного сортоиспытания, можно считать, что лучшие селекционные сорта СССР в соответствующих районах дают следующие превышения урожая над местными неселекционными сортами (среднее за 4—5 лет):

Пшеница озимая . . . . .	12—35%
„ мягкая яровая . . . . .	20—45
„ твердая „ . . . . .	10—20
Овес . . . . .	15—35
Ячмень . . . . .	25—30
Картофель . . . . .	10—20
Кукуруза . . . . .	15—40

Это очень значительный прирост урожая, реализующийся в виде огромных масс зерна, клубней и т. д. Для всей нечерноземной полосы СССР, напр., в среднем селекционные овсы превышают по урожайности местные на 16% слишком; это дает, при общей валовой продукции овса нечерноземной полосы в 80 миллионов центнеров, увеличение урожая на 12 миллионов центнеров ежегодно. На 1 га разница в урожае селекционных и неселекционных сортов зерновых хлебов в СССР выражается в сумме 10—20 рублей.

Не менее ценной особенностью селекционных сортов, чем урожайность, является их однородность и выровненность. Сорта крестьянские, неселекционные, обычно пестры, разнотипны, иногда даже в весьма значительной степени. Вот, в качестве примера, данные ботанического анализа одного из таких сортов пшеницы Семиречья:

1. Разных форм пшеницы мягкой . . . . .	26.7%
„ „ „ карликовой . . . . .	72.0
„ „ „ твердой . . . . .	1.3
Итого . . . . .	100.0%
2. Разных форм пшеницы мягкой . . . . .	76.0%
„ „ „ карликовой . . . . .	24.0
Итого . . . . .	100.0%

Крестьянская рожь не менее пестра, чем пшеница: известно много сортов ее с разноцветным — желтым, зеленым и коричневым зерном в одном и том же образце. Почти все сорта крестьянских дынь столь разнотипны, что даже назвать их сортами весьма затруднительно. Столь же пестры и сорта крестьянских маков: на одном поле произрастают и красные, и лиловые, и розовые, и белые маки с разного типа кустами, с разной формы головками, с разноцветными семенами.

Будучи столь разнотипными ботанически, местные крестьянские, неселекционные сорта дают понятно и невыровненный урожай. Размеры и формы зерна, плодов, корней в пределах одной даже небольшой пробы колеблются чрезвычайно; встречается очень много мелочи, третьесортного материала, в то время как первосортного мало. Селекционный же товар, наоборот, всегда имеет вид как бы сортированного, отличается большим процентом выхода первого сорта и малым — третьего.

Значение сортовой однотипности и выровненности понятно каждому. Необходимость упаковывать определенного размера плоды по установленному числу штук в нормированную тару, необходимость сортировать продаваемые партии товара по цвету плодов, зерна и по форме их, обязательная браковка и возврат товара за малейшее отклонение от существующих стандартов — все это заставляет земледелие СССР отказываться от разнотипных, невыровненных, исконных дедовских сортов и возделывать новые, стандартные, селекционные, дающие не только более урожайный, но и как бы сортированный, типизированный товар.

Помимо урожайности, однотипности и выровненности, у селекционных сортов должно отметить наличие еще



одного важного достоинства — высокопроцентности в смысле содержания в урожае того или иного вещества, того или иного продукта. Вот несколько цифр.

Культура	Продукт	Высокопроцентный сорт	Низкопроцентный сорт
Сах. свекла	Сахар	25%	15%
Картофель	Крахмал	28	6
Соя	Масло	25	16
„	Протеин	52	37
Лен	Волокно	25	10
Пшеница	Мука I и II сорта	78	70
Опийный мак	Морфий	29	9
Акация	Танниды	23	13

Значение больших выходов сахара, масла, крахмала, крупчатки и т. д. вполне понятно каждому; при этом должно помнить, что не только большое, но даже ничтожное, выражающееся в долях процента константное повышение выхода того или иного продукта, достигаемое селекционером, имеет громадное значение для промышленности: так, напр., увеличение морфийности опиума на 1—2%, при сотнях тысяч килограммов его потребления, оценивается десятками тысяч золотых рублей, ибо оплата товара ведется из расчета кило-процента; а повышение весьма устойчивого ныне предела сахаристости заводской свеклы всего на 1%, против существующего, в состоянии вызвать переворот в сахарной промышленности с движением цен, изменением числа заводов и проч.

Период времени, потребный сорту для созревания, раннеспелость или позднеспелость его, весьма отчетливо выступает в характеристике селекционных сортов и является одним из важных пунктов их оценки. Появление

на рынке ранних плодов или овощей-примёров за несколько дней до обычного срока имеет большое значение, так как новинка расценивается весьма дорого; то же самое относится и к очень поздним сортам, тардивам, обслуживающим рынок тогда, когда исчезли все обычные сорта плодов и овощей. Особенно важны сорта ранние, сорта-скороспелки, ибо каждые 4—5 дней в уменьшении срока, потребного для созревания сорта, позволяют продвинуть культуру на несколько десятков километров к северу, завоевать для нее новые районы, обогатить северные области новыми возделываемыми растениями. Таким путем продвинулась в Северозападную область СССР яровая пшеница; таким путем кукуруза ведет наступление из южных степей на север; таким путем ныне хлопчатник обосновывается на Северном Кавказе и на юге Украины.

Все перечисленное может быть дополнено еще довольно длинным рядом важных особенностей, преимуществ селекционных сортов перед местными, в некоторых случаях играющих подчас первостепенную роль; таковыми являются: устойчивость к заболеваниям — иммунитет, зимостойкость, приятный вкус, красивая форма, изящная окраска и т. д.

Все эти особенности, вся эта точная дифференцировка, специализация сортов, и обусловили собою успех современной селекции, нарастающий ныне с каждым годом.

## II

Выяснив на приведенных примерах в общих чертах значение селекционных сортов и их роль в улучшении земледельческого промысла, обратим внимание на историю селекции, вернее — на историю вооружения селекции научными теориями и методами.

Селекционная деятельность человека несомненно началась издавна, на самой заре земледелия; отбирать для себя лучшее свойственно не только человеку, но и животным, а селекция в своем существе есть не что иное, как

именно этот отбор наилучшего, и даже само слово селекция есть производное от латинского глагола — выбирать. Исторические свидетельства о существовании селекции в былые тысячелетия встречаются на каменных памятниках древней Ассирии и Египта в виде художественных изображений некоторых моментов селекции, а также в книгах римских и греческих писателей античного периода, в которых имеются советы земледельцам отбирать на-племя лучшие зерна и колосья, дабы сорта сельскохозяйственных растений не вырождались. Древнейшие земледельческие племена Америки времен расцвета их цивилизаций, культивировавшие во множестве овощи и цветы, создали многочисленные, сохранившиеся и доныне интересные сорта, свидетельствующие о деятельности пионеров мировой селекции. Эти пионеры, пра-пращуры нынешнего сортводства, повидимому работали очень простыми методами грубого, наивного отбора на-племя всего казавшегося наилучшим, и их элементарные приемы прошли сквозь тысячелетия и сохранились неизменными вплоть до первой половины XVIII века, когда методы селекции начали усложняться и углубляться.

Отбирая на-племя лучшие семена, плоды и растения, сортводы, как XVIII, так и XIX веков, были твердо убеждены в том, что всякая особенность любого растения (индивидуума) передается по наследству; отсюда происходила и вся селекционная методика того времени. Например, англичанин Ширеф, наблюдая на своих полях наличие отдельных растений, явственно отличных от общей массы возделываемых на них сортов, уединял их и, размножая, делал родоначальниками новых сортов. Таким же образом рекомендовал поступать знаменитый испанский ботаник Ла-Гаска, умевший очень тонко разбираться в ботанических формах и видевший свыше двух десятков разновидностей на полях, которые считались засеянными одним весьма чистым сортом; выведенная указанным методом выделения пшеница существует в Англии и поныне.

Соотечественник Ширефа майор Халлет, живший несколько позднее, работал иным методом. Он полагал, что в каждом поле, засеянном любым культурным растением, несомненно имеется лучший куст, в этом лучшем кусте — лучший колос, а в нем — лучшее зерно; найти это зерно и есть, по представлению Халлета, цель селекционера. Для того, чтобы дать возможность всем лучшим признакам проявиться в максимальной степени, Халлет рекомендовал высевать семена по-одному на значительном друг от друга расстоянии, обеспечивая им простор и наивысшую площадь питания. Подобно Ширефу, и Халлет в своей работе достигительных результатов, и его „генеалогическая пшеница“ имела шумный успех на всемирной выставке 1862 г. в Лондоне.

Совсем иным путем в своих селекционных работах шел известный английский ученый Эндрю Найт (начало XVIII века), занимавшийся по поручению Департамента земледелия Англии улучшением сортов культурных растений. Он обратил внимание на незадолго до того времени произведенные русским академиком (немецким ученым) Кельрейтером опыты искусственного получения гибридов, т. е. растений, отец и мать которых явно отличались друг от друга большим или меньшим числом признаков, и, экспериментируя с гибридами самостоятельно, пришел к заключению, что для получения плодов наивысшего качества весьма полезно опылять один сорт другим, от него отличным. Применяя гибридизацию, Найт вывел ряд новых сортов земляник, груш, яблок, вишен, слив и картофеля.

В конце первой половины XIX века знаменитый селекционер Франции Луи Вильморен предложил новый метод сортвыведения, поколебав своими исследованиями общую в то время уверенность в том, что всякая особенность того или иного растения (индивидуума) наследуется. Вильморен работал с сахарной свеклой, которую нельзя селектировать только по внешности корня, листьев, стебля и т. д., ибо решающим признаком здесь является не внешность,

а процентное содержание сахара в корнях, неопределяемое по внешности их; поэтому каждый оставляемый на семена корень и должен быть испытан на сахаристость. Отбирая на семена наиболее сахаристые корни, Вильморен заметил, что потомства их, т. е. корни, выращенные из семян, полученных от высокосахаристых с одинаковым процентным содержанием сахара бураков, являются далеко не однородными: одни сохраняют сахаристость своих родителей, а другие наоборот — ее теряют. Это наблюдение ясно говорило о том, что не всякий положительный признак, существующий у того или другого растения (индивидуума) оказывается наследственным, и что поэтому нельзя все отбираемые, как маточные, корни мешать вместе и пускать на семена общей массой, но что их должно изучать индивидуально, высевая семена от каждого корня отдельно на особых делянках и сравнивая затем между собою их сахаристость, т. е. должно оценивать достоинства маточных растений (родоначальников) только по их потомству. Это явилось новостью, совершенно однако неоспоримой, но нужно было пройти без малого полу-столетие, прежде чем то, что вошло после Вильморена в практику свекло-сахарной селекции, стало применяться ко всем культурам, как общее правило.

В 80-х годах XIX века, развивая и совершенствуя методы определения наилучших зерен, наилучших колосьев и стараясь исключить по возможности все субъективные моменты этой работы, шведский сортовод Бруни-фон-Нэергард изобрел и сконструировал целый ряд остроумных, интересных приборчиков — автоматических весов, измерителей и т. д., — при помощи которых он и вел свои селекционные операции. Несмотря однако на то, что точность и тщательность оценки избираемого маточного материала в работах Нэергарда была чрезвычайно высокой, он тем не менее потерпел полную неудачу, не создав ни одного сорта, превосходящего старые местные, отличавшиеся невысокими достоинствами. Так как точность выбора наилучшего маточного материала

в работах Нэергарда была вне сомнения, то единственным объяснением его неудачи могло явиться лишь признание того положения, что не всегда и не все лучшие особенности избираемых наплемя растений наследуются, т. е. то самое, что лет 40 тому назад признал Вильморен. Нэергард однако не делал такого вывода; к нему пришел лишь в 1903 г. датский профессор Йогансен на основании своих многолетних простых, но точных опытов, и с этого времени, основываясь на учении указанного ученого о наследуемых и ненаследуемых особенностях растений, селекция поставила все свои работы на новый методический путь, на путь индивидуального отбора, выведения сорта из одного зерна с оценкой племенных растений по их потомству.

Приблизительно тогда же, в начале XX века, на новые рельсы стало и гибридологическое направление в селекции, основанное, как указывалось выше, Найтом. Значение гибридизации сортовыводы прошлого века видели в том, что этим путем, во-первых, можно достигнуть сочетания в гибриде полезных свойств отцовского и материнского растений, а во-вторых, в том, что материнское растение, путем оплодотворения сильно отличающимся от него растением отцовским, приходит в особое „возмущенное“ состояние, „обезумливает“, как говорили в то время ученые, напр., Анри Вильморен и Шарль Нодэн во Франции, и, благодаря этому, производит на свет потомство, подчас с необычайными, не имеющимися у родителей признаками. Гибридизационным путем селекционеры давно уж получали новинки-сорта, но весь успех дела здесь основывался исключительно на удаче, на счастливом случае, так как никаких закономерностей в гибридологических сочетаниях родительских признаков и появлении новых ученые XIX века не знали. В 1900 г. профессора Де-Фриз (Голландия), Корренс (Германия) и Чермак (Австрия) обратили внимание на старые работы монаха-натуралиста Грегора Менделя, производившиеся в 60-х годах XIX века, в которых давались

руководящие положения к пониманию гибридологической изменчивости. Эти положения были проверены на многочисленных опытах, как указанными, так и многими другими учеными, развиты несколькими новыми, весьма существенными положениями английским биологом Вильямом Бэтсоном и шведом Нильсоном-Эле и, наконец, обобщены в виде так называемых законов Менделя, осветивших все казавшиеся странными и неподдававшиеся дотоле объяснению явления гибридологической изменчивости. Через десяток лет после признания наукой принципов Менделя, селекционеры-гибридизаторы работали уже с открытыми глазами, не ожидая от „обезумевших“ гибридных растений каких-либо необычайных потомков, как то было в доменделевский период, но заранее зная, что и в каком поколении гибрида должно появиться, что будет константно, что нет, и т. д.; это был уже точный, строгий синтез, подобный синтезу химика, пришедший на смену прежним блужданиям в темноте и прогам на-угад, в духе опытов алхимиков.

### III

Приблизительно с этого же времени, с начала второго десятилетия нынешнего века, началось более углубленное изучение сортов, началась селекция с технологическим уклоном. Еще в первой половине XIX века технологическое направление ясно определилось в свекло-сахарном сортоводстве: процентное содержание сахара в бураках являлось центром внимания селекционеров-свекловодов и на определениях его основывалась, можно сказать, вся методика. Вначале для определения сахаристости кубочки корней помещались в различной крепости растворы поваренной соли; затем соль сменилась сахаром; затем появились гидростатические весы, и, наконец, — поляриметр и бор-машины. Сахарометрическая методика работ с технической свеклой была разработана до тонкости, массовые анализы упрощены и механизированы до крайних пределов, в то время как с другими растениями, со льном, с хлебными

злаками и т. д., как это ни странно, работали по-старинке, довольствуясь получением хороших урожаев тяжелого, красивого зерна, выровненной длинной тресты и т. д. Но с усовершенствованием общей селекционной методики, позволившей сортаводам сознательно, точно и быстро достигать в новых сортах выровненности, константности и высокой продуктивности, их внимание обратилось в сторону не количества, но, главным образом, в сторону качества товара, получаемого из урожая той или другой культуры, т. е. волокна, муки или даже печеного хлеба, пива, спирта и пр. И вот при селекционных станциях стали возникать сначала небольшие опытные мельницы, изучавшие выходы и качества муки различных селекционных сортов; затем, естественно, из муки стали делать тесто и производить опытные выпечки хлеба — возникли селекционные хлебопекарни, а затем при них, завершая всю работу изучения, стали вырастать и химические лаборатории. Так дело шло с хлебными злаками. Лен и пенька потребовали организации особых опытных лабораторий со сложными машинами, приборами и установками, назначенными для выделения волокна и изучения его качеств; тут же явилась необходимость в устройстве микроскопических кабинетов для изучения строения волокна и стебля волокнодающих растений, где в помощь микроскопу стали работать сложные микрофотографические аппараты. Картофельная селекция начала устраивать опытные картофеле-паточные, картофеле-терочные и винокуренные заводы. Селекция огородная и плодовая задумалась об опытных консервных заводиках, сушилках, энохимических лабораториях, и т. д., и т. д. Этот процесс обрастания сортоводства опытными технологическими заводиками и лабораториями в настоящее время еще далеко не закончился, — наоборот, он находится в полном разгаре; заводики и лаборатории сейчас только начинают давать свои первые селекционные показания, и нетрудно предвидеть, насколько ценны и важны они будут для сортаводов.

Говоря о лабораториях, нельзя не упомянуть о возникающих сейчас при селекционных станциях физиологических лабораториях. Вопросы засухоустойчивости сортов, иммунности их, зимостойкости, ранне- или позднеспелости, вопросы продуктивности, высокопроцентности и т. д., — все они в их основании являются зависящими всецело от усвояющей способности корневой системы, от интенсивности процесса ассимиляции зеленого листа, от процесса накопления сахаров в тех или иных частях растения, от осмотического давления в клетках, от процесса транспирации и т. д. Естественно, что, создавая различные сорта и отбирая маточный материал, сортовод стремится производить селекцию не по следствию, а по причине, для чего и обращается к физиологическому изучению сортов. Огромные вегетационные домики, светонепроницаемые убежища, холодильники, рентгеновские установки и многое другое составляет ныне необходимую принадлежность каждой солидно работающей селекционной станции, позволяя открывать физиологические причины сортовых различий, объясняя тот или иной успех, или, наоборот, неуспех селекционера. Роль физиологических методов в селекции несомненно огромна, и трудно сейчас сказать, к каким методологическим переломам, к какому успеху она поведет в дальнейшем.

#### IV

Изучая сорта самым детальным образом, проникая, насколько возможно, в глубину всех сортовых отличий методами: генетическим, химическим, физиологическим, технологическим и микроскопическим, селекционеры не оставили в стороне и изучения культурных растений в целом, т. е. продолжали работы в области систематики возделываемых растений и сортовой географии.

Систематикой культур занимался ряд западноевропейских ботаников XIX века, главным образом во второй его половине, причем все они преследовали лишь цели описания всего известного сортового разнообразия той или иной культуры, цели построения классифи-

кации этого разнообразия и созидания научной ботанической номенклатуры.

С конца XIX века и, главным образом, с начала XX изучения систематики культурных растений в значительной мере перешло из Западной Европы в Россию, где ею занялся ряд ученых: Баталин, Бородин, Регель, Фляксбергер, Вавилов и другие. Русские ученые прежде всего обратили внимание на масштаб работы, на необходимость оперировать с материалом мирового значения, что особенно подчеркивал акад. Н. И. Вавилов. Огромный новый материал, собранный русскими экспедициями со всех концов земного шара по весьма значительному числу возделываемых растений, позволил не только создать ботанические сортовые системы и научную номенклатуру для многих, дотоле совершенно неизученных культур, но и дал возможность говорить о законностях естественного сортообразовательного процесса в природе. Исследованиями Н. И. Вавилова в 1920 г. было обнаружено, что сортовые системы всех возделываемых растений весьма стройны и в основе своей симметричны; сортовые системы ботанически близких друг к другу культур сходны, и сходство это тем большее, чем больше ботаническое родство культур. Свои наблюдения и выводы Н. И. Вавилов обобщил и формулировал в виде закона о гомологических рядах в наследственной изменчивости; этот закон ныне является весьма ценным для сортоводства; им, с одной стороны, вкладываются в определенные рамки селекционные возможности, ошибочно считавшиеся до той поры как бы безграничными, и сортовод тем самым избавляется от опасности поставить себе невыполнимые задания, наметить недостижимую цель, а с другой — выясняются все возможности для достижения и как бы рисуются пути, направления сортоводных работ с любыми культурами.

Изучая географическое распределение различных ботанических форм, различных сортов по поверхности суши всего земного шара, более чем у 300

культурных растений, Н. И. Вавилов заметил определенные правильности в этом распределении, давшие ему мысль пересмотреть в их свете старые основы учения о происхождении культурных растений (и их сортов), предложенного в 80-х годах прошлого века швейцарским ботаником Альфонсом Декандолем. В результате этого пересмотра, этой критики старой теории на основе огромного нового фактического материала возникло новое оригинальное учение о происхождении культурных растений, опубликованное Н. И. Вавиловым в 1926 г. и ныне признанное всеми агро-ботаниками и селекционерами, активно разрабатывающими вопросы сортовой географии и происхождения сортового разнообразия культурных растений.<sup>1</sup>

Новая теория происхождения возделываемых растений вся возникла на селекционном основании, вся сложилась из воззрений селекционера и потому для сортводства имеет исключительную ценность. Согласно учению Н. И. Вавилова, каждая культура имеет один или несколько географических центров своего происхождения; эти центры происхождения характерны тем, что в них на полях местных земледельцев произрастают естественные, стародавние сортовые смеси необычайной пестроты, в которых сконцентрированы все существующие в мире ботанические формы, все сорта происходящей из данного центра культуры. Географические области происхождения возделываемых растений находятся в горных тропических районах; там произрастают и позднеспелые сорта в долинах и скороспелые — высоко на горах у пределов земледелия; там встречаются и влаголюбивые сорта — у подножья хребтов, задерживающих собою атмосферную влагу, и ксерофиты — по ту сторону указанных хребтов и т. д., и т. д.

<sup>1</sup> Н. И. Вавилов. Проблема происхождения культурных растений в современном понимании. Природа, 1929, № 5, стр. 403.

Вполне понятно, что обнаружение названных центров происхождения различных культур, иначе говоря, центров мирового многообразия сортов, является для селекции событием исключительной важности, давая в руки селекционеров подробнейшие сведения о географических местонахождениях сортовых богатств, о зарослях сортов, о „залежах сортовых руд“, как выражается Н. И. Вавилов. Селекционер отныне, в поисках за нужными ему формами, не должен уже блуждать вслепую по всему лику земного шара, как то было несколько лет тому назад, но может направляться прямо в необходимый центр, руководствуясь географическими картами Н. И. Вавилова и его сотрудников.

Таковы основные этапы эволюционного движения, которые прошла селекция за промежутки времени меньше одного столетия.

В начале, даже в середине XIX века селекционером мог быть любой желающий сельский хозяин; дело было просто, ибо вся сортводная работа заключалась в отборе на-племя крупных колосьев, тяжелых зерен, вкусных плодов и т. д.; специальных знаний для этого никаких не требовалось. Но сейчас, как видно из изложенного, обстоятельства изменились, и селекционеру для успешной работы надо знать многое: он обязан знать систематику культурных растений, специальную физиологию их, технологию сортов, генетику, т. е. учение о наследственности и изменчивости, учение о происхождении возделываемых растений, эволюционную теорию, учение об иммунитете, биологическую химию и ряд других научных дисциплин. Селекционер должен быть образованным биологом, помимо того, что для успеха ему непременно нужно быть еще и искусником; до последнего времени сортводы были именно искусниками, строившими свой успех только на интуиции, на бессознательно-правильных поступках; ныне они должны быть одновременно и учеными-исследователями и художниками-творцами.

## Новые находки ископаемого человека в Азии

Проф. И. И. Пузанов

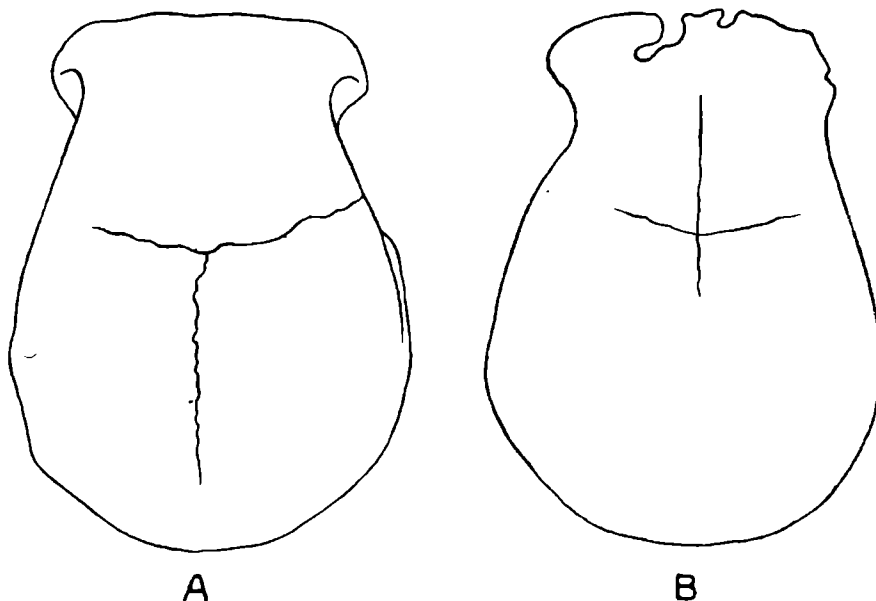
Неослабное внимание, уделяемое теперь как учеными, так и более широкими кругами вопросу о происхождении человека, способствовало тому, что находки ископаемого человека за последнее десятилетие делаются все чаще и чаще: достаточно вспомнить находку в 1921 г. родезийского человека в Южной Африке, находку там же в 1925 г. австралопитека. В переживаемое время антропологи с напряженным вниманием следят за раскопками вблизи Пекина так называемого синантропа, или „китайского человека“, раскопками, которые еще отнюдь нельзя считать законченными, равно как нельзя считать законченным анатомическое изучение уже добытого материала. Вкратце история этих раскопок такова. В 1919 г. Андерсон, по поручению Геологического комитета Китая, начал раскопки близ города Чжоу-коу-тянь (в 50 км к ЮЗ от Пекина), в глубокой пещере, уходящей вглубь высокого холма, образованного известняками нижнего силура. Пещера имеет в длину 35 м, в ширину 20 м, в высоту 34 м; многочисленные расщелины ее заполнены обломками известняка, красной песчанистой глиной, местами травертином. Фауна грота оказалась нижнечетвертичной: найдены остатки лошадей, носорога, буйвола, оленя (*Euryceros*), гиен, махайродуса, трогонотерия, макака, не говоря уже о многочисленных остатках мелких хищников, насекомоядных, рукокрылых. По мнению специалистов, кости не намывты текучими водами, а являются остатками животных, населявших пещеру и таскавших туда свою добычу. Первые остатки человека, найденные в 1926 г. О. Зданским, были скудны — всего 2 зуба, но они возбудили интерес специалистов и привлекли средства для продол-

жения раскопок, главным образом со стороны Института Рокфеллера. В 1927 г. Биргер Болин нашел еще зуб, по которому канадский анатом Дэвисон Блэк описал новый „род“ ископаемого человека, названный им *Sinanthropus pekinesis*. В 1928 г. китайский ученый В. О. Пеи, работавший вместе с Болином, нашел обломки нижней челюсти и черепной крышки. Летом он извлек из пещеры большое количество зубов, а 2 декабря 1929 г. нашел весьма хорошо сохранившуюся черепную крышку, внутренность которой была заполнена травертином. Несомненных орудий, равно как и следов употребления огня пока не найдено. Сейчас мы имеем пока лишь предварительные описания находок, сделанные Р. Teilhard'ом de Chardin, О. Зданским (фауна) и Дэвисон Блэком (человеческие остатки). Однако, последняя работа Блэка снабжена прекрасными фотографиями, так что мы теперь уже можем составить довольно цельное представление о физических особенностях синантропа. По авторитетному мнению Эллиот Смита, мы имеем дело с „наиболее важной и несомненно наиболее вразумительной находкой раннего человека, которая когда-либо была сделана“. В чем же заключается интерес, представляемый синантропом? Нижняя челюсть известна пока по двум обломкам, принадлежавшим взрослому и ребенку. Взрослому принадлежит обломок правой челюсти с 3 коренными, альвеолой кля длыка и частью бокового резца. Симфиз подбородка, к сожалению, обломан. По конфигурации челюсть напоминает гейдельбергскую; коренные — с большою полостью пульпы. Альвеола клыка не дает указаний на значительную длину последнего. Детская челюсть, принадлежавшая индиви-

дууму 9—10 лет, значительно дополняет наши сведения о синантропе; от нее сохранился отсутствующий у взрослого симфиз, по которому можно судить, что подбородок у синантропа отсутствовал так же, как и у всех раннеплейстоценовых рас. Замечательно то, что хотя молочный клык детской челюсти обломан, сидящий в глубине ее дефинитивный клык гораздо больше, чем у современного человека, не говоря уже о гейдельбержце

*torus supraorbitalis*, тот же нависающий затылок (фиг. 1 и 2, А и В).

Очень бросается в глаза также столь характерная для питекантропа перетяжка в височной области (фиг. 1). Особенно надо подчеркнуть наличие у синантропа мощных надбровных дуг: этот признак он разделяет с питекантропом, неандертальцем, родезийцем. Таким образом, теория проф. Грдлички, согласно которой все человеческие расы проделали



Фиг. 1. А — черепная крышка синантропа, сверху; В — черепная крышка питекантропа, сверху. Индекс обоих черепов 55, наименьший среди *Hominidae* (у неандертальцев он равен 60—65, у современных людей — не ниже 68). Вместимость черепа синантропа определяют в 1000 куб см.

и неандертальце! В общем, синантроп обладал гораздо более питекоидной (обезьяноподобной) нижней челюстью, чем неандерталец.

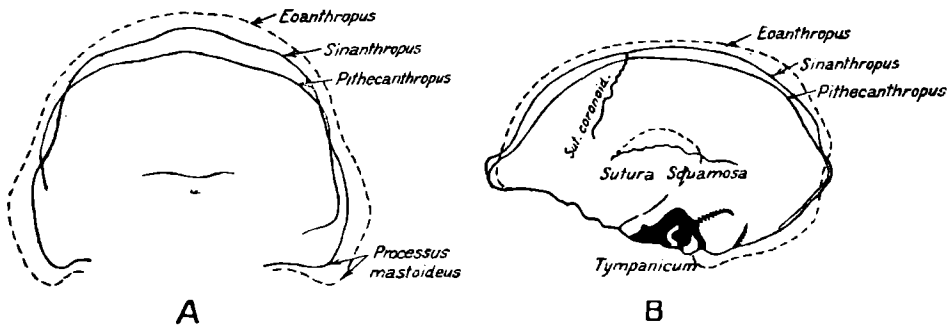
Как ни интересны остатки челюстей, они бледнеют перед недавней находкой китайца Пеи — черепной крышкой, которая, по мнению Блэка, принадлежала молодому мужчине или женщине. Уже поверхностный взгляд на нее указывает на поразительное сходство с черепной крышкой знаменитого яванского питекантропа: тот же убегающий назад лоб, те же мощные, но гораздо лучше сохранившиеся надбровные дуги, образующие

в своей эволюции неандерталоидную стадию, характеризующуюся именно сильным развитием надбровных дуг, получает как-будто новое подтверждение. Теория эта заслуживает, конечно, самого серьезного внимания, но ей все же противоречит факт отсутствия надбровных дуг у зоантропа (фиг. 2, Б) — расы, древность которой не уступает таковой синантропа и во всяком случае превосходит древность настоящих, мустьерских неандертальцев. Надбровные дуги синантропа могут лишь указывать на близость его к примитивной расе, для которой наличие их характерно, — к питекантропу.



Немецкий референт сообщений Блэка, Вейденрейх, не только находит, что синантроп чрезвычайно близок к питекантропу, он просто считает его локальной разновидностью последнего, полагая, что имеющиеся отклонения настолько незначительны, что их можно отнести за счет локально-расовых, даже половых и индивидуальных вариаций. Эллиот Смит держится иного мнения, иллюстрируя его интересными диаграммами, уясняющими положение синантропа среди ранее известных ископаемых рас. По его мнению, разница между синантропом и

панзоидный характер. В общем, черепная крышка описана еще очень неполно, и травертин, выполняющий ее полость, еще не удален. Будем надеяться, что синантроп дождется этой процедуры скорее, чем питекантроп, который ждал ее целых 40 лет. Освобождение полости черепной крышки не только даст возможность лучше судить о вместимости черепа, но также и о развитии мозговых извилин, в частности речевого центра, который, по последним работам Дюбуа, определенно намечен уже у питекантропа.



Фиг. 2. А — контуры черепов эоантропа, синантропа, питекантропа, сзади (по Эллиот Смиут); В — контуры тех же черепов, в профиль.

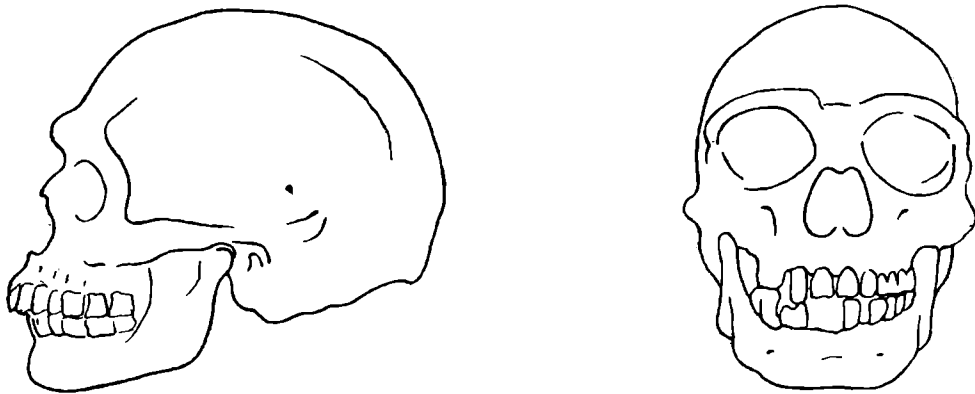
питекантропом все же достаточно велика, чтобы оправдать родовое различие обеих форм. Разница эта особенно ярко сказывается при взгляде сзади, подчеркивающим большую высоту и вместимость черепной крышки синантропа и развитие у него теменных бугров (фиг. 2), по сравнению с его яванским соседом. С другой стороны, строение височной области показывает много общих черт у всех трех раннеплейстоценовых рас, включая сюда эоантропа. Особенно у синантропа сосцевидные отростки замечательно малы и примитивны (что указывает на слабое развитие грудино-ключично-соскового мускула, связанное с неполной вертикальным положением головы, а следовательно и всего туловища). Сочленовная впадина нижней челюсти и tympanicum носит удивительно примитивный, шим-

Мы вполне разделяем высказанные выше мнения о чрезвычайном интересе, представляемом синантропом для понимания эволюции как человечества в целом, так и в особенности первобытного населения окраины великого Азиатского материка. Едва ли синантропа можно попросту отождествлять с питекантропом, как это делает Вейденрейх, но что он относится к тому же кругу форм — несомненно. По всей вероятности, он представляет дальнейшую мутацию первобытной питекантропоидной расы, дальнейший шаг вперед в направлении современного человека. К счастью, в настоящее время, благодаря новым работам Дюбуа и Вейнерта, антропологи уже понемногу отвыкают считать питекантропа чем-то вроде огромного гиббона, неудачно выполнившего попытку очеловечения и потому вымершего.

В настоящее время уже приходится помещать питекантропа в ряд примитивных человеческих форм, и синантроп весьма ярко показывает нам, какой вид должны были иметь представители расы, пришедшей ему на смену путем прогрессивной эволюции.

Вместе с тем, быть может недалеко то время, когда можно будет поставить вопрос о связи питекантропоидной расы не просто с современным человечеством, а с определенными его расами. На наш взгляд, кое-какие соображения на этот счет напрашиваются уже сейчас. Конеч-

ными постепенными переходами длинно-головые папуасы индоавстралийского архипелага; в-третьих, примитивные веддоидные народности индомалайских стран (ведды, сакаи, кубу) и тесно к ним примыкающие настоящие дравиды Индостана; в-четвертых, загадочные волосатые айны Дальнего Востока; наконец, первобытное население Австралии: будучи в настоящее время ограничено в своем распространении занимаемым им материком, оно должно было в незапамятные времена проникнуть туда через Зондскую сушу, т. е. через страны, на-



Фиг. 3. Череп австралийца, из коллекций Этнографического музея в Лейдене.

но, ни о каких непосредственных взаимоотношениях питекантропоидов с доминирующей в настоящее время на Азиатском материке великой монгольской расой, включая сюда малайцев, не может быть и речи. В этом отношении находка синантропа ни в коей мере не прояснила мрака, скрывающего от нас прошлое монголов, так что название *Sinanthropus* (китайский человек) надо считать неудачным, ибо оно дает повод к недоразумениям. Однако, мы знаем, что монголы и индоевропейцы являются в южной и юговосточной Азии сравнительно недавними пришельцами. В различных местностях сохранились разрозненные остатки других, более древних и примитивных рас. Сюда относятся, во-первых, круглоголовые шерстистоволосые низкорослые негритосы (семанги, аэта, андаманцы); во-вторых, связанные

селенные в нижнем плейстоцене питекантропоидами. С каким из обломков перечисленных исчезающих рас можно поставить в связь известные нам остатки питекантропоидов? Очевидно с теми, у которых мы и поныне можем обнаружить характерные для питекантропоидов признаки. В этом отношении особенного внимания заслуживают австралийцы, справедливо считаемые наиболее примитивной расой современности. Как-раз у них сохранились в наибольшем количестве искомые питекантропоидные особенности: покатый назад лоб, выдающиеся надбровные дуги, образующие настоящий *torus supraorbitalis*, малый объем мозгового черепа, долихоцефалия (фиг. 3). К этому присоединяется целый ряд других соматических признаков, по своей примитивности названных даже пренеандерталоидными. Ископаемые остатки

австралийцев, находимые за последнее время в отложениях несомненно плейстоценового возраста, показывают нам характерные черты расы в особенно подчеркнутом виде. В этом отношении особенного внимания заслуживают черепа кохумский и один из суонхиллских, которые, к сожалению, еще не дождалась удовлетворительного описания. По словам Мэккензи, сделавшего в этом отношении первую наметку в 1926 г., у кохумского и сходного с ним суонхиллского черепов (оба найдены в Северной Виктории) лоб еще ниже, чем у питекантропа, надбровные дуги огромные, прогнатизм очень велик, коренные зубы по величине походят на зубы питекантропа, клык конический, длиннее даже, чем у эоантропа. Мэккензи говорит, что при сравнительном изучении черепа приходится часто обращаться к питекантропу, к черепу молодого оранга.

В итоге, соображения как анатомического, так и географического порядка, делают весьма вероятной связь австралийцев с питекантропоидной расой, населявшей в нижнем плейстоцене юго-восточную Азию. Из современных собственно-азиатских племен о такой связи можно думать, естественно, в отношении тех народностей, у которых мы находим известные австралоидные (отчасти и питекантропоидные) признаки: длинноголовость, наличие сильно развитых надбровных дуг, вдавленный корень

носа, волосатость. Эти признаки мы находим отчасти у веддоидных племен, отчасти у папуасов и дравидов. Взаимоотношения всех этих народцев еще далеко не выяснены; относительно веддоидной расы, иначе называемой протодравидийской или индоавстралийской, неоднократно делались предположения о генетической связи ее с австралийцами. Среди антропологов довольно распространен взгляд, высказанный еще заслуженным исследователем цейлонских веддов Павлом Саразиним, согласно которому древняя протодравидийская раса дала начало, с одной стороны, австралийцам, с другой, настоящим дравидам, а быть может даже европейскому кругу народов! Клаач тоже настаивает на большом сходстве дравидов и австралийцев. Загадочных айнов Дальнего Востока сближали, с одной стороны, с известными дравидийскими племенами (волосатыми тогда Голубых гор), с другой, с островитянами южной части Тихого океана (Штернберг). Таким образом, если уже теперь ставить вопрос о связи нижнеплейстоценовых питекантропоидов с современными расами, то этих связей, на наш взгляд, надо искать среди примитивных народцев австралоидного типа. Конечно, для более солидного обоснования сделанного предположения у нас еще слишком мало данных. Приходится вооружиться терпением и ждать накопления дальнейшего материала.



## Ртуть в Фергане

А. А. Сауков

Уже целый ряд лет Академия Наук СССР, в тесном контакте с промышленностью, ведет геохимическое изучение Средней Азии. Обследуются безбрежные песчаные Каракумы с их оригинальным физико-химическим режимом; изучаются величественные пики сказочного Памира и красивые предгорья Алайского хребта, и в диком хаосе гор

выявляются стройные геологические идеи и устанавливаются определенные геохимические закономерности в распределении отдельных элементов. В результате этих работ, далеко еще незаконченных, наряду с ценными научными фактами и обобщениями, получен ряд крупных практических выводов и сделано немало ценных находок.

К числу их относится обнаружение большого пояса ртутных и сурьмяных месторождений, протянувшегося почти на 200 км вдоль северных предгорий Алайского и Туркестанского хребтов, недалеко от границ Киргизской, Узбекской и Таджикской Советских Республик. Из этих месторождений одно, Кадамджайское, расположенное в 30 км к югу от г. Ферганы, считается сейчас, по выясненным запасам, крупнейшей сурьмяной базой Союза и вступило в эксплуатацию, а другое, Хайдарканское, находится в стадии разведки, но уже

способна ее растворять золото и серебро, чем в широких пределах пользовались. В виде искусственно приготовленной киновари ртуть входила в состав дорогой пурпурной краски и ценилась очень высоко. В лаборатории средневекового ученого-алхимика она была одним из самых употребительных, самых необходимых реактивов, так как ее удивительная способность растворять золото и при нагревании вновь его освобождать не могла не остановить на себе внимания искателей „философского камня“.



Фиг. 1. Зимовка Хайдаркан.

и теперь, на основании полученных предварительных данных, привлекает к себе исключительное внимание запасами ртутных и сурьмяных руд (фиг. 1). Другие месторождения ферганского рудного пояса недостаточно обследованы, чтобы можно было говорить об их практическом значении, но иметь их в виду необходимо, особенно сурьмяно-ртутный район Чаувая.

Первое знакомство человечества со ртутью произошло, повидимому, в очень далекие времена: китайцы еще за две с лишним тысячи лет до нашей эры знали лечебные свойства ртути и спо-

Среди широко известных со времен глубокой древности ртутных рудников, каковы Альмаден, Идрия и др., последнее место занимали и месторождения ртути в Средней Азии, особенно в Фергане. На это указывают, с одной стороны, немногочисленные, но все же достаточные литературные источники, с другой — непосредственные свидетели старой добывающей промышленности, в виде большого числа выработок почти на всех известных нам месторождениях Средней Азии, остатков древних поселений, фрагментов рудничной посуды и инструментов, а также находки сосу-

дов со ртутью в целом ряде пунктов и в том числе в кишлаке Сох в 20 км к западу от Хайдаркана. В статье известного ташкентского археолога М. Е. Массона („К истории добычи ртути в Средней Азии“ (Народное хозяйство в Средней Азии, 1930, № 5) собран любопытный литературный материал, из которого мы узнаем, что уже в X веке шла добыча ртути в Фергане. Об этом упоминает Истахри в „Книге путей государств“, относящейся к X веку. Абул-Касим в 976 г. вполне определенно указывает, что ртуть добывалась в горах Сох. Заслуживает серьезного внимания упоминание персидского автора XIV века Хамдаллаха Казвини о том, что вся ртуть в его время добывалась из рудников Андалузии (имеется в виду, очевидно, Альмаден), из местности между Бухарой и Ошрусаном (вероятно в Нуратинских горах, как думает М. Е. Массон) и рудников Ферганы.

Как долго шла добыча ртути в Средней Азии, когда она прекратилась и какие причины привели к упадку и окончательной гибели когда-то богатую горнопромышленную жизнь края? Вот вопросы, на которые трудно пока дать удовлетворительный ответ. Всего естественней допустить, как это делает М. Е. Массон для рудных рудников района Сумбара в южной Туркмении, что упадок горной промышленности произошел в результате вытеснения оседлых иранцев, которые занимались добычей полезных ископаемых, воинственными кочевниками монгольского происхождения, для которых был совершенно чуждым какой бы то ни было серьезный труд, тем более тяжелый горный промысел. Возможно, что наряду с этой чисто политической причиной существовали и другие, например, уменьшение спроса на ртуть, вызванное всеобщим упадком хозяйственной и культурной жизни в мрачные годы средневековья.

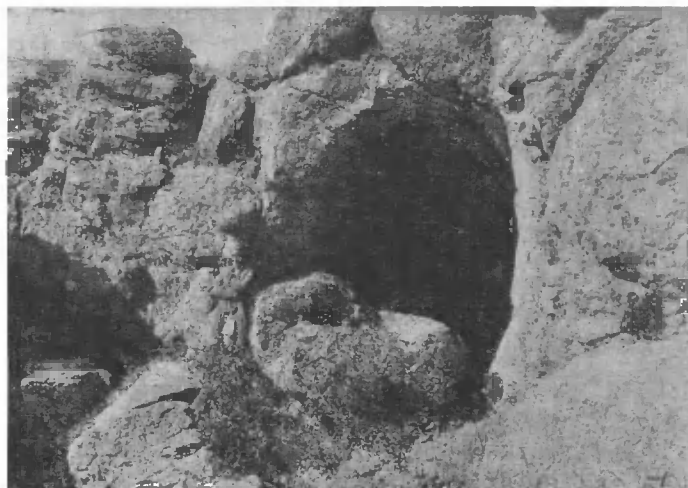
Могли быть и другие причины упадка рудной промышленности в Средней Азии, но среди них едва ли приходится предполагать истощение рудников. Против такого предположения особенно убедительно говорят факты, получен-

ные нами при разведке Хайдарканского месторождения, самого крупного из всех известных в Средней Азии и наиболее богатого древними выработками, число которых достигает в общей сложности до 120. При осмотре передовых забоев выработок получается впечатление, что работы брошены совершенно неожиданно, рудники остановлены на ходу. Так же, как и в далекие времена, ярко рдеют в стенках искусственных зал и ходов зерна киновари; в отдельных участках содержание ее достигает исключительно высокой цифры (6%) и совершенно непонятно, почему древние промышленники, работая в общем на более бедных рудах, не выбрали этих, уже вскрытых и подготовленных к выемке участков. Более того: приходится наблюдать уже добытые и подготовленные к обжигу, но не подвергшиеся ему руды, что наводит на мысль об очень поспешном, повидимому для самих промышленников неожиданным прекращении работ. Горный промысел был заброшен и забыт. Долгие века тирании и варварства сделали все возможное, чтобы изгладить самую память о трудолюбивом и предприимчивом народе, который в далекие времена, не останавливаясь ни перед какими трудностями, искал и находил, наряду с другими металлами, драгоценную симаб (серебряную воду = ртуть). Но память все же сохранилась. Осталось много географических названий, напоминающих своей транскрипцией о былой добыче руд. Таковы все наименования, оканчивающиеся на кан (руда): Хайдаркан — великая руда, Лякан, Кан и т. д. Таков Симаб-бель (ртутный перевал), расположенный к юго-западу от кишлака Сох, в окрестностях которого еще В. Н. Вебер предполагал найти ртуть, что и было сделано несколько позднее, в 1926 и 1927 гг., сотрудниками Академии Наук.

Живыми свидетелями старых работ остались многочисленные древние выработки, совершенно непохожие на современные горные проходки (фиг. 2). Бросается в глаза полнейшая бесформенность этих выработок, их необыкновенная причудливость в очертаниях,

полное отсутствие системы с точки зрения современного горного искусства. Они то образуют сложные подземные лабиринты зал и ходов разной величины и формы, часто многоэтажные, то открытые карьеры и гроты. Очевидно, направление проходов обуславливалось капризным поведением обогащенных зон и участков, более легко поддающихся примитивным орудиям добычи. Нет никаких следов пороховых или даже огневых работ. Зато в большом количестве встречаются указания на клиновые ра-

вольно крупных, просто сделанных сосудов для воды (иногда, может быть, для ртути); значительно реже попадаются сосуды, носящие на себе следы большого мастерства и значительного художественного вкуса. Таковы небольшие глазурованные белые и ярко раскрашенные чашечки, найденные в одной из выработок Хайдаркана и применявшиеся, по видимому, в качестве светильников. Вместе с ними встречен был странный продолговатый сосуд в форме двукопечного конуса с узким отверстием и



Фиг. 2. Вход в древнюю выработку.

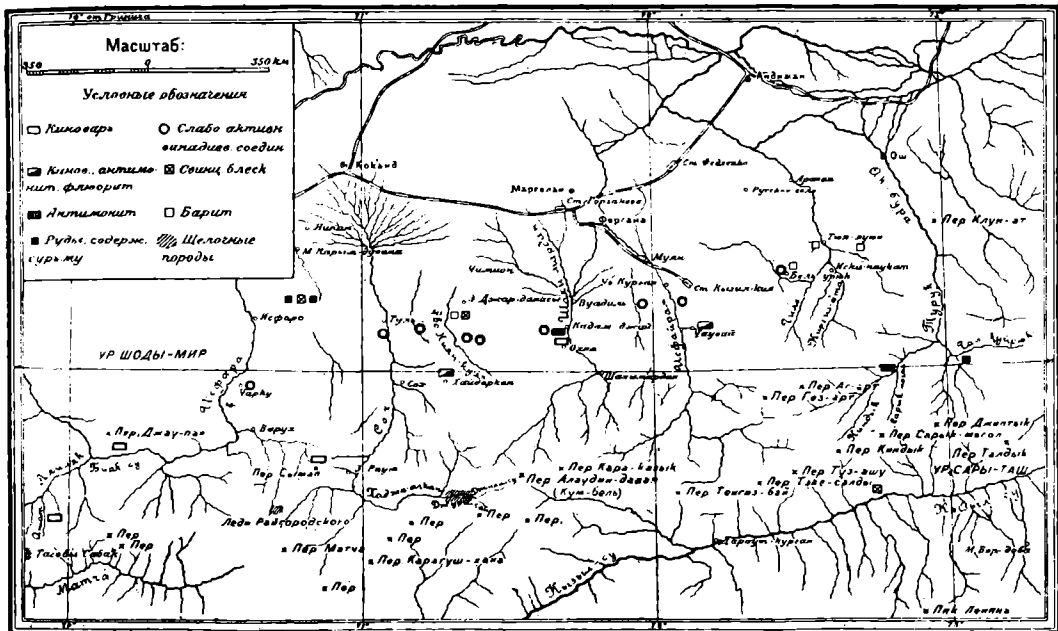
боты, и по некоторым хорошо сохранившимся отпечаткам легко восстановить форму инструментов, которые были в распоряжении древнего промышленника. Молотки, как правило, были каменные; обломки их в большом количестве встречаются среди отвалов пустой породы. Интересно, что материал для молотков (обыкновенно диабазовый туф и диорит) является чуждым для района Хайдаркана и, по видимому, представляет своего рода „импортное оборудование“ далекого прошлого. Большой интерес, в качестве археологических находок, представляют многочисленные обломки глиняной посуды, которые встречаются буквально на всех старых удниках. Чаще всего это черепки до-

довольно замысловатой внешней поверхностью. Очень возможно, что это один из „симаб-кузача“ (ртутных кувшинчиков), служивший своеобразной ртутной тарой. Целый ряд сосудов со ртутью, как мне передавали киргизы, найден был совершенно случайно в 1924 и 1928 гг. в соседнем селении Сох, среди сада при рытье арыка. Один из сосудов был в моем присутствии выкопан в том же саду; к сожалению, он был найден в перевернутом состоянии и поэтому оказался пустым. Я считаю, что серьезные археологические раскопки в Сохе и его окрестностях, а также и в самом Хайдаркане, где, по видимому, раньше была многолюдная жизнь, дали бы много ценного материала и про-

лили бы яркий свет на одну из самых любопытных, но пока не прочитанных страниц в истории Ферганы — о временах расцвета и упадка древней горной промышленности.

Что касается другого полезного ископаемого, которое в настоящее время привлекает к себе внимание — сурьмяного блеска, то, повидимому, в старые времена он не был предметом

матическое изучение сурьмяно-ртутной зоны Ферганы началось, однако, еще позднее — с 1924 г., в связи с общим подъемом хозяйственной жизни страны и возросшим интересом к минеральным богатствам. Начиная с 1925 г. Академия Наук СССР на средства промышленности (трест Редкие элементы, потом Горнохимический) ведет поиски новых и изучение известных месторожде-



Фиг. 3. Сурьмяные и ртутные месторождения Ферганы.

добычи. Трудно иначе объяснить неоднократные примеры находок в выработках больших линз и столбов из почти чистого антимонита, в то время как киноварь кругом тщательно выбрана.

В течение целого ряда веков ртутные месторождения оставались забытыми. Вновь открыты они были совсем недавно. В 1914 г. А. Чернов в кремнистой брекчии Кадам-джая нашел первые антимонит; тогда же обнаружена была киноварь в пещере Сарт-истаган, в Чаувае; в 1915 г. В. Вебер осмотрел месторождения Бирк-су и Ашат, расположенные в бассейне р. Ляйляк. Систе-

ний. В короткий срок выясняются новые районы орудения — Хайдаркан, Охна, Симаб — и производится геохимическое изучение с предварительной промышленной оценкой Кадам-джая (А. Ф. Соседко), Хайдаркана и Чаувая (А. А. Сауков и А. В. Москвин). Идейным вдохновителем и в значительной мере исполнителем этих работ явился Д. И. Щербаков. Его теория о связи месторождений сурьмы и ртути с широкими линиями тектонического контакта пород разного литологического характера оказалась в своих практических приложениях необычайно плодотворной, дала возможность ввести большую плановость в поисковую работу

и помогла сравнительно легко найти целый ряд новых месторождений.

Все известные в настоящее время ртутные (и сурьмяные) месторождения Ферганы расположены, как сказано выше, вблизи границ Узбекской и Киргизской Автономных ССР, между 70 и 72 меридианами. Они представляют отдельные звенья одной большой, почти широтной цепи, длиной в 200 км; все приурочены к зонам несогласного контакта осадочных пород разного возраста и состава и, повидимому, объединены общностью происхождения. Я не сомневаюсь, что нам известны не все месторождения; новые могут оказаться и в пределах цепи и вне ее. Интересны в этом отношении взгляды Беккера, высказанные им еще в 1886 г.: установив, что все важнейшие месторождения ртути Европы и Азии расположены вдоль общей цепи разломов Альпы—Пиренеи—Гималаи, он констатирует, что количество известных месторождений вдоль этой цепи почти пропорционально знаниям о стране, и высказывает мысль, что новые месторождения будут найдены в Курдистане, Афганистане и Тибете. Находки ртути в Фергане, недалеко от Афганистана, подтверждают мысли Беккера и заставляют не ограничиваться добытыми результатами, а продолжать дальнейшие поиски.

В настоящее время нам известны следующие месторождения Ферганы.

- 1) Чаувайское ртутно-сурьмяное, на правом берегу р. Чаувай, впадающей в Испайран. К югу от него в этом году В. Поповым найдено новое ртутное месторождение по р. Аустаян.
- 2) Кадамджайское сурьмяное, на берегу р. Шахимардан, в 30 км к югу от г. Ферганы; в настоящее время эксплуатируется.
- 3) Охинское ртутное, в 7 км к югу от Кадамджайского.
- 4) Хайдарканское ртутно-сурьмяное, в 16 км к востоку от р. Сох и в 75 км к юго-западу от г. Ферганы.
- 5) Сымаб ртутное, на перевале того же имени, в верховьях Исфары.
- 6) Бирк-су ртутное, на реке того же названия, впадающей в Ляйляк.
- 7) Ашатское ртутное, в верховьях р. Ашат, притока Ляйляка.

Все эти месторождения, наряду с некоторыми индивидуальными особенностями, имеют много между собой общего как в геологическом, так и минералогическом отношении. Для каждого из них бросается в глаза приуроченность к зонам разломов, идущих обыкновенно параллельно хребтам, и связь с древними термальными растворами, выносившими часто вместе с кремневой кислотой также соединения ртути, сурьмы и фтора. Оруденение в наиболее типичном случае приурочено к кремнистой брекчии трения, образовавшейся при движении одних горных пород (обыкновенно сланцев) по другим (чаще всего по известнякам). Ртуть в форме киновари, сурьма в сурьмяном блеске то встречаются вместе, сопровождаясь в этом случае также плавиковым шпатом, то раздельно. Поэтому, наряду со сложными ртутно-сурьмяными месторождениями, мы встречаем и чисто сурьмяные и лишь ртутные. В связи со способностью киновари легко в условиях земной поверхности мигрировать, перемещаться вместе с карбонатными растворами, наблюдаются часто целые рудные поля, где киноварь связана с кальцитовыми прожилками в известняках и где нет даже следов антимонита, хотя в первичной рудной брекчии он является господствующим. Заслуживает большого внимания тот факт, что часто висячим боком рудной брекчии являются водонепроницаемые сланцевые толщи, которые представляли в свое время естественную запруду для поднимающихся снизу горячих растворов и потому могли способствовать концентрации рудных элементов непосредственно под сланцами.

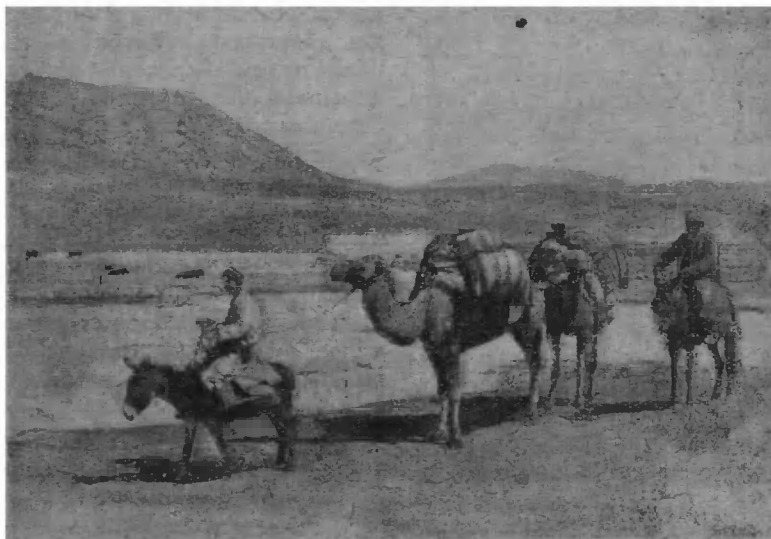
Минералогический состав и геологические особенности ртутных и сурьмяных месторождений Ферганы могут быть легко объяснены, если мы примем следующую теорию их образования: древние палеозойские свиты известняков и сланцев, собранные в широтные герцинские складки и сильно денудированные в мезозое, в конце третичного периода подверглись новому мощному горообразовательному процессу, шедшему с юга, со стороны Памира, и ска-



завшемся как в процессах дальнейшего складкообразования по схеме, намеченной еще в герцине, так и в явлениях сбросов и надвигов. С этими моментами интенсивных тектонических нарушений мы должны, повидимому, связывать и образование тех глубоких трещин разлома, по которым могли с неведомых нам глубин устремиться горячие рудные растворы, связанные, вероятно, с большим магматическим резервуаром. Сурьма могла идти в форме сульфосолей, ртуть — в виде комплексного соедине-

нию усложнению геологической картины месторождений.

Как уже неоднократно указывалось, наибольший интерес привлекло Хайдарканское месторождение. Оно открыто было в 1926 г. поисковой партией А. Соседко и В. Попова. Уже самое предварительное геохимическое изучение Хайдаркана, которое произведено было мной в 1927 и 1928 гг. совместно с Д. И. Щербаковым и А. В. Москвиным, показало, что месторождение серьезное и нуждается в детальной разведке.



Фиг. 4. Хайдаркан; на заднем плане — Главное рудное поле.

ния  $\text{HgS}$  и  $\text{Na}_2\text{S}$ , кремневая кислота — вместе с фтором. Недалеко от земной поверхности при подходящих физико-химических условиях началось осаждение руд: сперва сурьмяного блеска, позднее киновари. Дальнейшая история выразилась в процессах денудации, которые уничтожили местами верхи месторождений и вывели на поверхность более глубокие их части, также сильно их разрушив, в тектонических явлениях сбросового характера, вызвавших образование многочисленных зеркал скольжения и перемещения отдельных частей рудных полей одних относительно других, т. е., в конечном счете, привела к боль-

Предварительные подсчеты давали запасы ртути в несколько тысяч тонн. Весной 1930 г. в мое распоряжение были предоставлены Горнохимическим трестом 40 000 р. на разведочные работы в Хайдаркане, и, кроме того, Институт цветных металлов Главного геологоразведочного управления отпустил 20 000 р. Н. Д. Палидину на продолжение геологических работ, начатых нами в 1928 г.

Месторождение расположено на террасированном северном борту живописной Хайдарканской долины, на высоте около 2000 м над уровнем моря, легко доступно как со стороны Ферганы, так и Коканда и представляет ряд рудных

полей, разбросанных по площади в 16 кв. км. Всего полей насчитывается шесть. Важнейшими из них являются Главное рудное поле — в восточной части месторождения и Медная гора — в центре (фиг. 4). Строение той и другой частей совершенно различно. В Главном рудном поле кремнистая брекчия, средней



Фиг. 5. Старинная выработка; внизу — глыбы сурьмяного блеска.

мощностью до 7 м, лежит почти горизонтально на массивных известняках и перекрывается сланцевой свитой, во многих местах сорванной. Оруденение представлено киноварью, значительно меньше — киноварью совместно с антимонитом и плавиковым шпатом. Большое число древних выработок (71), разбросанных по всему полю, указывает на серьезные работы, которые здесь когда-то производились. Длина поля около 600 м, ширина 250 м. Оруденение не ограничивается пределами брекчии, но, судя по выработкам, идет значительно глубже, в толщу массивных известняков. Строение Медной горы иное. Здесь мощный пласт рудной брекчии поставлен

почти на-голову и прорывается участками безрудного, неокремнелого известняка. Рудный процесс здесь выражен интенсивнее, чем на Главном поле и представлен сложной комбинацией из кварца, плавика, антимонита и киновари. Отдельные образцы привлекают своей красотой и богатством рудных минералов и могут явиться украшением для музеев. Общую кубатуру оруденелой брекчии на Медной горе ориентировочно можно принять до глубины дна соседних оврагов в 5 000 000 куб. м.

Разведочные работы в значительной мере сводились к опробованию стенок древних выработок Главного рудного поля путем обнажения их динамитными взрывами. Всего удалось опробовать на Главном поле около 40 выработок, наиболее крупных и территориально удобно расположенных, и почти все они дали промышленное содержание ртути. В отдельных пробах это содержание варьирует в очень широких пределах, от 0.1% до 6%, но совершенно пустых проб почти нет. Киноварь встречается во всей массе рудного пласта; особенно обогащенными являются нижние горизонты, где брекчия незаметно переходит в известняк. К этой зоне приурочены в значительной мере и древние выработки. Пока, до производства более детальных разведок, трудно дать цифру действительных запасов ртути на Главном рудном поле, но возможно, что вероятные запасы значительно превышают запасы единственного нашего ртутного рудника — Никитовки.

Медная гора обследована значительно меньше, чем Главное поле, однако и здесь полученные данные указывают, что содержание ртути достаточно высокое и что на нее необходимо обратить самое серьезное внимание. Здесь, наряду с киноварью, исключительный интерес привлекает к себе сурьмяный блеск, концентрации которого в отдельных вскрытых горными работами участках оставляют за собой все известные сурьмяные месторождения Союза, в том числе и Кадамджайское. Удавалось тремя взрывами отрывать до четырех тонн высокопроцентного сурьмяного блеска

(фиг. 5). Кроме того, необходимо принимать во внимание плавиковый шпат, являющийся весьма распространенным как на Медной горе, так и на ее продолжении на запад — на Плавиковой. Запасы этого минерала, который путем обогащения может быть получен в достаточно чистом виде, исчисляются, по видимому, миллионами тонн.

Итак, мы имеем в Хайдаркане новую сырьевую базу, на основе которой, я не сомневаюсь в этом, быстро разовьется крупная для Средней Азии добывающая промышленность. Намеченные, начиная с весны 1931 г., большие работы и изучение методов отделения сложных хайдарканских руд, которое сейчас производится, должны разрешить новую „хайдарканскую проблему“ и вполне конкретно поставить вопрос об эксплуатации и извлечении как ртути, так и сурьмы, а может быть и плавикового шпата.

Экономические предпосылки для этого имеются. Руда залегает почти на поверхности и легко может быть взята открытыми горными работами. В этом —

преимущество Хайдаркана перед Никитовкой. Район легко доступен, обеспечен водой и водной энергией и является исключительно благоприятным по климатическим условиям, чем не может похвастать Каракалинский рудный район в Туркмении, один из конкурентов Хайдаркана, теперь сдавший уже свои позиции.

Таков Хайдаркан.

На наших глазах происходящий мощный подъем народного хозяйства Средней Азии в послеоктябрьские годы до неузнаваемости меняет лицо всего края. Один за другим открываются новые копи и рудники; дикое безомовие гор нарушено шумом перфораторов и гулом динамитных взрывов. На месте древней примитивной культуры вырастает новая — социалистическая. Таинственное ртутное озеро в горах, о котором рассказывают красивые восточные легенды, разыскано. Так на наших глазах сказка претворяется в быль.

Геохимический институт  
Академии Наук СССР.

## Научные новости и заметки

### ФИЗИКА

**Новые исследования в области сверхпроводимости.** Вновь приходится возвращаться к этому вопросу в связи с семимильными шагами, которые делает опытная физика в этой области за последние  $1\frac{1}{2}$ —2 года. Прежние предположения лейденских физиков о том, что сверхпроводимость есть свойство только пяти металлов — свинца, ртути, олова, индия и таллия — не оправдалось, хотя их пытались в свое время подкрепить соображениями, исходящими, во-первых, из совместного расположения этих элементов в одной примерно области в геометрическом центре периодической системы и, во-вторых и особенно, из специальной и весьма схожей по Бору группировки их наружных электронов. Как вспомнит читатель, именно к этому последнему объяснению было сведено и первое расширение области сверхпроводимости на евтектику золото-висмут, вышедшее из стен той же лейденской лаборатории.

За последнее время, однако, ведущую пионерскую роль в этой области заняла новая берлинская лаборатория самых низких температур, ру-

ководитель которой В. Мейснер, исходя из положения, что в состоянии максимальной чистоты, главное же однокристалльности, сверхпроводящими должны оказаться все элементы, повел работу в этом направлении в самом широком масштабе. Очень скоро выяснилось, что и оба эти условия не так уж существенно обязательны, и за короткий промежуток времени вышеприведенный список сверхпроводников, простых тел, увеличился вдвое за счет тантала с температурой скачка  $4.4^\circ$  абс., тория —  $1.4^\circ$ , титана —  $1.1^\circ$  и ниобия —  $8.5^\circ$  (!). Если второй и третий члены в этом списке являются результатом все растущего совершенства эксперимента и соответственно большего приближения к абсолютному нулю, то последний случай (ниобия), как видим, привел уже к наивысшей из известных доселе температур скачка у сверхпроводника — простого тела, далеко за собою оставив позади (вспомним, с каким трудом в этих областях температуры завоевывается каждый лишний градус) свинец с его прежде максимальной температурой скачка в  $7.3^\circ$ . По видимому, сверхпроводящим окажется ванадий и, вероятно, еще ряд металлов. Обе другие лаборатории также внесли свою

долю в этом расширении списка: канадская установила сверхпроводимость у рутения (температура скачка  $2.0^{\circ}$  абс.), лейденская же у галлия ( $1.1^{\circ}$  абс.). Лейденские исследователи (де-Гаас) оказались при этом верны своим теориям, поскольку искали и нашли сверхпроводимость у элемента, оказавшегося, действительно, с требуемыми ими свойствами электронной оболочки. Все же, повидимому, придавать в отношении сверхпроводимости основное значение именно положению элемента в периодической системе не приходится. Зато открыто (теми же берлинскими исследователями) любопытнейшее влияние на свойство сверхпроводимости кристаллической формы, т. е. аллотропического состояния вещества, именно: в то время как обыкновенное олово имеет скачок при  $3.8^{\circ}$  абс., у серого олова этот скачок спускается весьма значительно, до  $1.8^{\circ}$  абс.

О сверхпроводимости сплавов (Лейден — де-Гаас и др.) далее химических соединений ( $\text{CuS}$ ), в особенности же многих нитридов и карбидов (с исключительно высокими температурами скачка:  $\text{TaC} - 9.3^{\circ}$  абс.,  $\text{NbC} - 10.1^{\circ}$ ), в „Природе“ уже было отмечено. Подчеркиваем еще раз, что особенностью явления сверхпроводимости у непростых тел является исключительная резкость скачка, выражающаяся в малом падении кривой сопротивления, так что это последнее уже накануне скачка редко когда опускается ниже  $0.5R_0$ , если  $R_0$  — сопротивление вещества при  $0^{\circ}$  Ц. В силу только что указанного обстоятельства, исследователи обратили особое внимание на структуру всех сверхпроводящих соединений, и действительно, у всех этих нитридов и карбидов (за исключением  $\text{WC}$  и  $\text{MoC}$ ) она оказалась совершенно одинаковой — кубической решеткой типа каменной соли  $\text{NaCl}$ .

Дать теорию сверхпроводимости, в особенности количественную, т. е. установить взаимную связь, привести в порядок небольшой числовой материал, уже накопленный в этой области, до сих пор еще не удалось. Высказанные недавно П. Л. Капицей — в связи с известною работою его о сопротивлении висмута в сверхмощных магнитных полях — некоторые общие идеи о сущности сверхпроводимости (сведение наступления последней к исчезновению в соответственных условиях некоторого добавочного сопротивления, вообще говоря, от температуры не зависящего, в отличие от идеального или истинного сопротивления, пропорционального кубу абсолютной температуры) встретили серьезную критику со стороны немецких исследователей (В. Мейснер), в свою очередь обещающих вскоре дать ряд своих экспериментальных данных по этому вопросу.

Но если до сих пор таким образом не удалось еще построить количественной теории явления сверхпроводимости, то качественная картина явления уже имеется, необычайно оригинальная по внешней форме и исключительно элегантная, основывающаяся на одном из поразительных и глубочайших (хотя все еще не совсем понятном) принципе современной физики — запрете Паули и вытекающей из него квантовой стати-

стики Ферми-Дирака. За всеми подробностями этой картины отсылаем читателя к соответствующей статье в этом же номере „Природы“ [из доклада В. Мейснера на германском съезде по холоду в Штутгарте (*Zeitschr. f. Metallkunde*, XXII, 311, 1930)].

Н. Б.

## ХИМИЯ

**О германии.** Еще до самого недавнего времени германий считался одним из наиболее редких земных элементов, занимая в таблице Клаарка примерно 6—7-е место с конца. Эти цифры, как следует из приводимых в предыдущем номере „Природы“ новых данных, пришлось, правда, исправить в сторону весьма значительного увеличения, но все же достаточно удивительным будет услышать, что элемент этот сыграл и продолжает играть существенную роль в одной из наиболее крупных отраслей „цветной“ металлургии — именно в производстве цинка. Спешим оговориться, что роль эта была, правда, исключительно отрицательная, хотя и весьма ощутимая экономически.

Дело касается электролитического получения цинка. Известно, что этот метод, распространяющийся все более и более, представляет собою, однако, своеобразное противоречие законам природы. Термодинамика, исходя из известного электрохимического ряда напряжений („электролитической упругости растворения“  $E: \dots \text{Ag} = +0.80$ ,  $\text{Cu} = +0.34\dots$ ,  $\text{H} = \pm 0.00\dots$ ,  $\text{Zn} = -0.76\dots$ ,  $\text{K} = -2.96$ ), требует, чтобы при электролизе водного раствора, содержащего цинк и свободную кислоту, на катоде выделялся водород и только водород. Если все же заводская практика такой электролиза цинка ведет и как-раз в весьма кислых растворах, то это объясняется совершенно особым приводящим обстоятельством (теоретически, должно признаться, и до сих пор не вполне разъясненным), именно так называемым наднапряжением (*Überspannung*, *overvoltage*)  $\eta$ , добавочную разность потенциалов, которую необходимо приложить, чтобы заставить водород выделиться на некоторых металлах,<sup>1</sup> в том числе

<sup>1</sup> Вот значения  $\eta$  водорода для некоторых металлов (при плотности тока в 1 амп/дм<sup>2</sup>): Pt = 0.00, Cu = 0.25, Zn = 0.76, Hg = 1.04, Sn = 1.08. Замечательно, какое большое число обычных явлений находит разъяснение в этих цифрах. Почему, например, очень чистый цинк нерастворим в кислотах? В самом деле, для того, чтобы несколько атомов цинка растворилось, необходимо, чтобы соответствующее количество ионов водорода вышло из раствора: сделать же это они могут, лишь разрядившись на соседних атомах цинка. Поскольку же последний противостоит этому выделению (что и выражается в наднапряжении), водород не выделяется, а следовательно не может раствориться и цинк. Вот почему, получая самый чистый водород при помощи химически чистого цинка, последний приходится обработать лучше

и на чистом цинке. И поскольку у цинка это наднапряжение — в определенных условиях (см. ниже) — выше указанной электролитической упругости растворения (гонящей цинк обратно в раствор), то и оказывается возможным осуществить цинковый электролиз в столь удобных кислых растворах. Это благоприятное обстоятельство, однако же, как хорошо известно всем, работающим в электрометаллургии, чрезвычайно чувствительно ко всякого рода эффектам с результатом (большая близость значений  $E$  и  $\eta$ ), что реакция легко может пойти „нормальным“ порядком: на катоде появляются пузыри водорода, цинк же обратно начинает растворяться. Такими факторами, восстанавливающими столь нежелательный нормальный ход электролиза, являются прежде всего температура, на удержание коей в должных пределах приходится обращать самое серьезное внимание, затем плотность тока (количество ампер, разделенное на площадь катода): явление наднапряжения в полную меру достигается лишь при больших плотностях тока. Но наиболее опасным и являются некоторые примеси ванны, именно те, которые высаждаются на катоде вместе с цинком и в соответственных точках создадут для водорода наднапряжение ниже критического. Разумеется, подобные примеси — главным образом обычных металлов — давно и хорошо изучены, и к счастью, хотя вредителей из них и много, но практику приходится считать лишь со сравнительно небольшим числом их. Так, хотя серебро даже в самых минимальных количествах совершенно останавливает электролиз цинка, с ним все же в обычных условиях не приходится считаться, поскольку в технической ванне всегда присутствует ионов хлора больше чем достаточно, чтобы удалить все серебро в осадок в виде  $AgCl$ . Подобное относится и к большинству прочих вредителей, и литература указывает лишь на четыре металла, с которыми приходится считаться особенно: это сурьма, кобальт, никель и мышьяк.

Недавно на одном из американских заводов в целях применения еще более кислых и еще более концентрированных растворов, было пущено большое количество пробных ванн из цинковых руд самых различных происхождений. В условиях соблюдения всех вышеперечисленных пунктов, все эти опыты дали весьма положительные результаты, и тем более неожиданным оказался провал с наиболее богатой и к тому же наиболее чистой цинковой рудой из Джоплинга

всего платиновой ( $\eta = 0$ ) солью, в крайнем случае медною, чтобы, очевидно, создать на цинке опорные пункты для выделения водорода. Наоборот, нечистый цинк можно сделать практически нерастворимым в кислоте (гальванические элементы), амальгамируя его, т. е. покрывая его ртутью, которая, спрятав все примеси, противопоставит выделяющемуся водороду наднапряжение еще большее, чем сам цинк. Это же наднапряжение ртути делает возможным и электролитическое выделение даже натрия в столь важном промышленном случае, как получение соды (ртутные катоды).

(Миссури). Долгое время все попытки открыть причины провала не приводили ни к чему: анализ давал количества вредителей ниже наинизших контрольных пределов, не оказалось в руде и никаких новых элементов, поскольку последние могли бы быть открыты при помощи обычных аналитических методов, а между тем электролиз шел крайне неудачно, иногда выделение цинка вообще прекращалось, и все время приходилось держать температуру гораздо ниже, чем это было удобно для ванны. Поскольку же в ближайшем будущем предстояло значительное расширение завода, лаборатория вынуждена была применить наиболее прямой метод, хотя и грубый метод разрешения вопроса. Составлены были и пущены в ход ванны из чистых цинковых солей, в которые вводились, в качестве примеси, по очереди все элементы периодической системы, не исключая и самых редких, о которых только возможно было предположить, что они могут быть причиной помех. Работа эта привела к очень интересным общим результатам: вредителями оказались весьма многие редкие элементы, но при этом каждый из них давал свой столь характерный рисунок коррозии (разъедания) цинкового катода, что авторы рекомендуют даже этот метод для качественного определения малых количеств этих элементов. Эффект этот — для авторов — получился наиболее замечательный, когда — в порядке исследования — подошли к германию: картина коррозии оказалась в точности тою, с которою так основательно и печально исследователи познакомились на протяжении многих месяцев. Виновик неприятностей был, наконец, найден и, надо сказать, оказался исключительно сильным. Его вредительство начинается уже с концентрации  $10^{-7}$ . При  $10^{-6}$  (1 мг в литре) начинается уже характерное образование в катоде дыр (а следовательно, увеличение площади, а отсюда уменьшение плотности и т. д., „автокаталитически“ ускоряясь) и обратное растворение цинка; при  $2 \times 10^{-6}$  электролиз цинка не идет уже вовсе. Неудивительно, что, при таких малых количествах, этого германия не удавалось открыть раньше, тем более, что этот редкий элемент до сих пор не имеет сколь-нибудь характерных аналитических реакций [впрочем, это в значительной степени может быть сказано и о столь мощном (по Кларку) аналоге германия — кремнии]. Соли его все практически бесцветны и растворимы; наиболее нерастворимым является сернистый германий, но замечательно, что эта нерастворимость проявляется лишь в очень кислых растворах ( $V$  аналитическая группа), а снижения кислотности, даже до 2-нормальной, уже оказывается достаточным для растворения осадка вновь. Легко видеть, что определение этого элемента, и тем более в концентрации  $10^{-7}$ , представляет исключительно трудную задачу: для заводского же контроля она, вероятно, надолго еще будет неразрешима. В данном случае, однако, при изыскании способов лечения выявленного наконец недуга — прекрасным средством контроля количеств германия оказались указанные рисунки коррозии. Чтобы удалить эти неудаляемые следы германия, пришлось обратиться к наиболее могущественной

в области этих концентраций коллоидной адсорбционной химии; не дали результаты цинковая пыль, силикагель, гель окиси алюминия и даже животный уголь, но коллоидальная водная окись железа дала эффект чрезвычайный: германий уводился ею в осадок до конца.

А это точно привело и к столь же окончательному решению всей загадки, мучившей работников завода. Источниками цинка являются обычно ферриты цинка. Из породы они — по раздроблении последней — извлекаются с помощью магнита и затем растворяются в крепкой кислоте до полного растворения как цинка, так и железа. Обработка этого раствора щелочью выделяет все железо в осадок, и с обильными его массами уносится обычно и весь германий. Джоплинские же руды как-раз оказались исключительно бедны железом и столь же исключительно богаты германием (это, конечно, нужно понять очень относительно), так что первое не в состоянии было — в должный момент — унести в осадок все количество второго. Таким образом, наконец, диагноз болезни был доведен до конца, и лечение оказалось чрезвычайно простым: нужно озаботиться, чтобы в растворе, накануне осаждения из него железа, этого последнего было на литр не менее 10 г (цифры, полученные разумеется лабораторией), чего, разумеется, наиболее просто достичь, смешивая наиболее чистый джоплинский концентрат с весьма небольшими порциями более обильных железом руд.

Нельзя не признать, что это весьма характерный случай, когда чистая отвлеченная наука (ибо что другое до сих пор представляла собою химия германия) столь неожиданно и властно решает ультра-практический вопрос. (The Metal Industry, 5 IX 1930).

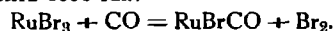
Н. Б.

**О рейнии.** Ожидающееся продвижение рейневых препаратов к рабочему столу рядового химика уже нашло свое первое выражение в идущем из берлинского калиевого института (Kali-Forschungsanstalt) предложении принять перренаты (соли кислоты  $\text{HReO}_4$ ) для количественного определения калия. Именно, в 94,6% этиловом спирте (к которому добавлено 2,5% метилового) и при 18° C в 1 л растворяется 0,180 г  $\text{KReO}_4$ . Как известно, способов количественного определения элемента калия весьма немного, в сущности говоря — их только два: причем из них наиболее известный хлороплатинатный (в виде  $\text{K}_2\text{PtCl}_6$ ), который, однако, по дороговизне своей при производстве массовых анализов (калиевая промышленность) должен был уступить место второму методу — перхлоратному с конечным продуктом в виде  $\text{KClO}_4$ . Перренатный способ вполне аналогичен перхлоратному (Re в одной менделеевской группе с Cl), но указываются существенные преимущества его: во-первых, в неиспаряемости рейневых кислот, во-вторых, в крайне легкой регенерации рейнии из осадка (простым восстановлением в токе водорода) и, в-третьих, в большем, чем вдвое, увеличивающейся массе взвешиваемого осадка на одну и ту же порцию калия, что, очевидно, определяет и соответственно

большую точность метода. Обусловлено это понятно тем, что молекулярный вес перрената ( $\text{KReO}_4 = 289,4$ ) слишком вдвое больше молекулярного веса перхлората ( $\text{KClO}_4 = 138,6$ ) и больше даже соответственного количества хлороплатината (в расчете на эквивалент последнего  $\frac{1}{2} \text{K}_2\text{PtCl}_6 = 243,1$ ).

Должно отметить, что в этом расчете нами атомный вес рейнии принят несколько уменьшенным против приводившегося ранее, а именно  $\text{Re} = 186,3$ , как то приводится в последних сообщениях мюнхенской лаборатории Генгшмида, как известно, давно уже являющейся признанным источником наиболее точных определений атомных весов. (Die Naturwissenschaften, 3 X 1930).

**Соединения одновалентного рутения.** Металлы восьмой группы обладают наибольшей валентностью 8, но все даны соединения низших степеней валентности: 6, 4, 3, 2 и некоторые — одновалентные. Наибольшим количеством степеней валентности обладает рутений, который известен в соединениях в виде восьмивалентного, шестивалентного, четырехвалентного, трехвалентного и двухвалентного. Существование одновалентного рутения подвергалось сомнениям. В июльском номере *Berichte d. Deutschen chemischen Gesellschaft* за 1930 г. опубликовано исследование Манхота и Энка (W. Manchot und E. Enk) над соединениями одновалентного рутения. Исходными продуктами для получения соединений одновалентного рутения служили  $\text{RuBr}_3$  и  $\text{RuJ}_3$ . Они вносились в реакционное пространство автоклава для высоких давлений; туда же вносился сосудик с жидкой CO и автоклав нагревался до 185° в течение 8 часов; давление при этом поднималось до 400 атмосфер. В автоклаве происходила реакция, уравнение которой можно представить себе так:



Полученный бром-карбонил рутения — бесцветные кубические кристаллы. Вещество очень гигроскопично и расплывается при лежании на воздухе.

Опыты с хлористой платиной, поставленные в аналогичных условиях, привели к образованию  $\text{PtCl}_2(\text{CO})_2$ , где платина двухвалентна; получить соединение одновалентной платины не удалось.

О. З.

## БОТАНИКА

**Современные проблемы прикладной ботаники и систематики растений.** Темой для речи, произнесенной при открытии заседания Британской научной ассоциации в сентябре 1930 г. в Бристолле, Хилл (Hill) — директор ботанического сада в Кью близ Лондона — избрал вопрос о проблемах, стоящих сейчас перед систематикой растений, в связи с вопросами прикладной ботаники (Nature, № 3178, 1930). Современный уровень знания и углубление в изучение биологии

растений заставляет отказаться от обычного описания растений на основании, главным образом, изучения гербарного материала. Ряд примеров могут показать необходимость выделения видов там, где морфологические признаки никаких данных для этого не дают. А между тем, различие таких систематических единиц представляет часто большой интерес для практических целей. Приведем несколько из сообщаемых автором примеров.

Омела, *Viscum album*, паразитирующая и на наших деревьях в южной части СССР, как выяснилось в настоящее время по исследованиям Табоси<sup>1</sup>, имеет три различные физиологические расы, связанные с различными растениями-хозяевами. Первая из них паразитирует на лиственных деревьях, вторая — только на видах пихты и третья — только на соснах *Pinus silvestris*, *P. laricio* и *P. montana*. Несмотря на невозможность отличить их по внешнему строению одну от другой, физиологически они совершенно различны, так что, например, семена расы, произрастающей на соснах, не прорастают на лиственных породах. Мы можем добавить, что в Крыму, повидимому, имеется лишь лиственная раса, обычная на различных лиственных видах, между тем как на соснах, в том числе и на *Pinus laricio*, она никогда не произрастает.

Солянка, *Salsola glabrescens*, произрастающая в южной Африке, образует две расы, растущие бок-о-бок, морфологически не различимые, но отличающиеся очевидно по химическим свойствам. Это вытекает из того, что к части экземпляров этого вида, отличающейся лишь слегка более бледной окраской стеблей, козы и овцы не притрагиваются, поедая в то же время остальные. Лаковая тля, *Coccus laccis*, обитающая в Индии на двух растениях — *Schleichera trifida* (Sapindaceae) и *Butea frondosa* (Leguminosae), различает две формы у каждого из этих видов, поселяясь на одной из них и избегая другую. Между тем, ботаники разницы в этих формах установить не могут.

Интересные наблюдения были сделаны д-ром Стаутом над *Persea gratissima* (Lauraceae), дающей съедобные плоды, известные под названием авокады. Этот вид имеет гермафродитные цветы, но оплодотворение происходит путем перекрестного опыления, вследствие одновременного созревания пыльников и завязей цветка. При этом выяснилось наличие двух рас, отличающихся одновременным раскрытием своих цветов. Первая раса, обозначаемая автором буквой А, в утренние часы раскрывает цветы, функционирующие лишь как женские — их пыльники еще не созрели. К полудню эти цветы закрываются, а в вечерние часы раскрываются цветы, функционирующие в качестве мужских — их пестики уже увяли, так что самоопыление иметь места уже не может. У расы же В имеется обратная ритмичность раскрытия цветов: в утренние часы раскрываются цветы, функционирующие как мужские, а в вечерние — как женские. Таким образом, перекрестное опыление является совершенно обеспеченным. Этот пример наглядно рисует то значение, которое может иметь научное изучение

растения для целей практического сельского хозяйства, так как при посадке клонов одной какой-нибудь расы получится потомство стерильное, неспособное давать плодов.

Каучуковое дерево, *Hevea brasiliensis*, рассматриваемое сейчас как хороший вид, как оказалось, имеет ряд форм, морфологически мало отличимых, но совершенно различных по содержанию каучука. Аналогичное явление установили в настоящее время Penfold и Morrison для эвкалипта в Австралии. Вид *Eucalyptus dives*, представляющий собою хорошо отличимый вид, содержит эфирное масло богатое содержанием пиперитона, идущего на получение тимола и ментола. При этом, в то время как часть экземпляров его дает масло, содержащее до 40-50% пиперитона, другая часть, произрастающая рядом в тех же условиях, содержит его лишь в количестве 10-20%, а в некоторых случаях и 5%. То же самое выяснилось и в отношении камфарного лавра.

Тунговое дерево, *Aleurites Fordii*, дающее очень ценное техническое масло, разведение которого возможно и в наших субтропиках, например, в западном Закавказье, имеет цветы, расположенные пучками, в которых на значительное количество мужских цветов имеется лишь один женский цветок. В настоящее время обратили внимание на то, что имеются такие экземпляры, у которых в таком пучке находится не один, а два или три женских цветка. Оказалось, что этот признак передается по наследству, так что из семян, полученных от опыления между такими экземплярами, получается потомство, имеющее в пучках всегда большее количество женских цветов, чем обычно. Для практических целей это имеет большое значение, так как установлено, что такие экземпляры содержат масло лучшего качества и в большем количестве.

Эти примеры в достаточной степени иллюстрируют необходимость всестороннего и широкого образования для лиц, готовящихся к практической деятельности, и необходимость сочетания научного изучения с чисто опытно-аграрными исследованиями.

Е. Вульф.

## ЗООЛОГИЯ

**Использование таксисов насекомых для уничтожения вредителей сельского хозяйства.** В настоящее время в борьбе с вредителями сельского хозяйства наибольшее применение находят четыре направления: 1) механические истребительные меры, 2) меры химического порядка, 3) культурнохозяйственные (аграрнохозяйственные) меры и 4) биологический метод борьбы (использование паразитов и хищников вредителей).

За последнее время начинает наблюдаться развитие нового направления, которое можно было бы назвать физиологическим. По мере изучения таксисов насекомых, эти таксисы используются для истребления вредителей. Появились работы особенно по использованию фототаксиса

Многочисленные наблюдения и опыты Ж. Гурдона (G. Gourdon) демонстрировали пригодность катодных лучей для уничтожения вредных насекомых. Было найдено, что ультрафиолетовые лучи привлекают не только ночных, но и дневных насекомых, и затем оказывают на них губительное действие. Под действием лучей насекомые очень быстро слепнут. Были сконструированы даже особые ловушки для уничтожения вредителей в садах, в полях и в виноградниках. Привлекаемые ультрафиолетовыми лучами насекомые всасываются в ловушки при помощи особого электрического пропеллера или ослепленные насекомые падают снаружи ловушек, делаясь легкой добычей птиц. Во второй своей работе Гурдон, впрочем, полагает, что насекомые привлекаются в ловушки не самими ультрафиолетовыми лучами, а озоном, образующимся в воздухе под действием ультрафиолетовых лучей лампы и приводящим их затем в оцепенение. Речь, следовательно, может идти, в таком случае, уже об использовании не фототаксиса, а хемотаксиса насекомых.

Корейский энтомолог Т. Канбе (T. Kanbe) поставил интересные опыты по вылавливанию хлопковой моли (*Platyedra gossypiella*) при помощи различных световых ловушек. Оказывается, что различный цвет световых лучей привлекает бабочек различно. Из выловленных бабочек 74.4% приходилось на ловушки с пурпуровым светом, 17.5% на ловушки с белым светом, 10.3% на ловушки с зеленым светом и 1.8% на ловушки с красным светом.

Фольсом (I. W. Folsom) обратил внимание на то, что поля хлопчатника, опыляемые в Луизиане мышьяковистым кальцием против хлопкового долгоносика (*Anthonomus grandis*), сильно страдают от хлопковой тли (*Aphis gossypii*). Специальные опыты, поставленные Фольсом для разгадки явления, показали, что причина больших скоплений тли на опыленных мышьяковистым кальцием полях кроется в том, что хлопковая тля привлекается белым цветом инсектицида. Крылатые самки тлей привлекались в опытах также углекислым кальцием, крахмалом и мукой. С другой стороны, растения, опыленные мышьяковистым кальцием, окрашенным в зеленый цвет, тлей не привлекали. Таким образом, опыления хлопчатника белыми порошкообразными веществами могут служить приманкой для вредителя, этим путем вредителя можно концентрировать в желательных местах и в этих местах уничтожать. (G. Gourdon. La destruction des insectes par les rayons ultra-violetes. Revue Agric. Fr., № 6-bis, 1929).

В. В. Яхонтов.

## ПАЛЕОНТОЛОГИЯ

Находка ископаемого ластоногого в Сибири (из доклада на IV Всесоюзном съезде зоологов в Киеве). Среди многочисленных, совершенно новых для Сибири ископаемых млекопитающих, обнаруженных автором этих строк „в немых“ верхнетретичных отложениях Западной

Сибири,<sup>1</sup> весьма интересными представляются, между прочим, остатки своеобразного ластоногого, найденные летом 1929 г. в неогеновых озерно-речных отложениях правого берега Иртыша около г. Павлодара (бывш. Семипалатинской губ.). В верхних своих горизонтах эта толща содержит грандиозное скопление фауны гиппариона.

К сожалению, Иртыш, сильно размывающий здесь свой правый берег, унес во время половодья не только череп, но и вообще всю переднюю часть скелета ластоногого, повидимому лежавшего здесь целиком. Таким образом, остались лишь найденные *in situ* задние поясничные позвонки, таз, крестец, хвостовые позвонки (за исключением последних) и обе задние конечности.

Находка представляется, тем не менее, весьма интересной, так как именно задние конечности ластоногих, несущие на себе все признаки высокой специализации и приспособления к водному образу жизни, в то же время отличаются у различных представителей этого отряда характерными особенностями, существенными в систематике Pinnipedia. Вдобавок, за исключением скудных остатков четвертичного моржа с острона Сахалина (Матсумото, 1926) и обломка черепа моржа с берега Охотского моря (Борисляк, 1929), мы не имеем никаких данных об ископаемых ластоногих не только из Сибири, но и со всего вообще огромного азиатского материка.

Таз найденного животного по величине и пропорциям близок к тазу самки современного морского котика (*Callorhinus ursinus*; самцы последнего значительно крупнее самок). Крестец же шире и массивнее, чем у котика, в особенности в задней части, и скорее напоминает по своим пропорциям крестец выдры. Эти различия объясняются, по всей вероятности, сильной редукцией у всех известных нам ластоногих хвоста и его мускулатуры, прикрепляющейся к крестцу, в то время как у выдры хвост является активным и сильным органом, играющим важную роль при плавании.

Хвост нашего ластоногого несомненно был мощным органом движения: достаточно сказать, что при небольших сравнительно размерах животного, не превосходившего величину собаку среднего роста, его хвост был длиннее, чем у крупного моржа. При этом обращают на себя внимание не только большие размеры позвонков, но и сильное развитие отростков, служивших для прикрепления связок и мускулатуры.

Бедро более всего похоже на бедро современного котика, и по размерам и по общей форме, но при ближайшем рассмотрении отличается своей прямизной, массивностью и сильным развитием малого вертлуга, говорящим о сильных мышцах, двигающих заднюю конечность вперед (*musculus psoas* и *m. iliacus*). Далее, характерной особенностью задней конечности ластоногих является, как известно, сильное укорочение их бедра по сравнению с голенью и ластообразной ступней. У нашего ластоногого это укорочение выражено хотя и отчетливо, но не пошло так далеко,

<sup>1</sup> Природа, 1929, № 3 и № 9.



как у всех других *Pinnipedia*, как современных, так и вымерших.

Голень ископаемого на первый взгляд отличается от голени морского котика лишь своей значительно меньшей длиной. Весьма существенные особенности голеностопного сустава: сочленение большой берцовой кости с таранной таковой, что допускает полную свободу сгибания и разгибания ноги в этом суставе, как у наземных млекопитающих; из всех других ластоногих эта способность присуща в слабой степени „ушастым тюленям“ (*Otariidae*), в меньшей — моржам, с трудом переставляющим свои задние ноги на суше, и отсутствует у тюленей.

Во всяком случае, задние конечности современных *Pinnipedia* на суше оказываются весьма неуклюжими, чего отнюдь нельзя заподозрить у ластоного с Иртыша. Любопытно, наконец, устройство костей плюсны и пальцев: у наземных хищников обычно самой длинной и сильной является средняя метаподия и средний палец; у ластоногих сильнее всего развиты первая и пятая плюсневые кости и соответственные пальцы. У сибирского же ластоногого все кости плюсны (и повидимому все пальцы) одинаковой длины (лишь первый массивнее других), и, следовательно, в отношении устройства ступни это животное занимает морфологически промежуточное положение между сухопутными хищниками и ластоногими.

Резюмируя вышеизложенное, нельзя не отметить прежде всего целый ряд особенностей, говорящих о примитивности найденного животного по сравнению не только с современными ластоногими, но и с доселе известными их ископаемыми представителями.

Детальное изучение найденных остатков говорит о значительной подвижности животного, как в воде, так и на суше, а также и о большой его силе.

Остеологически, благодаря своей примитивности, этот ископаемый хищник стоит дальше от каждого из трех известных нам семейств ластоногих (*Otariidae* — ушастые тюлени, *Odoboenidae* — моржи и *Phocidae* — тюлени), чем последние друг от друга. Необыкновенно сильное развитие его хвоста, которое можно рассмотреть может быть даже как признак специализации органа, увеличивает эту обособленность. Все это заставляет выделить новое млекопитающее в особое семейство (*Semantoridae*), единственным представителем которого пока и является описанный здесь *Semantor macrurus* g. n. sp. n. — сильный и проворный хищник, живший по берегам рек и озер Западной Сибири в верхнетретичное время.

Пресноводное происхождение диагонально-слоистых песков Павлодарского обнажения, в которых был найден *Semantor*, не подлежит никакому сомнению. Этот факт заслуживает внимания, так как все известные до сих пор ископаемые ластоногие были находимы неизменно в морских отложениях. Заслуживает также интереса и большая удаленность этой находки от границ моря, не только современных, но по всей вероятности и неогеновых, так как, согласно существующим

представлениям, отступление третичного моря из района Западной Сибири началось уже в конце палеогена, и уже в миоцене мы находим здесь следы богатой континентальной жизни (Природа, I. с.).

К большому сожалению, литературные данные об ископаемых ластоногих ограничиваются представителями *Otariidae*, *Odoboenidae*<sup>1</sup> и *Phocidae*, обладающих уже высоко специализированными конечностями, и не дают, таким образом, подходящего материала для сравнения с нашей формой даже и в тех немногих случаях, когда остатки их конечности имеются налицо. Таким образом, эта интереснейшая сибирская находка пока стоит довольно изолировано среди остальных ластоногих, не только современных, но и ископаемых. Следует надеяться, что дальнейшее изучение третичной толщи Западной Сибири принесет новый материал и по вымершим ластоногим, история развития и расселения которых, кстати сказать, до сих пор находится в совершенно зачаточном состоянии.

Ю. А. Орлов.

## ФИЗИОЛОГИЯ

**Натуральные клеточные яды.** В процессе обмена веществ в организме постоянно образуются продукты распада (диссимиляции) белка клеток. Эти продукты или выводятся различными путями, или обезвреживаются; но до этого они могут оказать влияние на те клетки, в результате деятельности которых они возникли. Чем сложнее строение и функция клетки, тем сложнее и своеобразнее продукты ее распада. Если бы удалось получить их из того или другого органа, то можно было бы, вводя их в организм, оказать влияние на деятельность этого органа. А от этого зависела бы деятельность других органов и всего организма (через посредство желез внутренней секреции и нервной системы).

Такова теория, опубликованная профессором Казанского ветеринарного института М. П. Тушновым в 1926 г. и легшая в основу его исследований о действии так называемых гистолизатов (независимо от Тушнова, сходную теорию выставил японский проф. Миогава).<sup>2</sup>

Гистолизат можно приготовить из любого органа животных путем ферментативного расщепления его тканей и путем химической обработки их; в результате получается раствор, содержащий те промежуточные продукты распада белка клетки, которые имеются в организме (продукты диссимиляции) и которые, по мнению Туш-

<sup>1</sup> *Odoboenidae* некоторыми авторами рассматриваются так же, как подсемейство *Otariidae* (*Odoboeninae*).

<sup>2</sup> М. П. Тушнов. Натуральные клеточные яды. Журнал для усовершенств. врачей, Казань, 1926; Он же. Казанский медицинский журнал, 1928, № 2, стр. 156; Он же. Лечение и потенцирование организма при помощи гистолизатов. Казань, 1929

нова, могут действовать на функцию клетки, доводя ее до паралича и гибели; вследствие такого парализующего действия на деятельность клетки, которое проявляется при применении больших доз лизатов, эти промежуточные продукты обмена (альбумозы, полипептиды) названы Тушновым натуральными клеточными ядами.

Первый гистололизат Тушнов приготовил из семенников и исследовал его действие на различных животных и на 300 пациентах. Опыты показали, что тестололизат (*testis*—яичко) является средством, повышающим общий тонус организма; у пациентов, которым он вводился под кожу, внутрь и в мышцы, отмечались следующие явления: подъем сил, уменьшение утомляемости, повышение работоспособности, улучшение настроения и аппетита, продолжительный и освежающий сон; у некоторых больных наблюдалось: уменьшение сердечбиений, одышки, головокружений, понижение кровяного давления. У животных, получавших инъекции тестололизата, констатировано: увеличение веса, усиление общего развития, оперения, полового чувства, усиление голоса и физической силы (опыты на молодых петухах доц. Сырнева). Кроме тонизирующего действия на организм, тестололизат оказал влияние на половую деятельность: многие заболевания половой сферы у мужчин (импотенция, преждевременное семяизвержение, отсутствие полового влечения и т. д.), после безрезультатного лечения другими средствами, поддались излечению тестололизатом, при этом эффект такого действия держался несколько месяцев. При производстве указанных опытов оказалось, что дозировка препарата имеет важное значение, так как, например, большое количество тестололизата вызвало у самца морской свинки омертвление семенной железы, у молодого петушка вслед за быстро наступившим повышением обнаружился упадок сил и истощение, приведшие к гибели животного, у некоторых людей лучшие результаты получались от малых доз препарата. Повидимому, малые дозы тестололизата возбуждают деятельность семенных желез, а большие — угнетают ее и ведут к гибели ее клеток. Полученные Тушновым и его лабораторией данные с применением тестололизата показали, что, кроме известных способов омоложения организма по Воронову и Штейнаху, возможен относительно простой и удобный метод — введение в организм специфических раздражителей половых желез. Этот метод по своим результатам не уступает оперативным методам перевязки семенного протока (Штейнах) и пересадки кусочков половых желез (Воронов); они значительно превосходят результаты, получаемые от применения других половых препаратов (спермины, спермоль, тестикулярная жидкость и т. д.), которые никаким специфическим действием на половую деятельность не обладают. При употреблении различных препаратов из семенников, всегда возникает мысль, не являются ли получаемые благоприятные данные результатом психического воздействия на больных; это предположение в опытах Тушнова не выдерживает критики, так как, по его словам, положительный эффект обнаруживался у таких больных, которые сами критически относились

к препарату, разуверившись в каком-либо действии после неудачных применений других средств; кроме того, опыты на животных, в которых подобное психотерапевтическое воздействие отпадает, полностью доказывают благоприятное влияние тестололизата на половую деятельность организма и на его общее состояние.

Следующий гистололизат был приготовлен Тушновым из яичников и получил название овариолизата (*ovarium* — яичник). Этот препарат был исследован на животных-самках и на женщинах. Прекрасный терапевтический эффект получен при различных климатических заболеваниях, при ненормальности в менструальном цикле (задержка или отсутствие менструаций), при женском половом недоразвитии (инфантилизм); в последнем случае, под влиянием впрыскиваний овариолизата, обнаружено не только появление регул, но и усиление развития первичных и вторичных половых признаков. Не менее интересные результаты получены на животных — усиление носки яиц у молодых кур и возобновление ее у старых (опыты д-ра Фосса и доц. Сырнева). Заслуживает большого внимания один случай атрофии матки и яичников и общего ожирения у собаки-самки, которые наступили после впрыскивания ей лютеолизата (лизат из так называемого желтого тела яичника, т. е. того образования в яичнике, которое образуется в нем после выхождения яйца). Этот опыт, сделанный доц. Руфимским, дает возможность применить лютеолизат для бескровной кастрации самок и представляет большие преимущества перед кровавым оперативным способом кастрации, который нередко кончается неудачей.

Пользуясь своей рабочей гипотезой о натуральных клеточных ядах, Тушнов и его лаборатория не ограничилась в своих опытах модными вопросами омоложения, а пошла дальше в деле получения специфических гистололизатов из других органов: были приготовлены лизаты из ряда органов животных и исследованы на них и на людях при заболевании соответствующих органов. Эти работы еще не закончены и ведутся в настоящее время, но опубликованные предварительные результаты достойны внимания. Доц. Руфимский получил лизат из почки (рениолизат), который после введения в организм животного вызвал появление в моче белка и воспаление почек; повидимому, такой резкий эффект зависел от большой дозы препарата; как сказано выше, таким парализующим действием обладают большие дозы тестололизата; возможно, что с уменьшением дозировки можно ожидать терапевтического (лечебного) эффекта.

От впрыскивания козам лизата из молочной железы (опыты д-ра Овчинникова) получено увеличение молокоотделения на 25—88% в течение нескольких месяцев, причем по своему составу (жир и белок) молоко таких коз не отличается от молока контрольных коз.

Из форменных элементов крови можно получить препараты, которые изменяют число этих элементов и содержание гемоглобина в крови (опыты д-ра Сайковича); применение их при заболеваниях крови у человека, при которых изме-

нею соотношение отдельных видов кровяных телец, равно как и процент гемоглобина, может оказать благоприятное влияние.

По исследованиям Румфиского и Сырнева миолизат (из мышцы) оказывает резкое влияние на увеличение веса поросят и кур; это увеличение идет за счет мяса и жира.

Работы по идее Тушнова ведутся не только в его лаборатории (Бактериологическая лаборатория Казанского ветеринарного института), но и в других институтах, в частности в Ленинградском институте им. Пастера и Институте экспериментальной медицины. Из работ этих последних лабораторий надо отметить исследования о дермолизате, приготовленном д-ром Эрштейном из кожи животных (в основе этой работы лежит идея, близкая к теории Тушнова). Дермолизат вызывает, в зависимости от дозы, или раздражение с повышением функции, или атрофию кожи; является возможность применить дермолизат для поднятия жизнеспособности и восстановления эластичности дряхлой кожи, а также для быстрого рассасывания кожных рубцов и заживления язв. Д-ром Эрштейном по тому же методу получены лизаты из легких, печени, гипофиза, сердца, матки и костной основы уха, предварительные исследования над которыми ведутся в настоящее время. Получаемые результаты говорят, что эти лизаты, будучи введены под кожу животного, скопляются в тех органах, из которых они приготовлены (опыты д-ра Эрштейна и проф. Белоновского с одновременным впрыскиванием лизата и коллоидной краски, — краска скопляется в соответствующем органе), и вызывают или разноможение и рост клеток (малые дозы), или атрофию и гибель их (большие дозы). Лизат из сердца (кардиолизат) усиливает деятельность этого органа в случае его утомления, устраняет неправильности в его работе (малые дозы) и угнетает ритм и силу сокращений нормального сердца (большие дозы). Лизат печени возбуждает желчеобразовательную функцию этого органа у собак.

Из изложенных данных ясно вытекает, что, имея в руках тот или другой риктолизат, мы можем по своему произволу регулировать деятельность отдельных органов и всего организма, регулировать ее, то повышая, то понижая. Работы Тушнова, его сотрудников и последователей открывают большие горизонты в деле лечения различных заболеваний. Больших результатов можно ожидать от применения лизатов из желез внутренней секреции, так как ими мы можем регулировать функцию последних, а следовательно и влиять на общее состояние организма. Небольшой успех ожидает применение лизатов из микробов (бактериолизаты — по методу Эрштейна), например, гонококков, стафилококков и проч. Это дает возможность надеяться на разрушение (лизис) бактериальных начал в организме и на быстрое излечение его; например, гоноррею можно будет свести нанеет введением под кожу лизата из гонококков. Много выгод сулит метод Тушнова сельскому хозяйству, в частности животноводству; опыты школы Тушнова, произведенные на единичных животных, перенесены теперь

на большой материал и несомненно дадут ряд ценных указаний работникам колхозов и совхозов при их работе над улучшением сельского хозяйства; в этом отношении следует подчеркнуть еще раз данные опытов над козами (увеличение удоя), курами (увеличение веса за счет жира и мяса и увеличение носки яиц).

Работы по приготовлению и исследованию действия лизатов из различных органов продолжаются Тушновым и его сотрудниками в широком масштабе как в его собственной, так и в других лабораториях и на сельскохозяйственных опытных станциях. Но дальнейшие результаты пока не опубликовываются впредь до получения еще более убедительных данных, основанных на разработке весьма большого количества опытного материала.

*А. И. Кузнецов.*

## ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ

**Извержение Джарджавской сопки близ г. Керчи.** На Керченском полуострове, как известно, имеется несколько групп грязевых сопок. Некоторые из них действуют периодически, отдельными вспышками; такой, например, является сопка Джав-тепе, давшая за последние десятилетия несколько сильных извержений. Другие, как, например, Булганакская группа, действуют значительно спокойнее, но беспрерывно. Кроме того, имеется и ряд потухших сопок. К числу последних причислялся и сопка, расположенная в 2 км к ЮЗ от Керчи у восточной окраины д. Джарджава. На памяти местных жителей она не давала ни извержений, ни каких-либо других признаков деятельности. На ее западных склонах стояли даже постройки.

Совершенно неожиданно 8 ноября 1930 г., в 17 час. 10 мин., сопка разразилась сильнейшим извержением. За каких-нибудь 10—15 мин. извержения на значительную высоту было выброшено большое количество кусков грязи и сопочной брекчи. Влажная грязь довольно плотной консистенции сплошным комковатым потоком быстро распространилась в направлении Керченского пролива. Примерная ширина потока достигает 75 м, при длине 500 м и высоте до 1 м. Небольшой язык потока направился на запад, в сторону деревни, достигая высоты 3 м. Этим языком были залиты до крыши три крестьянских дома со всеми хозяйственными постройками. При этом грязь проникла во все внутренние помещения, проломала стены. Потоком, двигавшимся на восток, были подхвачены и перенесены на значительное расстояние различные хозяйственные предметы, брички, сено, солома и пр. Никто из жителей не пострадал, но все были очень напуганы, и многие бежали в соседние деревни. При извержении образовались громадные, расходящиеся радиально от кратера трещины шириной до 2 м. Очевидцы указывают, что при извержении из кратера выделялся дым и огонь. Это весьма возможно, так как выброшенная сопочной грязь при нашем посещении сопки 11 ноября,

т. е. через 3 дня после извержения, сильно пахла нефтью и при поднесении зажженной спички загоралась бледным синеватым огоньком, указывающим на присутствие в ней метана и других горючих газов. После этого извержения сопка вновь замерла и не проявляла никаких признаков деятельности.

*Л. Сиверс.*

## ТЕХНИКА

**Утилизация тепловой энергии океанов.** (Проект Клода-Бушера). На страницах „Природы“ в свое время (1927, № 2, стр. 129) было подробно рассказано о проекте известного французского ученого Жоржа Клода, в сотрудничестве с Бушеро, об утилизации тепловой энергии океанов. Напомним вкратце, в чем заключается этот проект. Идея его весьма проста и заключается в использовании той разности температур в верхних и нижних слоях воды тропических морей, которая достигает величины около  $15-20^{\circ}$  и поддерживается весьма постоянно круглый год. Конечно, эта разность температур далека от тех, с которыми обычно имеет дело тепловая техника; предварительные опыты однако показали, что даже ничтожная упругость пара воды при  $20-30^{\circ}$  (0.03 атмосферы) достаточна для того, чтобы приводить в движение лопасти паровой турбины со скоростью около 5000 оборотов в минуту. Такие опыты были произведены летом 1928 г. на Мёзе (Маасе) около Льежа, в Угрé (Ougrée), и увенчались успехом: небольшая турбина, мощностью 50 киловатт, работала без перебоев при разности температур  $13-33^{\circ}$ , развивая скорость до 5600 оборотов в минуту. В этом опыте вода подогревалась искусственно, а холодная вода, служащая для охлаждения конденсатора (который поддерживает низкое давление над теплой водой и является поэтому существенной частью установки), накачивалась непосредственно из реки. В тропическом море слои холодной воды залегают довольно глубоко — около 1000 м под уровнем моря — и извлечение их на поверхность представило на практике такие технические трудности, которые не раз подвергали сомнению возможность осуществления этого проекта в большом размере. Однако, настойчивость и технические способности авторов проекта преодолели эти трудности, и в последних сообщениях, представленных Ж. Клодом во Французскую академию наук, мы читаем о том, что на острове Кубе станция Клода-Бушера наконец пущена в ход. Это и позволяет нам в настоящей заметке еще раз коснуться подробностей этого проекта и тех трудностей, которые встречались при его осуществлении.

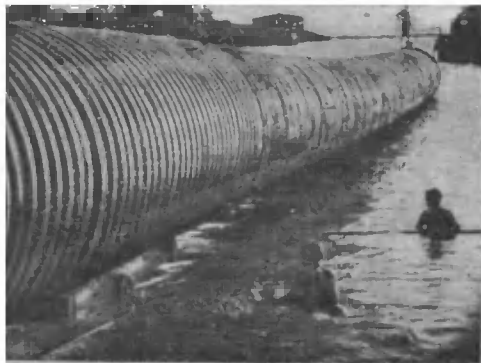
Как было указано, существенной частью установки является добывание холодной воды из глубин океана, так как благодаря этому достигается создание достаточной разности температур и, следовательно, достаточной рабочей упругости пара. Принципиально это не представляет никаких затруднений: достаточно опустить на дно океана

достаточно широкую трубу, снабженную тепловой изоляцией, и вопрос решен. По закону сообщающихся сосудов вода из глубин, как более плотная, будет стоять, по установлении равновесия, всего на один метр ниже уровня поверхности океана, и ее можно будет легко поднять насосом. Весь вопрос в том, как на столь большую глубину опустить такую трубу, чтобы при этом она не претерпела повреждений и разрывов. Действительно, оказалось, что эта процедура два раза почти срывала все дело, и только энергия и исключительная настойчивость Клода позволили довести дело до конца. Первоначально предполагалось, что станция будет установлена в Гаванне, на Кубе, так как, судя по данным морских карт, там имелись вдоль берега всевозможные профили дна и исследователям оставалось бы только выбрать наиболее подходящее для них место. Но, как замечает в своем отчете Клод, миниатюрные строения морского дна, полипы, решили иначе: исследование дна вдоль всего берега показало, что форма дна была повсюду одинакова и повсюду абсолютно не подходила для намеченной цели — приходилось бы опускать трубу не постепенно, а сразу на большую глубину, при опасности разрушения ее морскими течениями, особенно сильными в этих местах. Ввиду этого пришлось перенести место установки в бухту Матанзас (Matanzas) в 100 км к западу от Гаванны, достаточно далеко от Гольфстрема, так что скорость морских подводных течений не превышает 0.5 узла. Отдельные звенья трубы, предназначенной для подъема воды из морских глубин, были изготовлены во Франции; предполагалось их собрать на месте. Но лето 1929 г. было очень бурное, так что части трубы, спущенные на воду, моментально разрушались. Сборку удалось однако осуществить без помех на реке Рио Канитар, впадающей в море в 6 км к западу от Матанзаса. В собранном виде труба представляла собой огромную змею длиной 2 км, диаметром 2 м, сделанную из рифленого железа толщиной 2 мм и, конечно, с хорошей тепловой изоляцией. (На фиг. 1, 2, 3 видны отдельные моменты сборки и спуска этой трубы).

30 августа 1929 г. труба, при помощи ряда буксиров, выходит из реки и частично входит в море, но, вследствие некоторых повреждений, полученных еще в реке, не может противостоять бурному морю и тонет на глубине 200—300 м... Клод, не отчаиваясь, строит новую трубу, с толщиной стенок 3 мм; соображения экономии заставляют его, к сожалению, уменьшить вдвое сечение трубы — теперь она имеет диаметр 160 см. Применяется новый способ сборки — на земле, на подвижных тележках; при спуске труба ложится на воду при помощи поплавков, из которых затем выпускается воздух, так что труба может вся целиком плавно опуститься на дно.

31 мая 1930 г., при idealной погоде, опускается головной отросток трубы, длиной 150 м, который затем при помощи промежуточного отростка должен быть соединен водолазами с главной частью трубы длиной 1800 м. Но в поплавках обнаруживается течь и отросток преждевременно тонет. 8 июня операция проходит благополучно; 25 июня огромная змея решительно пускается

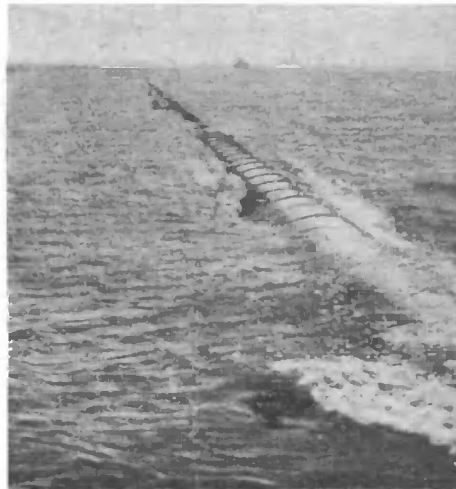
в море, но освобождается от поплавок слишком быстро, так что рвет канаты, и с огромной скоростью (6 миль в час) уносится в море, туда, где уже лежит первая труба. Этот „нелепый“ случай, как его характеризует Клод, не парализует его энергии: спешно, так как наступает плохое время года, строится третья труба. Она готова через 2 месяца, и 7 сентября 1930 г., на этот раз при участии небольшого числа вполне надежных людей, из поплавок медленно выпускается воздух и труба вполне плавно, сохраняя горизонтальное положение, опускается на дно на глубину около 600 м со скоростью около 1 м в секунду. Вся операция занимает время около 5 часов. 15 сентября пускается в ход насос Рато (Rateau) после откачки



Фиг. 1.

вания разность уровней холодной и теплой воды устанавливается в 0,6 м, — таким образом затрата энергии на дальнейший подъем воды с глубин не должна быть значительной. Наконец, 1 октября пускается в ход турбина, та же самая маленькая турбина, которая уже работала во Франции, в Оигтее. Опять неудача: повидимому, в головном участке трубы есть течь, так что холодная вода имеет температуру не  $5^{\circ}$  или  $10^{\circ}$  как предполагалось, а  $13-15^{\circ}$ . Все же важно, что установка работает, хотя и с меньшей мощностью. Вот данные работы станции 22 октября 1930 г.: разность температур в начале опыта  $27-13^{\circ}$ , потребление воды = 200 л в секунду. Абсолютная величина давления в „кипятильнике“ — 23 мм, в конденсере — 16 мм. Скорость вращения турбины — 3000 оборотов в минуту; количество растворенных газов, извлеченных из воды, — 3 куб. см на литр воды. При таких условиях была получена мощность 22 киловатта, — мощность, далеко недостаточная даже для данной маленькой турбины. Но дело в том, что турбину пришлось пускать только на одной пятой того количества воды, которое может быть поднято трубой; кроме того, надо надеяться, что в нормальных условиях можно будет получить разность температур не  $14^{\circ}$ , как было в данном случае, а около  $25^{\circ}$ . Так как энергия пропорциональна квадрату разности температур, то это дает значительное (в три раза) повышение мощности.

Таким образом, при употреблении турбины, подходящей к размерам данной трубы, и при большей, вполне достижимой разности температур, можно будет получить мощность до 330 киловатт. Считая коэффициент полезного действия установки  $0,75\%$ , имеем полезную мощность 250 киловатт, а при употреблении трубы первоначального, вдвое большего сечения — около 550 киловатт.



Фиг. 2.

Описанная установка Клода-Бушера, несмотря на сложность устройства, все же является



Фиг. 3.

предварительной, и можно надеяться, что дальнейшие усовершенствования не только упростят способ установки, но и вместе с тем дадут возможность получать гораздо большие количества энергии. (С. R., 191, 1930, р. 810).

*М. Савостьянова.*

**Экспорт холода из тропиков.** Два года тому назад в „Природе“ (1928, № 10, стр. 924) сообщалось о необычайной удаче американской геологической разведки, натолкнувшейся в пустыне Могава на залежи буры, исключительные по мощности, но, главное, по содержанию окончательного продукта: как вспомнит читатель, выход этого последнего буквально составлял 140% от сырого продукта. Сейчас, в результате двухлетнего опыта, можно сказать, что значительная часть этих ожиданий оправдалась: во всяком случае — это единственно работающая сейчас в Калифорнии разработка буры, за невозможностью какой бы то ни было конкуренции.

О подобном же неожиданном успехе геологической разведки сообщается и в сентябрьском номере 1930 г. *Industrial and Engineering Chemistry*: при проходке разведочной буровой скважины на территории одной из американско-мексиканских нефтяных компаний было встречено месторождение природной углекислоты необычайной мощности, но, главное, углекислота эта выходила на поверхность под давлением в 70 атмосфер, т. е. почти-что под критическим давлением углекислоты (73 атмосферы). Это тотчас подало мысль использовать этот исключительный источник в качестве фабрики холода. Известно, что последний транспортируется сейчас в Америке в огромных количествах — не исключая и нужд домашних холодильников — в виде твердой углекислоты. Компания немедленно приступила к оборудованию трех судов специальными камерами со стенками из пробковых досок в 30 см толщиной для транспортировки этого холода, в виде глыб замороженной<sup>1</sup>

<sup>1</sup> В силу особого расположения „тройной точки“ (см. курсы физической химии и термодинамики), углекислота при атмосферном давлении существует либо в виде „сухого льда“ (dry ice), либо в газообразном виде, и именно эта особенность углекислоты — отсутствие жидкого состояния (последнее возможно лишь при давлении большем 5.1 атмосфер) — делает ее столь исключительно ценною в вопросах применения холода. Во-первых, так как теплота сублимации = теплоте плавления + теплота испарения, то уже этим обуславливается, что „хладоэффективность“  $\text{CO}_2$ -льда значительно выше таковой для  $\text{H}_2\text{O}$ -льда (137 и 80 калорий). Если же учесть еще и разницу температур:  $-78^\circ$  и  $0^\circ$ , то отношение этих цифр подойдет уже к 2. Но, кроме того, удельный вес сухого льда, 1.56 против  $\text{H}_2\text{O}$ -льда с 0.92, а это значит, что хладоэффективность равных объемов будет разниться уже более, чем в три раза. Далее, теплопроводность сухого льда — 0.028, правда только в 2 раза меньше теплопроводности  $\text{H}_2\text{O}$ -льда, но если учесть, что в холодильнике мы имеем смесь льда с водою (теплопроводность 0.120), то станут понятны цифры американской практики, показывающей, что обычный эквивалент  $\text{H}_2\text{O}$ -льда составляет 7–8 кг сухого  $\text{CO}_2$ -льда на 100 кг первого, а так как разница цен примерно 15 раз, то не покажется удивительной значительная роль — до 10%, — которую сухой  $\text{CO}_2$ -лед уже занял на американском рынке холода. Главную роль все же играет „сухость“

углекислоты ( $-78.5^\circ$ ), из Мексики в Нью-Йорк — главный американский потребитель холода. Одно из судов, по сведениям, уже совершило этот рейс. Скептики, конечно, сомневаются, выдержит ли экономика этого предприятия: они полагают, что главным препятствием должна явиться необходимость очистки этого природного газа, прежде чем его замораживать, а это уже исключает преимущества наличного высокого давления; но ведь нетрудно видеть, что замораживать можно лишь часть газового дебита, а это уже оставляет газ пускать как источник энергии (70 атмосфер!) для всех необходимых дополнительных процедур. Все это, конечно, технические подробности, и как таковые они, разумеется, секретны, но нельзя не признать, что все это чрезвычайно заманчивая идея. В самом деле, еще старшие представители нашего поколения были современниками значительных караванов преимущественно парусников — весь груз которых составлял огромные партии льда, переправлявшиеся с севера на юг;<sup>1</sup> затем всюду победоносно воцарились холодильные машины, а сейчас нам приходится быть свидетелями вновь возрождающегося дальнего транспорта холода, но как-раз в обратном направлении — из тропиков в умеренные зоны. „Химия помогает перестраивать мир“.

Н. Б.

льда, то идеальное „ничто“, которое мы имеем в качестве отхода при  $\text{CO}_2$ -льде против грязной и, обычно, соленой (а потому разведывающей) воды, являющейся неизбежным бичом обычных методов охлаждения. Понятно, что сухого льда не боится ни бумага, ни другие волокнистые вещества, и именно в картонной упаковке производится в Америке рассылка порций как сухого льда, так и столь излюбленного там мороженого (даже почтовыми посылками до 300 км) с оригинальным расположением „льда“ внутри мороженого (вопросы изоляции!). Следует отметить еще прекрасное действие выделяющегося газа  $\text{CO}_2$  на хранимые продукты, усугубляемое тем, что, будучи абсолютно сухим, этот газ попутно отбирает последние остатки влаги, являющейся, как известно, источником наибольшей опасности при всяком продолжительном хранении.

<sup>1</sup> Ледяная промышленность — зимние заготовки натурального льда — была одной из цветущих отраслей местной промышленности в середине прошлого столетия. Уже в 1833 г. американский лед появился в Калькутте, где он продавался в два раза дешевле местного искусственного. Промышленность расла, и к 70-м годам Америка захватила все ледяные рынки не только Западной и Восточной Индии и Китая, но также и европейские. С этого времени, однако ж, конкурентом выступила Норвегия, которая весьма быстро захватила европейские рынки, а затем норвежский лед проник даже в Америку, где с успехом конкурировал с местным. Главную роль играли в этом прекрасные свойства норвежских льдов в сравнении с другими как естественными, так и природными: исключительная чистота и прочность и особая стойкость при хранении. (*Encyclopaedia Britannica*, IX—X ed., XII, p. 614).

## НАУЧНАЯ ХРОНИКА

**Нобелевские премии.** Шведскою академией опубликованы (к 10 декабря, „нобелевскому дню“, когда производится и самая раздача медалей и премий лауреатам) результаты присуждения премий за 1930 г. Новым лауреатом по физике стал сэр Чандра-секара Венката Раман, профессор университета в Калькутте, по химии — Ганс Фишер, профессор Высшей технической школы в Мюнхене, и, наконец, премия по медицине присуждена Карлу Ландштейнеру, члену Рокфеллеровского исследовательского института в Нью-Йорке.

О работах Рамана, т. е. главным образом об „эффekte Рамана“, трудно сказать в немногих словах; должно констатировать только, что в явлениях, объединяемых этим именем, исключительно счастливо сочетаются обе стороны современного физического исследования: с одной стороны, теоретическая глубина — самый эффект Рамана является нагляднейшим опытным подтверждением наиболее поразительной и в то же время наиболее основной из физических концепций нашего столетия — квантовой теории света, и, с другой стороны, этот же эффект сразу стал солиднейшим экспериментальным фундаментом для наиболее животрепещущего вопроса современного опытного исследования — изучение (через молекулярную спектроскопию) молекулы, — притом одновременно изучение как и физическое — выяснение природы молекулярной связи, характера движений составляющих атомов и самой молекулы, как целого, в особенности в зависимости от внешних влияний, — так и химическое — это точная индивидуальная фотография сигналов, отвечающих определенным атомам, радикалам и связям, совокупность которых составляет химическую молекулу химика. Все эти глубинные характеристики внутренности молекулы, постигавшиеся ранее с такими исключительными экспериментальными трудностями из инфракрасных спектров, сейчас являются — при помощи эффекта Рамана — буквально выведенными на „белый свет“, т. е. передвинутыми в область обычного видимого спектра. Но обо всем этом, очевидно, должно быть написано в „Природе“ подробно в специальном обзоре.

¶ Эта исключительная широта охвата рамановским эффектом как физики, так и химии, оправдывает присуждение премии по химии вновь в сравнительно более узкую область этой науки — химику-физиологу Гансу Фишеру за, правда, исключительного богатства работы под скромным названием — синтез гемина. Гемин — это красящее вещество красных кровяных шариков животной крови. Обычно разумеющийся при этом гемоглобин на 96% представляет собою белок — глобин — и лишь 4% представляют собственно красящее вещество — гемин — с его 10% железа. Конечно, самый синтез был лишь венцом, ex regimantum cunctis, подтвердившим и увенчавшим многолетние и многосторонние работы в подходе и установлении ближайшего родства между геминном, билирубином (красящее вещество желчи) и порфиринами. Оказалось, что второй есть нормальная низшая ступень деградации первого, и по схеме: гемин →

→ билирубин → с массами через anus, — вся кровь, в частности человеческого организма, полностью обновляется через каждые 2½ месяца. Ненормальной деградации и удалению крови — через почки, через мозговое кровоизлияние — отвечают соответственные аналоги билирубина; флуоресцирующие же порфирины являются структурными элементами гемина и билирубина, с аналогами, между прочим, общими и для хлорофилла, как то показал мюнхенец же Вильштетер — нобелевский лауреат 1915 г. Постепенное обратное восхождение по пути от порфиринов к гемину и составило сущность блестящих работ Г. Фишера. Заинтересованного читателя можно отослать к только что появившемуся обзору этого вопроса в „Die Naturwissenschaften“ (1930, № 47—49), сделанному самим Фишером, и каковой, нужно надеяться, вскоре появится и в русском переводе в соответствующем месте.

И, наконец, лауреатом по медицине, как сказано, является венец Карл Ландштейнер, с 1921 г. работающий в Рокфеллеровском институте в Нью-Йорке, автор одного из наиболее оригинальных учений о человеческом организме за последнее время. Еще в Вене им были начаты работы, приведшие к установлению в человечестве четырех ярко и резко выраженных типов крови, несмешивающихся друг с другом. Именно, если кровь представителя одного из этих типов смешать с кровью представителя того же типа, разумеется, никаких существенных изменений это смешение не произведет, но если смешать крови представителей различных типов, очень быстро начинается энергичная реакция: красные кровяные шарики растворяются, и непрозрачная ранее кровь становится прозрачною жидкостью. Это необычайно резко сказывается при получившей за последнее время такое распространение операции переливания крови. Давно известно, что операция эта, приводящая иногда к исключительным результатам, в других случаях оказывалась губительной: больной быстро погибал с ярко выраженными симптомами отравления. В свете открытия Ландштейнера это, очевидно, само собою разумеющееся следствие основного положения, ставящего таким образом в качестве обязательной предпосылки такой операции анализ, определение тождественности типа крови „дарителя“ (доннера) с кровью реципируемого больного. О других применениях нового учения, а это будут в значительной степени случаи судебно-медицинские, установление отцовства и подобное, здесь только приходится упомянуть.

Настоящее присуждение явилось уже тридцатым по счету. Приводим список лауреатов за 30 лет по физике и химии, список, в котором так много славных и дорогих имен:

Годы	Физика	Химия
1901	Рентген	Вант-Гофф
1902	Лоренц	Эмиль Фишер
1903	{ Беккерель Супруги П. и М. Кюри	Аррениус
1904	Рэлей	Рамзай
1905	Ленар	Бейер
1906	Дж. Дж. Томсон	Муассан
1907	Майкельсон	Бухнер

1908	Липман	Рёзерфорд
1909	{ Браун Маркони	Оствальд
1910	Ван-дер-Ваальс	Валлах
1911	Бин	Мария Кюри
1912	Дален	{ Гриньяр Сабатье
1913	Камерлинг-Оннес	Вернер
1914	Лауэ	Ричардс
1915	{ Брэгги отец и сын	Вильштетер
1916	— 1	—
1917	Баркла	—
1918	Планк	Габер
1919	Штарк	—
1920	Гильом	Нернст
1921	Эйнштейн	Содди
1922	Бор	Астон
1923	Милликэн	Прегль
1924	Зигбан	—
1925	{ Франк Герц	Зигмонди
1926	Перрен	Сведберг
1927	{ Вильсон Комптон	Виланд
1928	Ричардсон	Виндаус
1929	де Бройль	{ Гарден Эйлер
1930	Раман	Ганс Фишер

## РЕЦЕНЗИИ

**Наумов, В.**, проф. Химия коллоидов. Изд. 2-ое. Научн. хим.-тех. издат., 452 стр., 189 рис. Л. 1930.

Появление второго издания книги проф. Наумова представляет несомненно важное событие в нашей коллоидно-химической литературе. Курсы и руководства по коллоидной химии, которые полностью отражали бы современное состояние этой науки, очень мало и в иностранной литературе. На русском же языке таких книг — ни оригинальных, ни переводных — до настоящего времени не было вовсе. Книга проф. Наумова, в которой очень добросовестно собраны наиболее существенные результаты, полученные коллоидной химией за последние годы (в ней использован материал до мая 1929 г.), довольно успешно заполняет этот пробел. В знании коллоидной химии нуждаются и биологи, и почвоведы, и техники, но те, для кого иностранная литература недоступна, должны были довольствоваться до сих пор либо совершенно устаревшими пособиями (вроде Янека или Кассуто), либо очень краткими (например, Гатчека), либо полупопулярными (как, например, „Миром обойденных величин“ Вольфг. Оствальда). Книга Наумова безусловно сможет ввести всех этих специалистов, а также, конечно, и химиков, в современную коллоидную химию.

Референт полагает, однако, что эта книга, претендующая на то, чтобы ею пользовались как учебником (в предисловии ко второму изданию автор прямо говорит о ней, как об „элементарном руководстве“), не вполне удовлетворяет этому назначению. Книгу, в которой на 429 страницах текста дано не столько схематическое изложение основ науки, сколько ряд подробных данных (правда, очень существенных), касающихся и методики и частью случайно выбранных вопросов прикладной коллоидной химии, нельзя рекомендовать студенту в качестве учебника. Зато „Химия коллоидов“ Наумова может дать — в качестве книги для чтения — очень много специалистам и, пожалуй, тем студентам, для которых физическая и коллоидная химия являются главной специальностью. Полным справочником она служить также не может, но обилие ссылок на литературу всегда поможет читателю ориентироваться в деталях всех специальных вопросов.

Весь материал разбит на 15 глав. В первой излагаются основные положения учения о дисперсных системах и о месте коллоидов среди других дисперсных систем; во второй — классификация коллоидных систем; в третьей дано очень обстоятельное и очень хорошее изложение методов получения коллоидных растворов; четвертая глава посвящена диализу (с электродиализом) и ультрафильтрации; пятая — оптическим свойствам зелей; шестая — методам определения величины частичек; седьмая — учению о структуре ультрамикронной. Нам кажется, что в этой последней главе уместно было бы изложение учения о мицеллах Нэгели (о котором Наумов говорит в главе о гелях), так как это учение, впервые высказанное более 70 лет назад, без преувеличения может считаться основой

## Потери науки

29 января 1930 г. скончался известный популярный путешественник доктор **Александр Александрович Бунге**. Покойный, сын не менее известного дерптского ботаника А. А. Бунге, родился в 1851 г. в Дерпте. В 1882—84 гг. участвовал в качестве врача и натуралиста в экспедиции в устье Лены, в 1885—86 г. стоял во главе экспедиции Академии Наук на Яну и Новосибирские о-ва. Отчеты об этих экспедициях напечатаны в изданиях Академии Наук. В 1899—1901 гг. участвовал в академической экспедиции на Шпицберген. Принимал в качестве морского врача участие в обороне Порт-Артура. В 1909 г., после мессинского землетрясения, стоял во главе русского отряда, оказывавшего помощь пострадавшим. Выйдя в отставку по выслуге лет, поселился в Ревеле, где и скончался.

*Л. Берг.*

Скончался во Владивостоке **Владимир Клавдиевич Арсеньев**, исследователь природы и населения Дальневосточного края.

*Л. Б.*

<sup>1</sup> Черточками обозначены годы, в коих при-  
суждения не было.



современных представлений о структуре коллоидных частичек.

В восьмой главе дана классификация и обзор коллоидальных процессов; глава девятая, написанная П. А. Ребиндером, посвящена поверхностным явлениям, адсорбции и свойствам адсорбционных слоев. Референт сомневается в целесообразности введения в книгу этой главы в том виде, какой ей придал ее автор. Прежде всего, в нее внесено слишком много личного, и до некоторой степени она представляет изложение результатов исследований самого автора. При всей значительности превосходных работ П. А. Ребиндера, надо признать, что они носят слишком специальный или, вернее, слишком специфический характер для того, чтобы сводка их могла найти место в общем курсе коллоидной химии. Эта глава и по самому своему характеру не подходит под общий стиль книги. Проф. Наумов поступил, как нам кажется, совершенно правильно, дав в своем руководстве изложение экспериментальной коллоидной химии, снабдив фактический материал достаточными теоретическими толкованиями. Проф. Ребиндер изложил свой вопрос, напротив, с точки зрения физика-теоретика и уделал слишком мало места таким экспериментальным данным, которые для коллоидной химии имеют первостепенное значение. Особенно важен для самых различных отделов коллоидной химии подробный разбор количественных зависимостей в явлениях адсорбции. Между тем, даже общему уравнению адсорбции (так называемому уравнению Freundlich'a) отведено всего полстраницы и не дано ни графического изображения этой закономерности, ни преобразования ее после логарифмирования. А именно с этими зависимостями, а не с теоремой Langmuir'a, несмотря на все принципиальные преимущества последней, имеет дело коллоидная химия и поныне. Далее, о таком важном виде адсорбции, как обменная адсорбция (Austauschadsorption), учение о которой является краеугольным камнем в учении о поглотительной способности почв, не сказано ни одного слова.

В главе десятой изложены механические свойства коллоидных систем — броуновское движение, диффузия, осмотическое давление (с равновесием Доннана) и вязкость. Учение о вязкости коллоидов изложено очень подробно и вполне современно, но описание наиболее употребительного вискозиметра (В. Оствальда) грешит недостатком, присущим, к сожалению, большинству руководств: автор не знает, что еще в 1921 г. de Jong показал, что применение капиллярного вискозиметра в обычном виде приводит к большим погрешностям и что для точных измерений вся установка и детали устройства прибора должны быть видоизменены.<sup>1</sup>

Глава одиннадцатая трактует об электрических свойствах коллоидов. Методике катафореза и электроосмоса посвящено здесь довольно много

места, но, к сожалению, описаны не новые типы измерительных приборов (как, например, трубка для катафореза по de Jong'у и Kruyt'у и Tendeloo, юветка для микрокатафореза Tuorila, приборы для электроосмоса Umetsu, Glixelli и Wiertelak'a), а устаревшие.

В главе двенадцатой изложено учение о коагуляции; в главе тринадцатой — о стабилизации коллоидов; глава четырнадцатая посвящена желатинированию и набуханию, и глава пятнадцатая — структуре и свойствам гелей.

В пределах настоящей заметки мы не можем останавливаться на ряде других деталей, вызывающих с нашей точки зрения возражения (так, нам казалось бы, что коллоидным свойствам белков уделено меньше места, чем они того заслуживают; явления перезарядки коллоидов изложены в гл. XI неудовлетворительно и т. д.). Все эти недочеты не умаляют, однако, больших достоинств книги Наумова, которая может по праву считаться лучшим (и — безотносительно — очень хорошим) руководством по коллоидной химии на русском языке.

А. И. Рабинерсон.

## БИБЛИОГРАФИЯ

Издания Академии Наук СССР по естествознанию, вышедшие в ноябре 1930 г.

*Доклады Академии Наук СССР, А, 1930, № 24, стр. 633—661, фиг. 8. Ц. 30 к.* А. Д. Архангельский и Д. Е. Перкин. Заметка о происхождении железных руд Липецкого района Центральной черноземной области. Н. Я. Демьянов. Изомеризация циклических аминов с боковой цепью  $\text{CH}_2\text{NH}_2$  с расширением цикла. Д. Н. Прянишников и В. В. Буткевич. К физической характеристике калийных солей. L. Mysovskij (L. Mysowsky) und R. Eichelberger. Stralen des Rubidiums in der Wilsonschen Nebelkammer. А. А. Бируля. Заметка о метаподиях пещерного медведя (*Ursus spelaeus* Rosenm). Е. М. Хейсин. Новые морские инфузории, коменсалы моллюсков из озера Байкала.

*Записки Академии Наук Союза ССР по Отделению Физико-Математических Наук, сер. VIII, т. XXI, № 8. Научные результаты Русской полярной экспедиции 1900—1903 и. под начальством Э. В. Толля. Отдел С: Геология и палеонтология, вып. 8, стр. 25. Ц. 2 р.* G. Holm and A. H. Westergaard. A Middle Cambrian Fauna from Bennet Island. То же, т. XXXVII, № 3, стр. 32. Ц. 1 р. В. И. Палладин. Дыхание растений и его отношение к процессам превращения вещества из энергии в растениях.

*Известия Академии Наук СССР, Отделение Физико-Математических Наук, 1930, № 8, стр. 715—850, фиг. 11, отд. табл. 3. Ц. 1 р. 50 к.* В. А. Кистяковский и И. В. Кротов. Экспериментальная проверка фильмовой теории коррозии железа. N. Nasonov (N. Nasonov). Vertreter der Fam. Graffillidae (Turbellaria) des Baikalsees. Н. Р. Малкин. Зависимость между потенциалом и его градиентами на сферической поверхности

<sup>1</sup> Подробно об этом см.: И. Н. Антипов-Каратаев и А. И. Рабинерсон. Почвенные коллоиды и методы их изучения. Труды Ленингр. лаборатории Инст. агропочвоведения, вып. 10, 1930, стр. 211 и след.

в применении к теории земного магнетизма.— Зависимость между градиентами ньютоновского потенциала на плоскости в применении к исследованию гравитационных и магнитных аномалий. Ю. В. Икорников. Об одной теореме кинематики. П. Л. Чебышев. Об интегрировании помощью логарифмов.

*Комаров, В. А. Флора полуострова Камчатки, III, стр. 210, табл. 9. Ц. 5 р.*

*Материалы Комиссии по изучению естественных производительных сил СССР, № 76, стр. 196, фиг. 11, табл. 2, листов профилей 8. Ц. 6 р. О. К. Блумберг. Белый уголь Алтая. То же, № 81, стр. 100, фиг. 4. Ц. 2 р. 50 к. В. С. Малышева. Глауконит и глауконитовые породы Европейской части СССР. С дополнениями Р. Р. Выржиковского, Е. Е. Костылевой, Л. В. Попова.*

*Материалы Комиссии по изучению Якутской Автономной Советской Социалистической Республики, вып. 13, стр. 237, фиг. 32, карт. 1. Ц. 4 р. 50 к. В. Н. Дорофеев. Болезни глаз среди населения Вилюйского и Олекминского округов.*

*Музеи Академии Наук Союза Советских Социалистических Республик, стр. 23. Ц. 25.*

*Труды Тихоокеанского комитета, I, стр. 158, фиг. 17, табл. 6. Ц. 5 р. 50 к. P. J. Schmidt. An excursion to the Riu-Kiu Islands in December 1926—January 1927. B. Stegmann. A list of the birds collected by P. J. Schmidt on the Riu-Kiu Islands. S. Zarewsky. A list of the batrachians and reptiles collected by P. J. Schmidt on the Riu-Kiu Islands in 1926—1927. P. J. Schmidt. Fishes of the Riu-Kiu Islands. V. Redikorzev. A new species of Ascidia Aplausobranchiata from the Riu-Kiu Islands.*

Напечатано по распоряжению Академии Наук СССР

Март 1931 г.

Непременный секретарь академик *В. Волгин*

Представлено в Редакционно-издательский совет в феврале 1931 г.

Ответственный редактор Редакционная коллегия

# ОТКРЫТА ПОДПИСКА на 1931 год

на НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫЙ ЕСТЕСТВЕННО-ИСТОРИЧЕСКИЙ  
ИЛЛЮСТРИРОВАННЫЙ ЖУРНАЛ

ДВАДЦАТЫЙ  
ГОД ИЗДАНИЯ

# „ПРИРОДА“

ДВАДЦАТЫЙ  
ГОД ИЗДАНИЯ

ИЗДАВАЕМЫЙ АКАДЕМИЕЙ НАУК СССР

Ответственный редактор Редакционная коллегия

ЖУРНАЛ  
ВЫХОДИТ

12

НОМЕРАМИ  
В ГОД

ПОДПИСНАЯ ЦЕНА

на год . . . . . 6 руб. с доставкой

„ 1/2 года . . . . . 3 „ „ „

ЦЕНА  
ОТДЕЛЬНОГО НОМЕРА **60 КОП.**

ЖУРНАЛ  
ВЫХОДИТ

12

НОМЕРАМИ  
В ГОД

Основанный в 1912 г. Н. К. Кольцовым, Л. В. Писаржевским, Л. А. Тарасевичем и А. Е. Ферсманом, журнал „Природа“ с 1921 г. издается Академией Наук СССР, причем с 1921 по 1930 г. он издавался под руководством Комиссии по изучению естественных производительных сил СССР, а с 1930 г. — непосредственно Редакционно-издательским советом Академии Наук СССР.

Журнал имеет целью популяризировать достижения естествознания среди широких масс натуралистов: научных работников и аспирантов в научных и научно-исследовательских учреждениях, преподавателей естествознания в высшей и средней школе, всех исследователей в поле и лаборатории, агрономов, лесничих, врачей, инженеров, краеведов, студентов натуралистов и т. п. Таким образом ж. „Природа“ рассчитан на довольно квалифицированный круг читателей, обладающих достаточной подготовкой в области естествознания.

Путем ознакомления со всеми последними и новейшими результатами и достижениями научно-исследовательской деятельности в Союзе и за границей, журнал стремится дать научным работникам возможность следить за прогрессом науки в областях, смежных с их специальностью, и побуждать их к решению актуальных задач, связанных с общим состоянием наук о природе, черпая в соседних специальностях материал для разработки своей собственной.

Располагая рядом авторитетных специалистов в разных областях естествознания, работающих в многочисленных учреждениях, институтах, лабораториях и музеях Академии Наук, журнал имеет возможность давать всегда строго-научный и проверенный материал.

Глубоко убежденная в плодотворности неразрывного союза между трудом и наукой, редакция будет освещать научные проблемы в связи с социалистическим строительством нашего Союза.

В двадцатом году издания актуальнейшей задачей журнала будет содействие подготовке смены научных кадров; интересам молодых научных сил, аспирантуры и студенчества будет уделено такое же пристальное внимание, как и применению методов диалектического материализма в области естествознания.

Издаваемый Академией Наук, журнал имеет также специальной задачей освещать работу ее многочисленных учреждений, ее широкую экспедиционную деятельность и давать обзоры последних академических изданий.

В первых номерах журнала за 1931 г. предполагается помещение серии статей по естественным производительным силам. В первую очередь будут помещены статьи на темы: 1) Энергетическая проблема в мировом и всесоюзном масштабе, 2) Проблема нефти, 3) Проблема железа, 4) Проблема цветных металлов, 5) Проблема пушнины.

Журнал будет выходить ежемесячно. Объем каждого номера — около 3 — 4 печ. листов большого формата, с многочисленными иллюстрациями, что составит за год свыше 1000 столбцов убористого шрифта.

Цена 60 коп.

1931

ГОД

ПРИНИМАЕТСЯ ПОДПИСКА

НА

НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫЙ  
ЕСТЕСТВЕННО-ИСТОРИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

20-Й ГОД

ИЗДАНИЯ

# „ПРИРОДА“

основанный в 1912 г. и издававшийся Н. К. Кольцовым, Л. В. Писаржевским,  
Л. А. Тарасевичем и А. Е. Ферсманом

## СОДЕРЖАНИЕ

предыдущего номера журнала „ПРИРОДА“

### № 11—12

- Проф. **В. Н. Любименко.** Иван Парфеньевич Бородин (с 1 порт.).  
**Н. В. Белов.** Новая проверка распространенности элементов земной коры (с 2 фиг.).  
**Н. М. Страхов.** Последние страницы геологической истории Черного моря.  
**А. А. Филиппенко.** Кишечные простейшие человека (с 6 фиг.).  
 Проф. **И. И. Пузанов.** К вопросу о давности заселения Америки.  
**Р. Л. Самойлович.** Работы арктической экспедиции на ледоколе „Седов“ в 1930 г. (с 2 фиг.).

Научные новости и заметки:

Физика, Химия, Геология, Палеонтология, Биология, Физиология, География, Научная хроника, Библиография.

В 1931 г.

**ПОДПИСНАЯ ЦЕНА**

с доставкой:

на год . . . . . 6 руб.  
„ полгода . . . . . 3 „

**ЦЕНА**  
ОТДЕЛЬНЫХ  
НОМЕРОВ—

**60 к.**

В 1931 г.

**ЖУРНАЛ ВЫХОДИТ**  
**12-ю НОМЕРАМИ**

**Комплекты журнала**

**„ПРИРОДА“**

имеются на складе

за 1921 г.	цена	2 р.	— к.
„ 1922 „	„	4 „	— „
„ 1923 „	„	2 „	— „
„ 1924 „	„	2 „	20 „
„ 1925 „	„	4 „	— „
„ 1927 „	„	6 „	— „
„ 1928 „	„	6 „	— „
„ 1929 „	„	6 „	— „
„ 1930 „	„	6 „	— „

**ПОДПИСКА ПРИНИМАЕТСЯ**

в Секторе распространения Издательства Академии Наук: Ленинград, 1, Таможенный пер., д. 2, тел. 5-55-78, и в магазинах „Международная Книга“:

Ленинград, просп. Володарского, д. 53-а, тел. 1-72-02;

Москва, Кузнецкий Мост, д. 18, тел. 3-75-46.