

ПРИРОДА

ПОПУЛЯРНЫЙ ЕСТЕСТВЕННО-ИСТОРИЧЕСКИЙ

Ж * У * Р * Н * А * Л

ИЗДАВАЕМЫЙ АКАДЕМИЕЙ НАУК СССР

№ 2

ФЕВРАЛЬ

1 9 4 8



ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР

П Р И Р О Д А

ПОПУЛЯРНЫЙ ЕСТЕСТВЕННО-ИСТОРИЧЕСКИЙ
Ж * У * Р * Н * А * Л
ИЗДАВАЕМЫЙ АКАДЕМИЕЙ НАУК СССР

№ 2

ГОД ИЗДАНИЯ



ТРИДЦАТЬ СЕДЬМОЙ

1948

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

Стр.

С. Б. Гуревич и В. Г. Панченко.	
Ультразвук	3
Проф. Н. Н. Калигин. Солнечная постоянная	17
И. В. Радченко. Механические свойства жидкости	26
Проф. А. А. Войткевич. Свет и эндокринная система	34
М. А. Заблоцкий. Зубр — национальная собственность СССР	40

Новости науки

Астрономия. Новый интерференционный фильтр и его применения в гелиофизике	46
Химия. Синтез длинных цепей полипептидного характера	48
Геология. Подводное фотографирование современных осадков	48
Минералогия. Халькозин и дигенит	50
Биология. Танец пчёл	52
Биофизика. Радиоактивный водород и фотосинтез	54

Биохимия. Новое свойство жира картофеля. — Вещества, определяющие запах и вкус картофеля. — Новый антибиотик — ликсперсидин	56
Физиология. Суточные колебания гемоглобина у людей. — Неактивный гемоглобин. — Спермицидный эффект сывороток	57
Медицина. Механизм параличей при ботулизме. — Поведение витаминов при ожогах	59
Ботаника. Редкое растение Нарыма. — Инструкция для сбора гербарных образцов «водяного ореха». — Чёрный тополь в Нарыме. — Ауксин и цветение растений. — Антибиотические вещества лишайников	60
Зоология. Новый отряд ракообразных. — Массовая гибель зимующих уток на южной Камчатке	64
Генетика. Иприт и мутации. — Звуковое раздражение, кончающееся смертью	66

Паразитология. Возможность длительного сохранения паразитических простейших при низких температурах 67

Палеонтология. Находка домашнего осла в культурных слоях государства Урарту (окр. г. Еревана) 69

История и философия естествознания

Д-р филос. н. *Б. М. Кедров*. Об одной замечательной странице из истории химии 70

Потери науки

Н. А. Шостьин. Александра Андреевна Глаголева-Аркадьева (1884—1945) 78

Varia

Новые научные журналы и серии. — Современные исследования в Антарктике. — К международному зоологическому конгрессу в 1948 г. — Производство витамина А в Калифорнии 82

Критика и библиография

С. Ю. Липшиц. Русские ботаники. *Д. В. Лебедева*. — Ю. И. Миленушкин. Великий преобразователь природы Иван Владимирович Мичурин. Д-ра *И. Н. Коновалова*. — Claude E. ZoBell. Marine Microbiology. Цо-Бэлл. Морская микробиология. Чл.-корр. АН СССР *А. А. Имшенецкого* 88

Председатель редакционной коллегии академик **С. И. Вавилов** -

Редактор заслуж. деят. науки РСФСР проф. **В. П. Савич**

Члены редакционной коллегии:

Акад. **А. И. Абрикосов** (отд. медицины), акад. **А. Е. Арбузов**, акад. **В. Г. Хлопин** и член-корр. **С. Н. Данилов** (отд. химии), акад. **С. Н. Бернштейн** (отд. математики), акад. **Л. С. Берг** (отд. географии и зоологии), акад. **С. И. Вавилов** (отд. физики и астрономии), проф. **Д. П. Григорьев** (отд. минералогии), акад. **А. М. Деборин** (отд. истории и философии естествознания), акад. **Б. Л. Исаченко** (отд. микробиологии), заслуж. деят. науки РСФСР проф. **Н. Н. Калитин** (отд. геофизики), акад. **В. А. Обручев** и проф. **С. В. Обручев** (отд. геологии), акад. **Л. А. Орбели** (отд. физиологии), акад. **Е. Н. Павловский** (отд. зоологии и паразитологии), акад. **В. Н. Сукачев** и заслуж. деят. науки РСФСР проф. **В. П. Савич** (отд. ботаники), акад. **А. М. Терпигорев** и член-корр. **М. А. Ша-телен** (отд. техники), акад. **И. И. Шмальгаузен** (отд. общей биологии), проф. **М. С. Эйгенсон** (отд. астрономии).

УЛЬТРАЗВУК

С. Б. ГУРЕВИЧ и В. Г. ПАНЧЕНКО

1

Две обширные области физических явлений — оптика и акустика — имеют в своей основе аналогичные, хотя и существенно различные колебательные процессы. В основе оптических явлений лежат электромагнитные колебания, представляющие собой периодические изменения векторов электрического и магнитного полей. Эти колебания распространяются со скоростью света и в зависимости от частоты имеют весьма существенные качественные особенности. При низких частотах это будут радиоволны. С повышением частоты они переходят в инфракрасное излучение, затем в видимый свет, в ультрафиолетовое излучение, потом в лучи Рентгена и, далее, в γ -лучи. Таким образом то, что мы называем светом, является лишь ограниченной областью электромагнитных колебаний с частотами от $0.4 \cdot 10^{15}$ до $0.75 \cdot 10^{15}$ гц.¹ Только в этом интервале частот электромагнитные колебания воспринимаются нашим глазом, т. е. представляют собою видимое излучение, начиная от красного и кончая фиолетовым.

В основе акустических явлений лежат упругие продольные колебания молекул той среды, в которой они распространяются. Это механические колебания, и этим они существенно отличаются от электромагнитных, несмотря на то, что между закономерностями тех и других имеется полная аналогия, которая, кстати сказать, в значительной степени облегчает их изучение. В зависимости от частоты акустические колебания тоже имеют свои качественные особенности. О них можно судить, рассмотрев следующую

таблицу, охватывающую все акустические частоты:

	до 40	гц — инфразвук
от 40	до $2 \cdot 10^4$	гц — звук
от $2 \cdot 10^4$	до 10^9	гц — ультразвук
от 10^9	до 10^{13}	гц — гиперзвук

Звук, в обычном смысле этого слова, тоже является лишь ограниченной областью акустических колебаний с частотами примерно от 40 до $2 \cdot 10^4$ гц. Вне пределов этой области наш слух не воспринимает акустических колебаний. Подобно тому, как невидимые электромагнитные колебания с частотами выше фиолетовых названы ультрафиолетовыми, так и не воспринимаемые слухом акустические колебания с частотами выше звуковых названы ультразвуковыми.

Вполне естественным является то обстоятельство, что область акустики, связанная с изучением звука, существует уже тысячелетия, тогда как ультраакустика, изучающая колебания с частотами выше звуковых, насчитывает всего несколько десятков лет. Но и за столь короткое время эта отрасль науки имеет уже такое стремительное развитие, которое можно сравнить разве лишь с развитием радиофизики и радиотехники. Оно объясняется не только теоретическим интересом исследователей, но и многочисленными применениями ультразвука, а также перспективами его применений.

В научно-популярной литературе ультраакустика отражена ещё сравнительно слабо, и настоящая статья является попыткой восполнить пробел.

2. Получение и методы исследования ультразвуков

Получение ультразвуков может быть осуществлено различными способами. Вначале мы рассмотрим ме-

¹ Гц — герц — одно колебание в секунду. В дальнейшем будут встречаться: кгц — килогерц = 1000 гц и мггц — мегагерц = 1 000 000 гц.

ханические способы получения ультразвука.

Впервые Кениг использовал камертон малых размеров для получения ультраакустических колебаний в воздухе. При помощи такого камертона ему удалось получить колебания с частотой до 90 кгц. Однако в настоящее время такой способ не применяется, так как получаемые с его помощью колебания отличаются незначительной интенсивностью и весьма быстро затухают.

Другим исследователям, например Гольцманну, удалось получить ультразвук частотой в 35 кгц путём возбуждения продольных колебаний в стержнях. Хотя получающиеся при этом колебания обладают значительной энергией и постоянством частоты, однако и этот метод в настоящее время практического значения не имеет.

Механическим источником ультразвука, сохранившим своё значение и до настоящего времени, является свисток Гальтона. Он представляет собою цилиндрическую трубку, имеющую подвижное дно и острые края, на которые направляется быстрый поток воздуха через кольцеобразную щель, расположенную против трубки, которая является резонатором. Когда поток воздуха встречается с острыми краями трубки, то возникают колебания различных частот, но усиливаются как раз те колебания, которые резонируют с собственной частотой трубки. Эти колебания и будут излучаться в виде однородных акустических волн. Так как длина резонатора может произвольно меняться, то этим осуществляется возможность получения колебаний различных частот. Преимущество свистка Гальтона состоит, с одной стороны, в несложности его устройства и простоте обращения с ним, с другой — в том, что получаемые колебания имеют достаточную энергию и постоянство частоты, если приняты, конечно, известные предосторожности, например если обеспечено постоянство давления.

Частота колебаний, получаемых с помощью свистка Гальтона, имеет пределы от 35 до 100 кгц. В настоящее время свистком Гальтона пользуются при изучении переходной гра-

ницы между звуком и ультразвуком в воздухе.

Ультразвуки с большой энергией и широким диапазоном частот могут быть также получены при помощи газоструйного генератора Гартмана, который напоминает собой свисток Гальтона. Разница заключается лишь в том, что струя воздуха или другого газа, действующая на резонатор, имеет весьма большую скорость, превышающую скорость звука. При этом давление вдоль струи вытекающего газа периодически меняется, и это вызывает в резонаторе интенсивные колебания. Частота колебаний может от десятых долей герца достигать многих сотен килогерц, в зависимости от размеров резонатора. Излучатель Гартмана может быть использован для получения мощных колебаний в воздухе с частотами от инфразвуковых до ультразвуковых.

Получением ультразвуков значительной частоты занимались исследователи школы П. Н. Лебедева. Так Альтбергу (1907) удалось получить колебания с частотой в 340 кгц, пользуясь разрядной искрой конденсатора.

Не останавливаясь более на всех других методах получения ультразвука (механических, термических и пр.), мы рассмотрим ещё только два, наиболее часто применяемые: магнито-стрикционный и пьезоэлектрический.

Магнито-стрикционный метод состоит в использовании так называемой магнито-стрикции, которая была открыта Джоулем в 1847 г. Проявляется она в том, что некоторые ферромагнитные тела испытывают механическую деформацию под влиянием намагничивания. Поместив стержень из такого ферромагнетика в переменное магнитное поле, мы можем заставить его совершать колебания. Если при этом переменное поле будет резонировать с собственной частотой механических колебаний стержня, то мы получим наиболее интенсивные ультразвуковые колебания, а это вполне осуществимо, так как всегда можно подобрать для данного поля стержень соответствующих размеров или для данного стержня — соответствующую частоту поля. ✎

В наибольшей степени магнито-стрикционным эффектом обладает никель. Поэтому в качестве такого рода излучателей ультразвука употребляются чаще всего никелевые стержни, трубки или пластинки, которые помещают в переменное магнитное поле таким образом, чтобы в них возбуждались продольные колебания. Для лучшего излучения ультразвука наконечники стержней должны иметь достаточно большое поперечное сечение и совершать колебания наподобие мембран.

Частоты, получаемые магнито-стрикционным методом, лежат примерно в той же области, что и частоты, получаемые с помощью свистка Гальтона. Но магнито-стрикционные излучатели имеют следующие важные преимущества: 1) интенсивность ультразвукового излучения в них может достигать нескольких ватт на каждый квадратный сантиметр излучающей поверхности, чего не даёт свисток Гальтона; 2) с их помощью легко можно изучать ультразвуковые явления в жидкостях, тогда как свисток Гальтона применим лишь в воздухе; 3) достаточно большие размеры наконечников стержней позволяют осуществить направленное излучение в виде плоской волны.

Пьезоэлектрические излучатели основаны на использовании пьезоэффекта, который был открыт братьями Кюри в 1880 г.

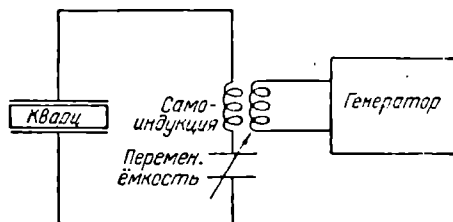
Есть целая группа кристаллов, как, например, кварц, турмалин, сегнетовая соль и др., которые обладают следующим свойством: если их подвергнуть механической деформации, например растяжению или сжатию вдоль так называемой электрической оси, то на их противоположных поверхностях появляются электрические заряды противоположных знаков. Такое явление и называется пьезоэффектом. Но его можно заставить протекать в обратном направлении. Для этого кристалл помещается в электрическое поле, направление которого должно совпадать с электрической осью, и тогда в кристалле будут возникать механические деформации. Если поле переменное, то деформация будет состоять в чередовании сжатия

и растяжения, т. е. в механических колебаниях, частота которых совпадает с частотой поля.

Так как в нашем распоряжении имеется достаточно широкий выбор генераторов переменного поля, то мы, очевидно, этим способом можем получить колебания в весьма широкой области частот.

Кроме того, можно также добиться и весьма значительной интенсивности излучения, если использовать резонанс. Всё это чрезвычайно повышает ценность пьезоэлектрических излучателей, которыми в настоящее время широко пользуются многие исследователи.

В качестве ультразвуковых излучателей в настоящее время употребляют главным образом пластинки



Фиг. 1. Подключение кварца.

из кварца, который обладает сравнительно большим пьезоэффектом и достаточной механической прочностью. Пластика помещается в переменное электрическое поле таким образом, чтобы интересующие нас колебания происходили по толщине, т. е. так, как это имеет место в мембранах (фиг. 1). Чем больше размеры будет иметь излучающая поверхность кварца, тем большую мощность будут иметь ультразвуковые колебания. Изготовление пьезокварцевых пластинок больших размеров из одного цельного кристалла затруднительно. Однако для получения большой излучающей поверхности можно составить так называемую мозаику из нескольких пластин, настроенных на одну и ту же частоту. В этом случае поверхность можно сделать сколь угодно большой, но на практике пользуются размерами, не превышающими 300 см².

Толщина пластинки сказывается на частоте получаемых ультразвуко-

вых колебаний и обычно бывает от 1.5 см до нескольких сотых миллиметра. С помощью таких пластинок получают колебания с частотами от 200 до 60 000 кгц. Однако последняя цифра не является предельной. Применяя другие пьезокристаллы (турмалин) и видоизменяя возбуждение (не на основной частоте, а на обертонах), в настоящее время удалось получить ультразвуки с частотами до 280 мгц.

Акустическая энергия, развиваемая пьезоэлектрическим источником, чрезвычайно велика. Она достигает порядка 10 вт/см². Чтобы в должной мере оценить величину этой энергии, достаточно сопоставить её с акустической энергией, например, громкоговорителя (10⁻⁹ вт/см²) или даже орудийного выстрела (10⁻³ вт/см²).

Теперь кратко остановимся на методах исследования ультразвука, составляющих одно целое с методами получения.

Существуют механические, оптические, электрические и термические методы исследования ультразвука. В основе большинства механических методов лежит тот или иной способ определения давления, которое оказывает ультразвуковой пучок на встречающийся на его пути приёмник (радиометрия). В качестве приёмников могут быть использованы специального вида крутильные весы, шарики или крылышки, подвешенные на длинных нитях, чашка чувствительных весов и др. Как показано Релеем, давление ультразвукового пучка на препятствие выражается через его интенсивность следующим образом:

$$S = \frac{2J}{v}.$$

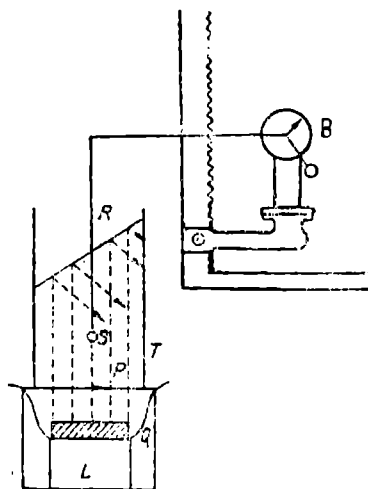
Здесь S — давление пучка, J — интенсивность, v — скорость распространения. Таким образом, если источник испускает пучок мощностью $10 \frac{\text{вт}}{\text{см}^2} = 10^8 \frac{\text{эрг}}{\text{см}^2 \text{ сек.}}$ при скорости $v = 1.5 \cdot 10^5 \frac{\text{см}}{\text{сек.}}$, как это будет в случае распространения в воде, то

$$S = \frac{2 \cdot 10^8}{1.5 \cdot 10^5} = 1333 \frac{\text{дн}}{\text{см}^2}.$$

Из этого примера видно, что давление может достигать весьма значи-

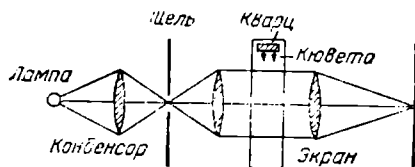
тельных размеров. Однако можно приготовить достаточно чувствительный приёмник и для ультразвуков гораздо меньшей интенсивности.

Следует всё же отметить, что рассмотренное соотношение выполняется лишь при условии полного отражения ультразвукового пучка от приёмника. Каким образом достигается по воз-



Фиг. 2. Радиометрическая установка.

B — весы, T — шкала, Q — кварц, L — электрод, R — рефлектор, S — сфера, P — ультразвуковой пучок.



Фиг. 3. Установка Дебая-Сирса.

тельности полное отражение, будет указано ниже.

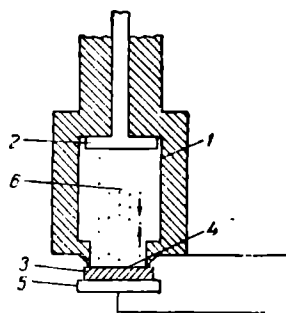
В радиометрических исследованиях давление измеряется либо по углу закручивания нити, либо по отклонению крылышка или шарика, либо по грузу, уравновешивающему чашки весов. Измерение величины давления на разных расстояниях от источника позволяет определить коэффициент поглощения ультразвука. Кроме того, радиометрический метод даёт возможность в большей или меньшей степени исследовать ультразвуковое поле, направление отдельных ультразвуковых

лучей и т. д. На фиг. 2 приведена схема одной из применявшихся радиометрических установок.

Наиболее употребительный оптический метод исследования ультразвука основан на открытии, сделанном почти одновременно Дебаем и Сирсом в Америке и Люка и Бикаром во Франции. На фиг. 3 приведена схема применявшейся ими установки. Свет от узкой освещённой щели превращается с помощью линзы в пучок, пронизывающий кювету с жидкостью, в которой распространялись возбуждённые кварцем ультразвуковые волны. Линза, стоящая за кюветой, давала изображение пучка на экране или фотографической пластинке. Дебай и Сирс, а также Люка и Бикар установили, что, если световой пучок пронизывает жидкость строго параллельно волновому фронту распространяющихся в ней ультразвуковых волн, то можно наблюдать дифракционную картину, подобную той, которая наблюдается при прохождении света через обыкновенную дифракционную решётку. Ультразвуковая волна сопровождается периодическим изменением плотности той среды, в которой она распространяется. Места наибольшего сжатия, так же как и места наибольшего разрежения, находятся друг от друга на строго определённом расстоянии, равном длине ультразвуковой волны. Сгущения и разрежения действуют, как тёмные и прозрачные участки штриховой решётки и заставляют диффрагировать проходящий через эту своеобразную решётку свет.

Нужно заметить, что ультразвуковая решётка отнюдь не тождественна штриховой. Её сжатия и разрежения не остаются на месте, а движутся с ультразвуковой скоростью, и хотя эта скорость значительно меньше световой (примерно в $2 \cdot 10^5$ раз), всё же она оказывает влияние на изменение длины волны диффрагированного света. Кроме того, в отличие от штриховой плоской решётки, ультразвуковая решётка является объёмной, и поэтому дифракционная картина будет зависеть также и от сечения ультразвукового пучка. Часто вместо бегущей ультразвуковой волны пользуют-

ся стоячими волнами, которые получают при определённом взаимодействии прямой и отражённой волны. Стоячая ультразвуковая волна является неподвижной в том смысле, что в ней на расстояниях, равных $\frac{1}{2}$ длины волны, расположены слои, плотность в которых совсем не меняется (так называемые узлы плотности). Между этими узлами находятся пучности, в которых колебания плотности являются наибольшими. Свет, проходящий через решётку, образованную стоячими ультразвуковыми волнами, будет по интенсивности пульсировать с частотой, равной удвоенной частоте ультразвуковых колебаний.



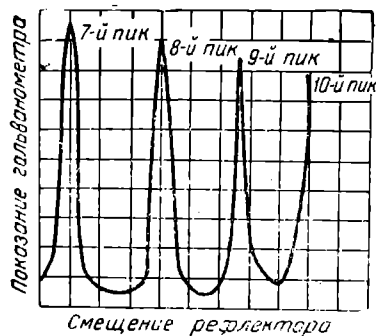
Фиг. 4. Интерферометр Пирса.

1 — камера, 2 — рефлектор, 3 — кварц, 4 — тонкий слой металла, 5 — электрод, 6 — ультразвуковой пучок, 7 — подача напряжения на кварц.

Проведённые исследования показали, что интенсивность дифракционных полос определённым образом зависит от интенсивности ультразвука. Таким образом, наблюдая дифракционную картину от ультразвуковой решётки, можно судить об интенсивности ультразвука в месте его пересечения световым пучком.

Весьма часто для ультразвуковых исследований применяется так называемый ультраакустический интерферометр Пирса. Устройство его основано на следующем принципе (фиг. 4). В камере, строго параллельно излучающему ультразвук кварцу, расположен рефлектор, отражающий ультразвуковые волны в обратном направлении. От того, какое число длин волн укладывается в расстоянии между кварцем и рефлектором, зави-

сят условия колебания кварца. Если это число целое, то происходит как бы некоторое «застопоривание» колебаний кварца; если укладывается целое число длин волн плюс $\frac{1}{4}$ длины волны, то образуется система стоячих волн, и отдаваемая мощность кварца максимальна. Величину последней можно регистрировать соответствующим образом подключённым гальванометром. На фиг. 5 приведена зави-



Фиг. 5.

симость величины отброса стрелки гальванометра от расстояния между кварцем и рефлектором. По расстоянию между пиками можно определить длину волны, а следовательно и скорость ультразвука. По изменению величины пиков с расстоянием можно определить поглощение.

Имеются и другие электрические методы, в которых для приёмного устройства использованы пьезоэлектрический и обратный магнитострикционный эффекты.

В некоторых работах применялись также устройства, в основе которых лежали тепловые эффекты, связанные с распространением ультразвука. Так, например, применялась подогретая волосановая нить, сопротивление которой менялось под действием ультразвука.

Рассмотренные здесь отдельные методы лишь в очень слабой степени отражают то их многообразие, с помощью которого удалось не только исследовать ряд явлений, связанных с прохождением ультразвука, но и применить его к многочисленным и разнообразным областям науки и техники.

3. Распространение ультразвука

Если говорить о законах распространения ультразвука, обусловленных его волновым характером, то следует отметить, что эти законы вполне аналогичны законам распространения света и звука. Однако ультразвук и свет по-разному относятся к особенностям той среды, в которой распространяются. Отличие же законов распространения ультразвука от законов распространения звука обусловлено лишь более высокими частотами первого по сравнению со вторым. Обычно от кварцевой пластинки в том случае, когда длина волны λ мала по сравнению с радиусом R пластинки, ультразвук распространяется в виде почти цилиндрического прямолинейного пучка. Но всё же и при условии $\lambda < R$ поверхность цилиндра отклоняется от правильной формы, согласно приближённой формуле $\sin \theta = 0.61 \frac{\lambda}{R}$, где θ — угол

отклонения образующей пучка от образующей цилиндра. Падая на какую-нибудь поверхность, например на стенку сосуда, ультразвук отражается. В зависимости от угла падения отражение происходит или полностью, или в известной части. Для вычисления отражённой части ультразвука, когда луч падает перпендикулярно на отражающую поверхность, можно пользоваться формулой Релея:

$$R = \frac{(\rho_1 v_1 - \rho_2 v_2)^2}{(\rho_1 v_1 + \rho_2 v_2)^2},$$

где R — отражённая часть ультразвука, ρ_1 и ρ_2 — плотности двух смежных сред, v_1 и v_2 — скорости распространения ультразвука в двух смежных средах. Произведение ρv носит название акустической жёсткости.

Рассматривая формулу Релея, мы видим, что отражённая часть ультразвука будет больше или меньше, в зависимости от разности акустических жёсткостей $\rho_1 v_1 - \rho_2 v_2$. Представим себе, что смежными средами будут твёрдое тело и газ или жидкость и газ. И в том и в другом случае разность $\rho_1 v_1 - \rho_2 v_2$ очень велика, потому что плотности твёрдого тела или жидкости ρ_1 во много раз больше

плотности газа ρ_2 , и, как мы увидим дальше, скорость распространения ультразвука в твёрдом теле или в жидкости v_1 тоже больше, чем скорость распространения в газе v_2 . По этой причине на таких поверхностях отражение ультразвука происходит практически полностью.

С таким сильным отражением связано весьма большое давление ультразвука на отражающие поверхности. Под влиянием этого давления поверхность деформируется. Если, например, кристалл пьезокварца, помещённый в масло, возбуждается даже и не особенно сильным переменным полем, то на поверхности масла уже наблюдается лёгкая рябь, а при сильном возбуждении над кварцем выбрасывается фонтан, достигающий нескольких сантиметров высоты.

Отражение наблюдается также и в том случае, когда ультразвуковая волна, распространяющаяся в жидкости, встречает перед собой преграду в виде твёрдой стенки. Здесь может отражаться свыше 80% ультразвука, и это обстоятельство чрезвычайно важно, например, в подводной технике. Но такое отражение вовсе нежелательно при прохождении ультразвука через стенку в сосуд с исследуемой жидкостью. Поэтому принимаются меры к тому, чтобы отражение от стенок сосуда было незначительным. Это достигается или уменьшением толщины стенки по сравнению с длиной волны ультразвука, или подбором этой толщины таким образом, чтобы в ней укладывалось целое число $\frac{\lambda}{2}$. В таком случае, благодаря колебаниям стенки в унисон с колебаниями жидкости, отражение почти устраняется, и ультразвук проходит через стенку почти неослабленным.

Скорость распространения ультразвука является, наряду с показателем преломления, диэлектрической постоянной и др., важной константой, характеризующей свойства вещества. Величина скорости зависит от характера среды, в которой распространяется ультразвук (см. таблицу).

Из приведенной таблицы видно, что скорости ультразвука в газах в большинстве случаев значительно от-

Скорости ультразвука

Вещество	Скорость (м.сек.)
1. Газы (при 0°)	
Воздух	332
Кислород	315
Водород	1261
Сероводород	289
Углекислота	от 258 до 268
2. Жидкости (при 20°)	
Вода (дистиллированная)	1480
Ртуть	1410
Бензол	1310
Ацетон	1200
Глицерин	от 1910 до 2500
Касторовое масло	от 1500 до 1650
3. Твёрдые тела	
Алюминий	5105
Железо	5000
Медь	3800
Никель	4970
Кварц	5500
Стекло	5950
Дерево (дуб)	3380

личаются по величине от скоростей в жидкостях и твёрдых телах, скорости в жидкостях — от скоростей в газах и твёрдых телах, и т. д. В отличие от скоростей распространения электромагнитных волн, которые, как известно, имеют наибольшую величину в газах, меньшую в жидкостях и наименьшую в твёрдых телах, скорости ультразвука являются наименьшими в газах, большими в жидкостях и наибольшими в твёрдых телах.

По сравнению со скоростями электромагнитных волн скорости ультразвуковые настолько малы, что составляют лишь от $\frac{1}{1000000}$ до $\frac{1}{10000}$ первых.

Распространение звука в газах было исследовано ещё Ньютоном, который считал этот процесс изотермическим, т. е. происходящим при неизменной температуре. В связи с этим он получил следующую формулу для скорости распространения звука в газах:

$$v = \sqrt{\frac{P}{\rho}}$$

Здесь v — скорость распространения, P — давление и ρ — плотность газа.

Однако величина скорости звука в воздухе, измеренная позднее, оказалась значительно больше, чем вычисленная по этой формуле. Впоследствии Лаплас показал, что процесс распространения звука следует считать адиабатическим, т. е. происходящим при неизменном количестве теплоты, и поэтому формула Ньютона была уточнена и получила следующий вид:

$$v = \sqrt{\frac{\gamma P}{\rho}},$$

где γ — отношение теплоёмкостей

$\frac{C_p}{C_v}$. Вычисленная с помощью этой формулы скорость имеет величину, хорошо согласующуюся с результатами экспериментальных определений. В этой формуле, однако, явно не выражена зависимость скорости от частоты (дисперсия), которую долго не удавалось обнаружить и экспериментально. Только в 1925 г. Пирсом и позднее Кнезером в углекислоте было обнаружено весьма заметное (до 4%) увеличение скорости с увеличением частоты. Объяснение этому факту даёт теория, развитая многими исследователями, в том числе и Кнезером, именем которого она и названа.

Факту возрастания скорости с возрастанием частоты можно дать следующее весьма приближенное объяснение.

Как известно, теплоёмкость при постоянном объёме пропорциональна внутренней энергии вещества. Энергия же определённого объёма вещества складывается из энергий отдельных молекул. Согласно классической теории, на каждую степень свободы молекулы приходится определённая доля энергии, и, таким образом, энергия данной молекулы тем больше, чем большим числом степеней свободы она обладает. Так одноатомная молекула обладает тремя степенями свободы (поступательными) по числу измерений пространства, двухатомная — пятью, так как кроме трёх поступательных она имеет ещё две вращательные, соответствующие вращению вокруг двух осей, перпендикулярных оси молекулы. Поступатель-

ные и вращательные степени свободы называются внешними. Но если молекула состоит из двух или нескольких атомов, то она имеет ещё и внутренние степени свободы, соответствующие колебаниям атомов около равновесного положения.

В двухатомной молекуле эти колебания выражаются в периодическом изменении расстояния между атомами.

В молекуле, состоящей из нескольких атомов, может быть шесть внешних степеней свободы (кроме тех, которые имеет двухатомная молекула, ещё вращение около оси молекулы) и несколько внутренних. Поскольку на каждую степень свободы приходится определённая энергия, величина которой зависит от температуры и давления или плотности, то при заданных условиях отношение энергий, приходящихся на внешние и на внутренние степени свободы, должно быть постоянным, так как постоянно отношение числа внешних и внутренних степеней свободы молекулы. Но из этого вытекает, что и отношение между величинами теплоёмкости, приходящейся на внешние и на внутренние степени свободы, также должно быть постоянным при данных условиях. Полная же теплоёмкость C_v составляет сумму этих теплоёмкостей, т. е. $C_v = C_{v_a} + C_{v_i}$, где C_v — полная теплоёмкость при постоянном объёме, C_{v_a} — часть этой теплоёмкости, приходящаяся на внешние степени свободы, и C_{v_i} — часть, приходящаяся на внутренние степени свободы.

При прохождении ультразвука меняется давление, и вследствие этого энергия, приходящаяся на внешние степени свободы, получает избыток, тогда как энергия внутренних степеней свободы остаётся неизменной. Но, чтобы отношение опять стало равновесным при новых условиях, часть энергии с внешних степеней свободы переходит на внутренние. Этот процесс происходит хотя и очень быстро, но не мгновенно, и время, которое необходимо для установления нового равновесного состояния, называется временем релаксации. Если частота ультразвука не слишком велика, и,

значит, период колебания достаточно велик по сравнению со временем релаксации, то при прохождении ультразвуковых волн равновесное состояние будет успевать устанавливаться, и в

формуле $V = \sqrt{\frac{PC_p}{\rho C_v}} C_v$ будет состоять как из C_{v_a} , так и из C_{v_i} .

Совсем иначе будет обстоять дело при очень больших частотах, т. е. когда период колебания будет намного меньше, чем время релаксации. В этом случае энергия с внешних степеней свободы не будет успевать переходить на внутренние, и эти последние не будут оказывать своего влияния на процесс распространения ультразвука, т. е. он будет распространяться так, как если бы он распространялся в среде, молекулы которой совсем не имеют внутренних степеней свободы. В этом случае $C_v = C_{v_a}$, т. е. умень-

шится на C_{v_i} . Вполне очевидно, что это вызовет увеличение скорости, которая в зависимости от частоты будет увеличиваться от значения

$$\sqrt{\frac{PC_p}{\rho(C_{v_a} + C_{v_i})}}$$

до

$$\sqrt{\frac{PC_p}{\rho C_{v_a}}}$$

Дисперсия наблюдалась также и в некоторых жидкостях (уксусная кислота, касторовое масло, глицерин¹⁾). Повидимому там имеют место несколько иные процессы, чем те, с которыми мы имеем дело в газах, но и они связаны с установлением новых равновесных состояний при прохождении ультразвуковых волн.

Скорость ультразвука в твердых телах определяется их упругими константами. К сожалению, имеющиеся измерения скорости в твердых телах еще недостаточны для того, чтобы

можно было делать заключения о наличии или отсутствии в них дисперсии.

Не менее важным является также вопрос о поглощении ультразвука, т. е. вопрос о том, на какое расстояние он распространяется, не теряя заметно в своей интенсивности. Мерой поглощения ультразвука является коэффициент поглощения. Установлено, что интенсивность ультразвуковых волн с расстоянием падает по экспоненциальному закону, т. е.

$$J = J_0 e^{-2\alpha x},$$

где J — интенсивность ультразвука на расстоянии x от места, где его интенсивность равнялась величине J_0 , 2α — фактор, указывающий на то, как быстро падает интенсивность с расстоянием.

Если положить $x = \frac{1}{2\alpha}$, то получится

$$J = \frac{J_0}{e} = \frac{J_0}{2.7},$$

т. е. x при этом будет то расстояние, на протяжении которого интенсивность падает в e раз (т. е. почти в 3 раза). Этим определяется коэффициент поглощения α . Множитель 2 перед ним стоит вследствие того, что α определяет затухание амплитуды ультразвуковых колебаний, тогда как известно, что интенсивность ультразвука пропорциональна квадрату амплитуды его колебаний.

Формула для вычисления коэффициента поглощения в газах и жидкостях была получена Стоксом еще более 100 лет тому назад. Эта формула имеет следующий вид:

$$\alpha = \frac{8\pi^2 \mu \nu^2}{3\rho v^3}.$$

Из нее видно, что α растёт прямо пропорционально вязкости μ , квадрату частоты ν и обратно пропорционально плотности ρ и кубу скорости v .

Согласно формуле Стокса, звук частоты 1000 гц по интенсивности должен уменьшиться в воздухе почти втрое лишь на расстоянии в 50 км. На самом же деле звук теряет интенсивность во столько раз, проходя значительно меньшие расстояния. Это объясняется тем, что формула Стокса выведена для случая плоских нерас-

¹ В последних двух жидкостях скорость при очень больших частотах (порядка 10^{10} гц) измерялась не при искусственном возбуждении ультразвука, а из естественных гиперзвуковых волн. Интересующихся этим вопросом отсылаем к книге Я. И. Френкеля «Кинетическая теория жидкостей».

ходящихся волн, в то время как при низких частотах технически весьма затруднительно получить такие волны, и обычно имеют дело со сферическими волнами. Тем не менее английскому физику Релею удалось качественно установить, что звуки более высоких тонов проходят значительно меньшие расстояния, чем звуки низких тонов.

Формулу Стокса стало возможно проверить экспериментально лишь после того, когда удалось получить достаточно высокие частоты, при которых можно было получить строго направленный пучок плоских ультразвуковых волн. Измерения, произведенные на больших частотах (порядка 10^5 гц), показали, что формула Стокса соответствует экспериментальным данным лишь для одноатомных инертных газов, каковы, например, аргон и гелий. Для двухатомных и многоатомных газов действительный коэффициент поглощения оказался большим, чем следовало из формулы Стокса. Кроме того, для некоторых из таких газов обнаружилось отклонения от пропорциональности квадрату частоты.

Для объяснения такого несоответствия между экспериментальными и теоретическими значениями коэффициента поглощения была выдвинута теория, которая, кроме влияния вязкости, учитывала ещё и процессы, обуславливающие дисперсию в газах. За недостатком места мы не можем здесь подробно останавливаться на этой теории.

Большой практический и теоретический интерес представляет собою изучение поглощения ультразвука в жидкостях.

Уже из формулы Стокса следует, что коэффициент поглощения в жидкостях должен быть значительно меньшим, чем в газах, потому что в жидкостях и скорость звука больше и кинематическая вязкость меньше, чем в газах. Так, при той же частоте в 1000 гц коэффициент поглощения в воде $\alpha = 0.8 \cdot 10^{-8}$. Это значит, что интенсивность звука уменьшается почти втрое тогда, когда звуковой луч пройдёт расстояние 70 000 км, т. е. почти два раза обойдёт вокруг земного ша-

ра. Конечно, и в воде звуковые волны такой частоты будут сферическими, так что несомненно будет иметь место более сильное падение интенсивности. Но если получим и плоскую направленную волну, что уже возможно при ультразвуковых частотах порядка 50 000 гц, то и в этом случае будем наблюдать падение интенсивности почти втрое на расстоянии лишь в 25 км.

Первые измерения коэффициента поглощения в жидкостях показали, что и здесь так же, как и в случае газов, имеет место систематическое превышение экспериментального значения коэффициента поглощения над вычисленным. Для воды, например, экспериментальное значение примерно в 3 раза больше вычисленного, для бензола — в 100 раз, для сероуглерода — в 1500 раз. Тем не менее для большинства жидкостей, в которых производились измерения, коэффициент поглощения оказался пропорциональным квадрату частоты, и лишь для нескольких (уксусная кислота, муравьиная кислота и др.) указанная пропорциональность не соблюдалась. Вычисленный коэффициент поглощения, как правило, меньше, чем полученный на опыте. Объясняется этот факт тем, что при выводе формулы Стокса из гидродинамических уравнений не учитывался член, содержащий второй коэффициент вязкости. Этот коэффициент связан с изменениями объёма жидкости и не равен нулю лишь тогда, когда такие изменения объёма действительно имеют место, как, например, при прохождении ультразвука. Если учитывать вторую вязкость, то коэффициент поглощения надо выражать так:

$$\alpha = \frac{2\pi^2\nu^2}{3\rho\nu^3} \left(\frac{4}{3}\mu + \eta \right).$$

Здесь η — коэффициент второй (иногда называемой объёмной) вязкости. Член, содержащий второй коэффициент вязкости, учитывает превышение экспериментального значения над вычисленным из формулы Стокса.

Советские физики, Л. И. Мандельштам и М. А. Леонтович, предложили

теорию, согласно которой часть коэффициента поглощения, обусловленная второй вязкостью, при достаточно больших частотах не пропорциональна квадрату частоты, а при очень больших частотах уже и не зависит от частоты. Измерения П. А. Бажулина подтвердили, что в жидкости имеет место отклонение коэффициента поглощения от пропорциональности квадрату частоты.

Используя представления Максвелла о том, что жидкость при очень высоких частотах ведёт себя как твёрдое тело, удалось также теоретически показать, что часть коэффициента поглощения, зависящая только от обычной вязкости, тоже при очень высоких частотах не зависит от частоты.

Из этих же представлений следует, что при очень больших вязкостях коэффициент поглощения не увеличивается с увеличением коэффициента вязкости, а уменьшается. Недавние измерения И. Г. Михайлова и С. Б. Гуревича подтвердили такой ход зависимости.

В отличие от газов и жидкостей, в случае твёрдого тела не имеется определённой теории так же, как и почти совсем не имеется экспериментальных работ по поглощению в твёрдых телах.

По отдельным отрывочным данным можно лишь судить о том, что коэффициент поглощения в монокристаллических и аморфных телах, повидимому, значительно меньше, чем в жидкостях.

4. Действия и применения ультразвука

Прежде, чем обратиться к действию и применениям ультразвука, рассмотрим движение частиц в ультразвуковом поле. С помощью ряда довольно простых соотношений мы можем из величин плотности, скорости распространения и интенсивности ультразвука определить амплитуду давления,¹ амплитуду дополнительной

(к тепловому движению) скорости частиц, а также и амплитуду ускорения. Для случая воды ($\rho = 1$, скорость ультразвука $a = 1500 \text{ м/сек.}$, интенсивность $J = 10 \text{ вт/см.}^2$) мы имеем, например, амплитуду давления в 15 атм., тогда как внутреннее давление воды составляет 12 000 атм. Таким образом максимальное дополнительное давление составляет лишь $1/100 \%$.

Для амплитуды скорости частиц можно получить при тех же условиях величину порядка 40 см/сек., и эта величина весьма мала по сравнению с величинами тепловых скоростей молекул, которые при комнатной температуре достигают нескольких сот метров в секунду, и незначительное повышение температуры может вызвать значительно большее увеличение скорости, чем эти 40 см/сек. Однако в случае крупных молекул и коллоидных частиц тепловая скорость значительно меньше, чем приведенная здесь величина.

Величина амплитуды ускорения зависит от частоты. При частоте в 1 мГц и при тех же условиях можно получить амплитуду колебания в 0.06 м , т. е. в 10 раз меньше длины световой волны, и амплитуду ускорения порядка $3 \cdot 10^8 \text{ см/сек.}^2$.

Таким образом ускорение достигает весьма больших значений, которые могут быть получены лишь с помощью ультрацентрифуги и притом без перемены знака.

Действия ультразвука весьма многообразны, и поэтому нам представляется возможным рассмотреть только некоторые из них.

Давление ультразвукового пучка на препятствие мы уже рассматривали при ознакомлении с радиометрическим методом исследования ультразвукового поля. Но и кроме давления ультразвук проявляет многие механические действия, сопровождаемые возбуждением тепла. Например, термометр, шарик которого погружён в масляный фонтан, создаваемый ультразвуком, может быть наощупь очень горячим, хотя показание его при этом и невысокое. Ультразвук, проводимый через стекло, передаётся пальцам и вызывает в них ощущение сильного жара. Стеклойной палочкой, также погру-

¹ Не следует смешивать переменное давление, которое является лишь дополнением к внутреннему давлению, с давлением ультразвукового пучка на препятствие.

жённой в масляный фонтан одним концом, можно прожечь отверстие в дереве. Рядом исследователей было обнаружено явление кавитации в жидкости под действием мощных ультразвуковых колебаний. Кавитация — это образование в жидкости полых пространств, в которые диффундируют частицы газа, содержащегося в жидкости, и образуют там большие пузырьки. Образование эмульсий в смеси масло—вода под действием ультразвука происходит как раз в тех участках, где возникает кавитация.

Фотографическая пластинка, находящаяся в проявителе, под действием ультразвука вуалируется.

Насыщенный раствор гипосульфита натрия выкристаллизовывается, если к нему прикоснуться стеклянным острием, по которому распространяется ультразвук.

Ультразвук понижает точку кипения четырёххлористого углерода, толуола, эфира и воды, причём это понижение изменяется в зависимости от интенсивности ультразвука и может доходить до 2°.

Из коллоидно-химических действий, кроме образования эмульсий, следует отметить ещё образование тумана у поверхности жидкостей, по которым проходит ультразвуковая волна, распыление коллоидных частиц, расщепление высокополимерных веществ и проч.

Большой интерес могут вызвать биологические действия ультразвука, сводящиеся, как полагают, к биохимическому изменению протоплазмы. За последнее время в этой области имеется довольно большое количество наблюдений. Так, холонокровные (лягушки, небольшие рыбы, головастики) погибают в ультразвуковом поле в течение короткого времени, измеряемого минутами, тогда как теплокровные без всякого ущерба переносят в нём длительное пребывание. Совершенно не выносят ультразвуков одноклеточные организмы, красные кровяные шарики, инфузории, которые погибают от механических разрывов. Ультразвуки каким-то образом действуют и на семена некоторых растений, способствуя сокращению вегетационного периода, и даже отмечены случаи, когда дей-

ствием ультразвука на семена достигалось повышение урожайности.

Рассмотренными выше свойствами и действиями ультразвука обуславливаются его многочисленные применения.

Укажем некоторые из них.

Ультразвук с успехом применяется для изучения свойств вещества. Исследуя скорость распространения ультразвука, его поглощение в зависимости от различных параметров (частоты, температуры, давления и т. д.), можно сделать определённое заключение о свойствах вещества, в котором он распространяется. Кроме того, ультразвук может быть использован для выяснения вопроса о структуре вещества; по данному вопросу недавно опубликована статья И. Г. Михайлова, которая подробно освещает эту интересную проблему.

Пожалуй, одним из первых технических применений ультразвука следует считать подводную сигнализацию и связь, обязанную своим появлением работам Ланжевена. Высокие частоты обеспечили направленность подводных ультразвуковых сигналов, что позволило прекрасно ориентироваться по таким сигналам, сохраняя их секретность.

Посылаемые ультразвуковые колебания модулируются или звуками человеческой речи или же импульсами азбуки Морзе. Принимаются они также пьезоэлектрическими или магнито-стрикционными приёмниками, преобразуются в электрические колебания, усиливаются и воспринимаются телефоном.

Основные приборы ультразвуковой связи имеют ещё дополнительные приспособления, дающие возможность установить наличие препятствий (мин, подводных лодок и т. п.). Это осуществляется путём приёма отражённого ультразвука или эха от препятствия. Если мы знаем направление посланного нами ультразвукового сигнала, скорость распространения и измерим промежуток времени между посылкой сигнала и получением эха, то из соотношения $2l = vt$ определим и расстояние до препятствия и местонахождение его. Таким образом работают эхолоты, позволяющие измерять

морские глубины, отмечать мели и подводные скалы.

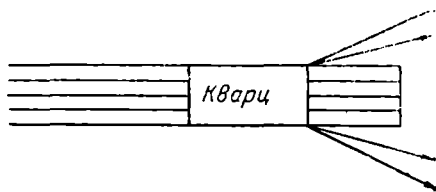
Ультразвук используется также и для обнаружения различных дефектов в металлических изделиях или отливках (раковин, трещин и т. д.). Через металлы ультразвук проходит хорошо. Но если в металле встретятся полые участки или участки с плотностью, отличной от плотности всего образца, то от этих участков ультразвук отражается. Как известно, подобные исследования дефектов можно производить с помощью рентгеновских лучей, но если образец имеет большую толщину, то рентгеновский метод окажется бессильным. С помощью ультразвука можно испытывать изделия толщиной в несколько метров.

Важным техническим применением ультразвука является использование его в телевидении. Это использование стало особенно продуктивным благодаря сделанному советскими учёными, академиками Мандельштамом, Папалекси и Ландсбергом, предложению применять ультразвук в качестве высокочастотного модулятора — прерывателя света. Подобное применение основано на уже рассмотренной способности света дифрагировать при прохождении через ультразвуковой пучок. Если поставить на пути света пластинку кварца (фиг. 6), через которую можно пропускать перпендикулярно свету ультразвук, и дальше заградить свет, распространяющийся прямолинейно, то мимо загородки будет проходить лишь диффрактированный свет. При установлении в кварце стоячих ультразвуковых волн последний будет меняться в интенсивности с частотой ультразвука. Ультразвуковые прерыватели выгодно отличаются от применяющегося для тех же целей конденсатора Керра с большой светосилой.

Мы не будем останавливаться на других технических применениях ультразвука. Они весьма многочисленны, и их описание заняло бы слишком много места.

В заключение остановимся на весьма любопытном примере использования ультразвука в природе на ультразвуковой локации у летучих мышей.

Как известно, летучие мыши, несмотря на очень плохое зрение, прекрасно ориентируются не только при свете, но и в абсолютной темноте. Ещё первые опыты по исследованию поведения летучих мышей в различных условиях, поставленные в конце XVIII в. Спаланциани, отмечали исключительную роль органа слуха в ориентировке летучих мышей. Однако долгое время оставалось загадочным, каким образом летучая мышь с помощью только органов слуха может безошибочно определять местоположение предметов, их форму и размеры. Лишь в 1945 г., благодаря работе двух биологов, Галамбоса и Гриффина, была внесена ясность в этот вопрос. Галамбосу и Гриффину удалось установить, что летучие мыши излучают короткими импульсами, до 0.01 сек.,



Фиг. 6. Ультразвуковой модулятор света.

ультразвук, частоты которого лежат в пределах от 35 до 70 кгц. Отражённые от препятствий ультразвуковые импульсы воспринимаются ушами, которыми летучие мыши «слышат» ультразвуки почти до 100 кгц, и по времени, прошедшему от издания ультразвукового «крика» до восприятия его эха от препятствия, животные безошибочно определяют расстояние до последнего. Такой способ ориентации, по аналогии с радиолокацией, можно назвать ультразвуковой локацией. Весьма курьёзен тот факт, что одно из последних и крупнейших достижений техники уже использовалось в природе задолго до появления у человека какого-либо представления об ультразвуке вообще. Впрочем, это можно сказать и о многих других достижениях человеческой техники.

Считаем не лишним привести следующий перечень применений ультразвука, заимствованный из журнала «Electronics» (№ 20, 1947):

Исследование упругих свойств твёрдого тела; измерение колебательных напряжений

а строительных материалах; измерение упругости нитей; обнаружение рыбных стай; геофизические изыскания; измерения глубины жидкости в скважинах; гидрографические исследования; применение в навигации; молекулярное перераспределение под влиянием ультразвука; обнаружение пузырьков воздуха; уничтожение бактерий стафилококка; разрушение кристаллов сульфатазола для более быстрой реакции; смешивание порошкообразных металлов; обнаружение дефектов металлических образцов; обнаружение айсбергов; эмульсификация, делающая некоторые продукты (мороженое, майонез) более тягучими; ускорение старения вин и спиртных напитков; ускорение химических реакций; преобразование химических смесей; стимулирование уничтожения бактерий в пище; подводная сигнализация; исследование глубины моря ультразвуковым эхом; обработка злаков для стимуляции роста растений; увеличение урожая; флокуляция взвешенных частиц или пузырьков газа в жидкостях; преобразование структуры кристалла; уничтожение маленьких рыбок и головастиков; нагревание среды, поглощающей ультразвук; получение эмульсии масла и воды; получение эмульсии ртути и воды; сверление стекла стеклом; дисперсия металла у катода во время электролиза; увеличение реакции окисления; изменение кол-

чества крахмала в декстрине; разложение каучука и желатина; получение более мелкой структуры у металлов; ускорение однородного застывания стали; дегазация жидкости; освобождение расплавленных металлов от газов; коагуляция аэрозолей; ослабление промышленного дыма; испытание металлов на твёрдость; испытание металлов на разрушение; увеличение вирулентности бактерий; уменьшение вирулентности бактерий; обработка пластика для одежды; обработка краски на большую плавность и уменьшение времени высушивания; кавитация; испытание вибрации самолётов; дисперсия тумана; исследование автомобильных шин на разрыв и другие применения.

*

Читателям, интересующимся ультразвуком и для которых сведения, приведенные в настоящей статье, представляются недостаточными, можно предложить следующую обзорную литературу по ультразвуку:

1. Н. Малов. Успехи физических наук, т. 15, стр. 52, 1935.—2. Шмидт. Успехи химии, № 3, 1936.—3. Гидеманн. Успехи физических наук, т. 16, стр. 586, 1936.—4. И. Г. Михайлов. Вестник Ленинградского университета, № 3, 1947.—5. L. Bergmann. Ultraschall, Berlin, 1939.—6. E. Hiedemann. Ultrashallerforschungen, Berlin, 1939.

СОЛНЕЧНАЯ ПОСТОЯННАЯ

Проф. Н. Н. КАЛИТИН

Вопрос о постоянстве солнечного излучения в настоящее время — один из основных вопросов актинометрии. Так как солнечная лучистая энергия является практически единственным источником притока энергии для земного шара, то для нас далеко не безразлично состояние этого источника энергии. Остаётся ли излучение солнца постоянным? Увеличивается ли оно со временем или уменьшается? Как происходит это изменение: непрерывно или с колебаниями в ту или другую сторону? Какова продолжительность этих колебаний? Поэтому вопрос о солнечной постоянной привлекал внимание специалистов уже давно; им занимались астрономы, физики, геофизики. Напомним, что солнечной постоянной называется то количество тепла солнечной радиации, которое падает на площадь 1 см^2 в 1 минуту на границе атмосферы, при среднем расстоянии между землёю и солнцем, причём эта площадь расположена к потоку солнечной радиации перпендикулярно.

Вычисление величины солнечной постоянной очень сложно; надо определить величину напряжения солнечного излучения на границе земной атмосферы, а производить непосредственные измерения радиации мы можем, находясь только в самых нижних слоях атмосферы или на небольшой высоте над уровнем моря.

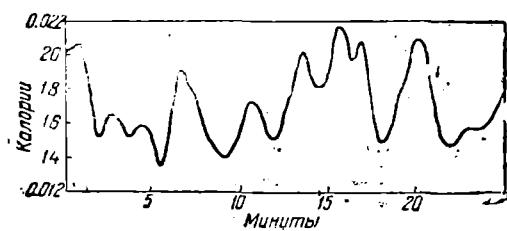
Существуют два основных метода вычисления величины солнечной постоянной.

Первый метод основан на одновременном измерении напряжения солнечной радиации в двух пунктах, расположенных на разных высотах над уровнем моря и на небольшом расстоянии один от другого в горизонтальном направлении, и экстраполяции полученных величин на границу атмосферы. Этот метод сейчас применяется редко.

Второй метод, который широко используется в последнее время, заключается в измерении напряжения солнечной радиации в течение дня при различных высотах солнца над горизонтом, когда солнечный луч проходит различные по величине массы атмосферы. Находят из наблюдений закономерность увеличения интенсивности радиации при уменьшении массы атмосферы, проходящей солнечным лучом и, используя эту закономерность, вычисляют величину солнечной радиации для границы атмосферы (солнечная постоянная). Для того, чтобы найти зависимость измеряемой солнечной радиации только от высоты солнца, надо быть уверенным, что за время измерений прозрачность атмосферы не менялась, а это бывает сравнительно редко, особенно при небольших высотах над уровнем моря.

Прозрачность атмосферы может меняться не только ото дня ко дню, но часто в течение дня претерпевает большие изменения^[1]. Для примера быстрых колебаний прозрачности атмосферы приведена фиг. 1, на которой дано изменение интенсивности радиации неба около солнца, обусловленное изменением прозрачности атмосферы. На этом рисунке дана радиация с площади 6° вокруг солнца, выраженная в калориях, по наблюдениям в Павловске 10 мая 1931 г. за 25 минут. Как видно даже за такой короткий промежуток времени интенсивность радиации, а следовательно и прозрачность атмосферы, непрерывно менялась. День 10 мая был безоблачный, но на высоте отмечен значительный ветер. Колебания прозрачности были обусловлены тем, что над местом наблюдения проносились массы воздуха различных радиационных свойств. Поэтому, для того чтобы при определении величины солнечной по-

стоянной работать в наилучших условиях прозрачности атмосферы, наблюдательные станции устраивают на горах, на значительной высоте, где и атмосфера прозрачнее и прозрачность её обладает большей устойчивостью. Этот метод определения солнечной постоянной по наблюдениям с одного пункта распадается на два метода, так называемые «длинный» и «короткий».



Фиг. 1. Интенсивность околосолнечного сияния.

Первый, т. е. «длинный», заключается в применении формулы Лямберта—Буге, дающей связь между наблюдаемой величиной напряжения солнечной радиации, прозрачностью атмосферы и высотой солнца над горизонтом. Измеряется с помощью болографа распределение энергии в солнечном спектре при различных высотах солнца, и одновременно же измеряется напряжение солнечной радиации с помощью пиргелиометра.

Так как формула Лямберта—Буге точна только для монохроматического излучения, то на болограмме выбрано 40 отдельных участков спектра, расположенных между 0.34—2.5 μ , и на основании измерения болограмм вычисляется для каждого из 40 участков спектра напряжение солнечной радиации на границе атмосферы. Вычисление выполняется довольно быстро с помощью ряда специальных таблиц.

Такая обработка даёт возможность получить кривую распределения солнечной энергии по спектру для границы атмосферы. В полученную кривую вводятся поправки на неучитываемое болографом поглощение озона в крайней ультрафиолетовой части солнечного спектра, а также и на крайнюю инфракрасную часть. Так как одновременно с работой спектро-

болографа производятся измерения напряжения солнечной радиации с помощью пиргелиометра, то это даёт возможность по имеющимся спектроболограммам получить напряжение полного потока солнечной радиации на границе атмосферы, выраженное в калориях, т. е. величину солнечной постоянной. При применении этого метода приходится также вводить поправки на ослабление солнечной радиации в оптике самого прибора. Данный метод позволяет в день получить, большей частью, одну величину солнечной постоянной, редко две; а так как точность получаемых результатов зависит от сохранения постоянства прозрачности атмосферы за время наблюдений, то в последнее время этот метод был оставлен, и с 1919 г. введён в работу новый, который получил название «короткого».

Результаты вычислений величины солнечной постоянной по «короткому» методу менее зависят от атмосферных влияний, и сами вычисления производятся значительно проще и быстрее. Для работы по этому методу была найдена возможность эмпирически выразить наблюдаемые коэффициенты прозрачности атмосферы для выбранных 40 участков спектра в виде функции яркости неба около солнца (околосолнечное сияние). Эту яркость можно измерить пиранометром, специально сконструированным для таких измерений. Благодаря этому, поправки на величину солнечной радиации, зависящие от прозрачности атмосферы можно вносить просто и быстро, не так, как при «длинном» методе.

«Короткий» метод был настолько усовершенствован и оказался в работе настолько удобным, что 5 самостоятельных величин солнечной постоянной можно получить двум наблюдателям в течение 5 часов работы. Оба этих метода были разработаны в Смитсоновском институте в Америке. Более детальное описание этих методов можно найти в статье В. Г. Фесенкова [2].

Первые попытки определить величину солнечной постоянной были сделаны более 100 лет назад (1837).

Интересно посмотреть, как изменялась величина солнечной постоянной, определённая за прошедший промежуток времени. Сводка этих величин приведена в табл. 1. Впервые величина солнечной постоянной была определена Пулье во Франции в 1837 г. Пиргелиометр Пулье состоял из небольшого цилиндрического серебряного сосуда с малой высотой и большим основанием. Передняя поверхность сосуда, обращённая к солнцу (основание), покрыта сажой и расположена так, что солнечные лучи во время измерения радиации солнца падают на неё перпендикулярно.

В сосуд помещался термометр, резервуар которого находился в его центре. Сосуд вплотную наполнялся водой. Производилось измерение повышения температуры воды за определённый промежуток времени. Зная теплоёмкость воды и сосуда, можно было вычислить количество солнечной лучистой энергии, выраженное в калориях, упавшее в единицу времени на единицу поверхности, т. е. определить величину напряжения солнечной радиации. Прибор был малосовершенным, инертным; для измерения одного значения величины напряжения солнечной радиации требовалось 20 минут (современные

приборы требуют только 10—15 секунд).

Но все-таки пиргелиометр Пулье дал возможность впервые более или менее точно измерить солнечную радиацию и вычислить величину солнечной постоянной: получилось 1.79 калорий; как видно, величина, сравнительно мало отличающаяся от современных самых лучших определений (см. последнее число табл. 1 — 1.88 кал.).

Все числа, характеризующие величину солнечной радиации, приводимые в табл. 1, а также и везде в этой статье, выражены в европейской шкале. К сожалению и сейчас нет ещё единообразия в величинах, измеряющих напряжение солнечной радиации; существуют две шкалы: американская и европейская; последняя даёт величины радиации, приблизительно, на 3.5% меньше американской. В одних странах принята американская, в других — европейская шкала. У нас, в СССР, принята европейская.

В России впервые солнечная постоянная была определена 58 лет назад инженером Савельевым в Киеве, с помощью актиометра Виоля—Савельева; затем пулковским астрономом А. П. Ганским в 1897 и 1900 гг., причём измерения радиации

ТАБЛИЦА 1
Величины солнечной постоянной

Годы	Автор	Солнечная постоянная (в кал.)	Годы	Автор	Солнечная постоянная (в кал.)
1837	Пулье	1.79	1901	Вестман	2.1
1842	Форбс	2.82	1902	Ланглей	2.54
1850	Хаген	1.9	1902	Экснер	2.0
1855	Радо	1.82	1902—1903	Жансен	2.2
1860	Хаген	1.9	1903	Кимбал	2.2
1872	Форбс	2.8	1903	Шейнер	2.26
1875	Виоль	2.59	1903	Аббот	2.28
1878	Крова	2.32	1902—1906	Онгстрем	2.17
1881	Лефай	2.2	1902—1907	Аббот и Фоул	2.1
1884	Ланглей	3.06	1907	Алесандри	2.1
1888	Крова	3.0	1905—1908	Кимбалл	2.02
1889	Пернтер	2.65	1908	Шейнер	2.3
1889	Савельев	3.16	1908	Аббот и Фоул	2.1
1890	Онгстрем	4.00	1909	Алесандри	2.09
1896	Крова и Худайль	2.9	1902—1912	Смитонианск. инст. фонд	1.86
1896	Валло	1.7	1915	Калитин	1.83
1896	Онгстрем	2.0	1912—1919	Калитин	1.83
1897	Крова и Ганский	3.4	1931	Фесенков	1.88
1898	Риццо	2.5	1929—1939	Аббот	1.88
1900	Ганский	3.3			

солнца он производил на вершине горы Монблан в Швейцарии, на высоте 4800 м.

В СССР солнечная постоянная была определена впервые Н. Н. Калитиным^[3] по наблюдениям в Павловске в 1920 г., а затем В. Г. Фесенковым^[4].

Первая половина табл. 1 содержит величины, полученные из отдельных измерений или небольшого числа их, во второй же имеются величины, полученные как средние из тысяч отдельных измерений; например величины, принадлежащие Смитсоновскому институту и Абботу.

Величины солнечной постоянной относятся, как это обыкновенно принято, к среднему расстоянию между землёю и солнцем; в зависимости же от изменения этого расстояния в годовом цикле, величина солнечной постоянной в течение года меняется на $\pm 3.5\%$. Как происходят эти изменения видно из табл. 2, в которой даны величины на первое число каждого месяца.

Из табл. 1 видно, что величины солнечной постоянной менялись в пределах от 1.7 кал. (Валло) до 4.00 кал. (К. Онгстрем). Конечно колебания в таком диапазоне не реальны, и, без сомнения, они обусловлены как неточностью самих измерений напряжения солнечной радиации, особенно в более ранние годы (актинометры: Пулье, Крова, Виоля, Виоля — Савельева), так и несовершенством самого метода определения величины солнечной постоянной. Это доказывается как тем, что со времени начала вычисления солнечной постоянной отдельные значения её всё меньше и меньше отклоняются от средней величины, так и тем, что с введением в работу новой методики или новой аппаратуры колебания уменьшаются скачком. Наиболее длительные ряды величины солнечной постоянной получены в Америке в

Смитсоновском институте Абботом и его сотрудниками. В «Анналах» этого Института неоднократно приводились большие сводки величин солнечной постоянной. В последнем, 6-м, опубликованном томе «Анналов»^[5] приведено в табл. 24 около 19 тысяч величин солнечной постоянной с 1923 по 1939 гг. В таблице, кроме самой величины солнечной постоянной, даны: время измерения, количество осаждённой воды, масса атмосферы, проходящей солнечной радиацией, напряжение солнечной радиации, напряжение радиации около солнечного сияния. Эта таблица содержит богатый материал, позволяющий делать сопоставления между величиной солнечной постоянной и различными процессами и явлениями на земле и в атмосфере.

Для определения величины солнечной постоянной Абботом с 1902 г. в разное время были организованы актинометрические станции в разных местах земного шара, например: в Северной Америке — гора Вильсон, Столовая гора; в Южной Америке — Монтецума, Калама; в Африке — Бассур, гора Буркале, гора Санта-Катерина недалеко от Египта, и ряде других мест. В настоящее время, с 1939 г. непрерывно работают три станции, находящиеся в Северной Америке, Южной Америке и Мексике.

Наличие большого числа станций для определения величины солнечной постоянной позволило поставить ценный контроль над точностью вычисления этой величины, сравнивая результаты, полученные одновременно на разных пунктах. Если применяемый метод вычисления безупречен, то где бы на земном шаре одновременно ни определялись величины солнечной постоянной, они должны быть одинаковы, так как это величины солнечной радиации на границе

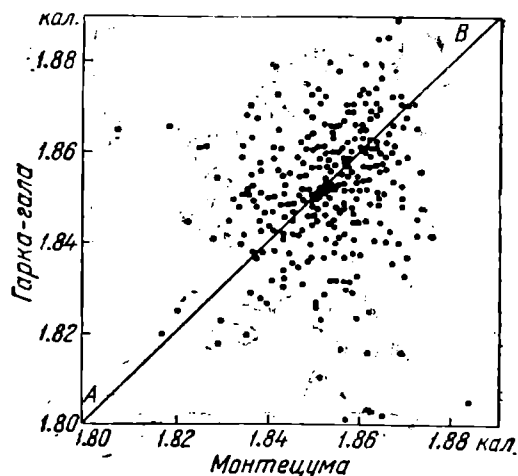
ТАБЛИЦА 2

Величины солнечной постоянной в зависимости от изменения расстояния между землёю и солнцем

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Солнечная постоянная	1.936	1.928	1.908	1.875	1.844	1.820	1.811	1.817	1.838	1.857	1.900	1.925 кал.

атмосферы (с исключением влияния земной атмосферы).

Такие одновременные сравнения показали, что для отдельных измерений расхождения бывают довольно значительными и только в средних величинах получают удовлетворительные совпадения. Это наглядно подтверждается фиг. 2. Здесь приве-

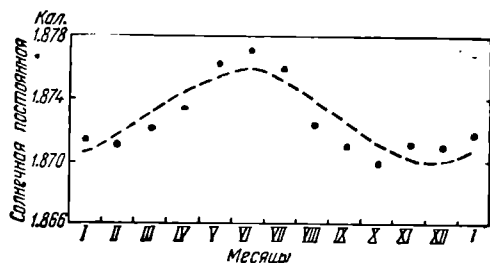


Фиг. 2. Солнечная постоянная по одновременным определениям с двух пунктов.

дены результаты одновременных определений величины солнечной постоянной по измерениям в Монтецума (Южная Америка), высота около 3000 м, и Гарка-Гала (Северная Америка), высота 1700 м. Один пункт лежит в Южном полушарии, а другой в Северном. В обоих пунктах применялась одна и та же методика наблюдений и вычислений. Если бы методика была безупречной, то величины солнечной постоянной, полученные при одновременных наблюдениях, должны были бы получаться одинаковыми, и точки разместились бы по прямой *AB*, расположенной по диагонали, что, как видно из рисунка, получается только в исключительных случаях. На фиг. 2 виден большой разброс точек, который указывает на то, что применяемая методика, несмотря на значительное её усовершенствование в последнее время, всё-таки ещё не вполне удовлетворительна.

Баур в 1932 г., критически разбирая опубликованные Абботом вели-

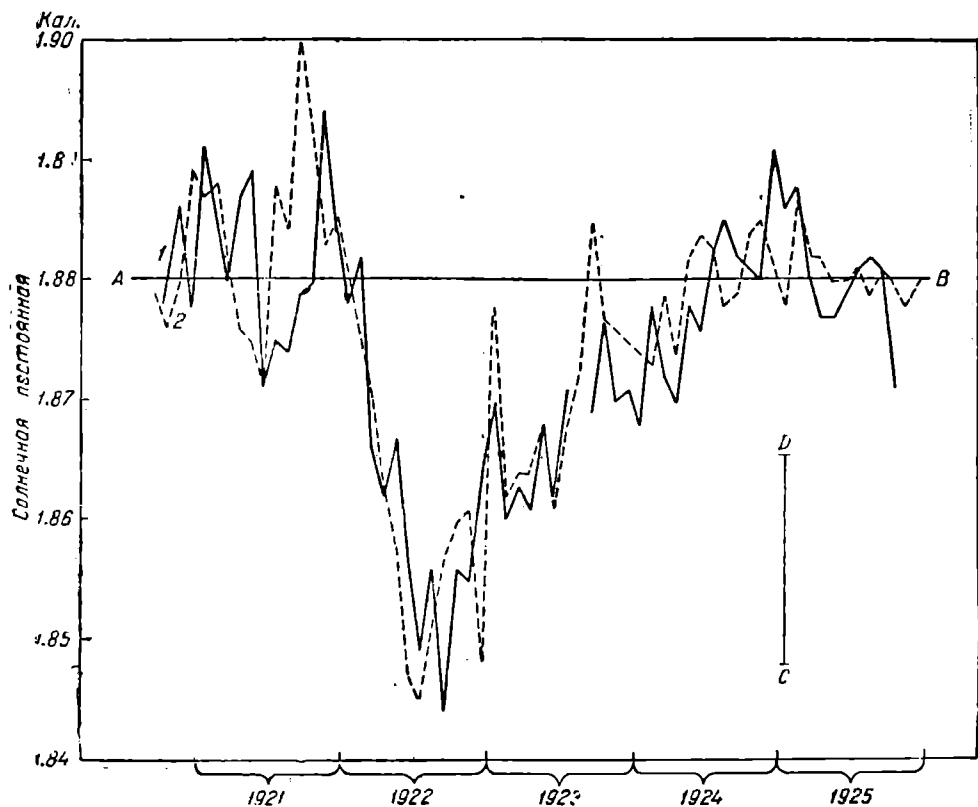
чины солнечной постоянной, нашёл [6], что, будучи вычислены и по новому методу, т. е. «короткому», они всё-таки не свободны от искажающего влияния земной атмосферы. В доказательство приводим фиг. 3, на которой чёрными кружками даны средние месячные величины солнечной постоянной за 1924—1930 гг. Виден хорошо выраженный годовой ход. Это указывает на то, что и при данном методе не исключается полностью влияние земной атмосферы на получаемые результаты вычислений.



Фиг. 3. Средние месячные величины солнечной постоянной.

Таким образом, надо считать, что и сейчас нельзя ещё говорить о том, что применяемая методика вполне пригодна. Особенно это относится к отдельным измерениям, которые вычисляются с точностью до десятых долей процента. В тех же случаях, когда требуется меньшая точность, например при выводе средних месячных величин, получаются вполне удовлетворительные результаты, что видно из фиг. 4, на которой дан ход средних месячных величин солнечной постоянной с 1921 по 1925 г., по одновременным измерениям на двух станциях: Гарка-Гала — непрерывная кривая и Монтецума — пунктирная. Хорошо видно согласованное падение радиации с начала 1922 г. и до середины 1924 г., доходящее, по отношению к многолетней средней, до 2% в середине 1922 г. Обе кривые изменяются всё время почти одинаково. Линия *AB* на рисунке даёт среднюю многолетнюю величину, а длина линии *CD* равняется одному проценту изменения солнечной постоянной.

Чтобы показать, как изменяется



Фиг. 4. Средние месячные величины солнечной постоянной по одновременным наблюдениям с двух пунктов.

1—Гарка-Гала, 2—Монтецума.

солнечная постоянная от года к году, в табл. 3 приведены среднегодовые величины её с 1921 по 1939 г.

ТАБЛИЦА 3

Среднегодовые величины солнечной постоянной

Год	Солнечная постоянная (в кал.)	Год	Солнечная постоянная (в кал.)
1921	1.882	1931	1.879
1922	61	1932	76
1923	70	1933	78
1924	80	1934	80
1925	80	1935	80
1926	73	1936	80
1927	76	1937	78
1928	75	1938	80
1929	75	1939	1.878
1930	1.878		

Как видно, от года к году величина солнечной постоянной меняется совсем незначительно, в пределах точности актинометрических измерений.

Наибольшее отклонение от средней было в 1922 г., но и оно достигало только 1%. Особый интерес представляет возможность существования колебаний солнечной постоянной короткого периода. Лет 15—20 тому назад в специальной литературе была большая дискуссия по этому вопросу, особенно в связи с возможностью влияния колебаний солнечной постоянной на изменения погоды.

Приводились будто бы достаточно убедительные случаи связи между этими двумя явлениями. Марвин, изучив все величины солнечной постоянной, опубликованные Абботом, указал на то, что получаемые величины колебаний находятся в явной зависимости от способа измерения величины напряжения солнечной радиации и метода вычисления солнечной постоянной. С 1902 по 1919 г., когда наблюдения производились в Вашингтоне, а для вычислений

применялся «длинный» метод, колебания временами доходили до 10%, когда же с 1919 г. перешли к наблюдениям на высокогорных станциях, а вычисления стали делать по «короткому» методу, амплитуда колебаний снизилась до 0.5%, т. е. до предела точности актиметрических наблюдений.

Появление и исчезновение пятен на солнце указывает на изменение его деятельности со временем, что и было подтверждено одиннадцатилетним периодом солнечных пятен и других явлений на солнце. Поэтому вполне естественно было ожидать и изменения величины солнечной постоянной в связи с изменением солнечной активности, в частности с числом солнечных пятен — числа Вольфа.

Онгстрем [7], обработав величины солнечной постоянной, полученные Абботом за три года (1915—1917), и сопоставив их с солнечными пятнами, дал формулу, связывающую эти два фактора. График этой зависимости, построенный Онгстремом по наблюдениям за 10 лет (1918—1927), показал, что с увеличением числа солнечных пятен величина солнечной постоянной сначала растёт довольно быстро, затем рост уменьшается, максимум кривой получается около 60—100 солнечных пятен, и в дальнейшем, с увеличением числа пятен, солнечная постоянная уже не увеличивается, а уменьшается. Дано было, как казалось, довольно правдоподобное объяснение такому виду кривой. Существенно было найденную зависимость проверить на более обширном материале.

Недавно работа в этом направлении была выполнена Альдричем [8]. Как уже было указано выше, в 6-м томе «Анналов» Смитсоновского института опубликованы материалы по вычислению величины солнечной постоянной за 17 лет; к этому материалу, к 1945 г., когда была выполнена Альдричем работа, можно было прибавить результаты наблюдений ещё за 5 лет, с 1940 по 1944 г. Таким образом получилась таблица, содержащая величины солнечной постоянной за 22 года (1923—1944).

включающая в себя двойной пятнообразовательный цикл солнца, минимумы в 1923, 1933 и 1944 гг., и максимумы в 1928 и 1937 гг.

Так как материал по наблюдению солнечных пятен получается непрерывно, то явилась возможность изучить связь между солнечной постоянной и солнечными пятнами на достаточно обширных рядах наблюдений.

Были получены среднемесячные значения чисел Вольфа из тех дней наблюдений, для которых имелись величины солнечной постоянной. Всего с 1923 по 1944 г. получилась 251 величина солнечной постоянной и такое же количество чисел солнечных пятен. Эти величины были разбиты на 10 групп, в возрастающем порядке числа солнечных пятен. Полученная зависимость показана в табл. 4.

ТАБЛИЦА 4

Соотношение между числом солнечных пятен и солнечной постоянной

Солнечные пятна	Солнечная постоянная (в кал.)
2	1.8768
8	69
14	82
21	50
31	50
45	77
58	77
68	74
82	76
101	1.8759

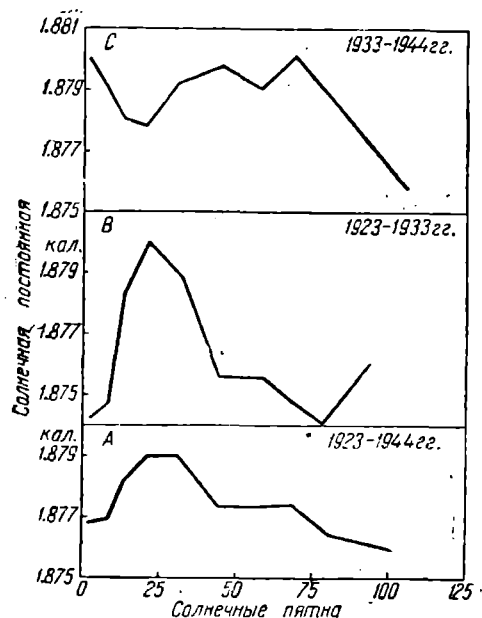
Если табл. 4 представить в графическом виде, то получается кривая А, приведенная в нижней части фиг. 5. Эта кривая показывает увеличение величины солнечной постоянной при увеличении пятен от нуля до 20—30, затем, при продолжающемся росте числа пятен, солнечная постоянная почти непрерывно уменьшается.

Солнечная постоянная от максимальной величины 1.8790 кал. меняется до 1.8759 кал., т. е. изменяется на 0.0031 кал., что составляет всего около 0.16%. Это такая малая величина, что говорить об изменении вообще рискованно.

Ещё более неопределённые результаты получаются, если разбить материал на две группы, по каждому

из циклов пятнообразовательной деятельности солнца отдельно, первая группа от минимума в июне 1923 г. до минимума в сентябре 1933 г. и вторая — от минимума в сентябре 1933 г. до минимума в мае 1944 г. Результаты сопоставления для этих случаев приведены на фиг. 5: кривая *B* — для первой группы и кривая *C* — для второй.

Получились совершенно неопределённые выводы. Кривые *B* и *C* имеют



Фиг. 5. Солнечная постоянная и солнечные пятна.

почти полностью обратный ход. *B* растёт от малых значений солнечной постоянной до числа пятен 20, потом опускается при числе пятен 80 до исходной величины, и затем снова растёт. Кривая *C*, при нулевом числе солнечных пятен, берёт начало при больших величинах солнечной постоянной, идёт вниз, имея минимум при числе пятен 20, затем опять растёт, достигая максимума при числе пятен 70, после чего круто падает. Амплитуда в среднем составляет около 0.30%, т. е. в два раза более, чем для кривой *A*.

Таким образом при такой группировке материала результаты оказываются ещё более неопределёнными. Надо признать, что выводы, полученные ранее Онгстремом, были случай-

ными, как базирующиеся на недостаточном количестве материала, и приходится считать, что к настоящему времени связи между пятнообразовательной деятельностью солнца и величиной солнечной постоянной не обнаружено, хотя в отдельных случаях прохождение через солнечный меридиан больших групп пятен и вызывает изменение величины солнечной постоянной. Характерным примером этого явилось прохождение большой группы пятен 22 марта 1920 г., которое, по наблюдениям Аббота, сопровождалось уменьшением величины солнечной постоянной на 6%.

Могут ли изменения солнечной постоянной сопровождаться изменением погоды? Вопрос очень интересен, и впервые более широко он был поставлен Клейтоном. Много было выполнено работ для выяснения этой связи как самим Клейтоном, так его учениками и последователями. Но так как сами величины изменения солнечной постоянной очень малы, порядка всего 0.5%, то очень трудно связать их с изменениями погоды, тем более, что погода представляет весьма сложный комплекс процессов, и очень часто трудно, а иногда и невозможно, разобраться в имеющихся зависимостях. Но можно подметить связь между изменениями солнечной постоянной и некоторыми элементами погоды. Так В. Г. Фесенков^[2], разбирая работы Аббота, относящиеся к этому вопросу, говорит: «Главный аргумент его заключается в том, что колебания солнечной постоянной оказывают влияние на температуру земной поверхности. Он рассматривает ход температуры в течение 16 дней за наблюдаемыми изменениями солнечной постоянной и находит, что изменение температуры всегда имеет место, хотя в различных местах ведёт себя различно. В 46 случаях особенно резко выраженных солнечных изменений следующий за ними температурный эффект вдвое превышает обычные изменения температуры. Решительное подтверждение связи солнечной постоянной с температурой земной поверхности Аббот видит в том, что коэффициент корреляции между температурными отклонениями и измене-

ниями солнечной постоянной составляет — 0.543 ± 0.049 для 16-дневного интервала, следующего за изменениями на солнце, но только 0.111 ± 0.060 для того же интервала, взятого до рассматриваемого изменения. Он считает, таким образом, что небольшие изменения солнечной постоянной, порядка 0.7%, способны производить колебания в земной температуре, достигающие до 10°C .

Во всяком случае, вопрос о влиянии изменений солнечной постоянной на погоду, далеко ещё не решённый, подлежит дальнейшему всестороннему изучению, так как решение его в ту или иную сторону имеет большое практическое значение.

Представляет интерес изучение солнечной постоянной не только для интегрального потока радиации, но и для отдельных областей спектра. Специально поставленные наблюдения показали, что особенно значительные колебания величины солнечной постоянной происходят в ультрафиолетовой области спектра, достигая там до 5%, тогда как для интегрального потока радиации в то же время изменения не превышают нескольких десятых долей процента.

Большое значение представляет определение солнечной постоянной для видимой радиации, так называемая световая солнечная постоянная. Знание этой величины позволит изучать прозрачность атмосферы (коэффициент прозрачности и фактор мут-

ности) применительно к глазу человека. По определениям В. В. Шаронова^[9], световую солнечную постоянную надо считать равной 135 000 люксов. Систематические, изо дня в день измерения солнечной постоянной ещё не производились, и такие исследования необходимо поставить.

Какую же величину солнечной постоянной, в среднем, сейчас надо считать более достоверной? Аббот, анализируя весь громадный материал, опубликованный в 6-м томе «Анналов», находит, что за таковую надо принять 1.945 кал. по американской шкале или 1.877 кал. в европейской шкале.

Л и т е р а т у р а

- [1] Н. Н. Калитин. Новый метод изучения прозрачности атмосферы. Журн. геофиз., т. III, № 2/3, 1933. — [2] В. Г. Фесенков. О периодичности солнечной постоянной в связи с прогнозами погоды. Усп. астр. наук, т. III, 1947. — [3] Н. Н. Калитин. Солнечная постоянная по наблюдениям в Павловске. Изв. Главн. физ. обс., № 2, 1920. — [4] В. Г. Фесенков. Определение солнечной постоянной. Изв. Акад. наук СССР, 1931. — [5] Annals of the Astrophysical Observatory of the Smithsonian Institution, Washington, 6, 1942. — [6] F. Baur. Changes in the solar constant of radiation. Mon. Weath. Rev., v. 60, 1932. — [7] A. Angström. The solar constant, the solar spot and the solar activity. Astroph. Journ., № 1, 1922. — [8] L. Aldrich. The solar constant and sunspot numbers. Smiths. Miscell. Coll. v. 104, № 12, 1945. — [9] W. W. Sharonow. New determinations of the luminous solar constant. Уч. зап. Ленингр. Гос. ун-в., № 12. Сер. матем. наук (астрономия), т. III, в. II, 1937.

МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЖИДКОСТИ

И. В. РАДЧЕНКО

1. Введение

Ещё совсем недавно неожиданными и странными могли бы показаться такие словосочетания, как «твёрдость жидкости», «хрупкость жидкости» и «прочность жидкости на разрыв». Пожалуй, не менее странным представлялось бы выражение «текучесть монокристаллов», особенно, если заранее было заявлено, что речь будет идти не о скольжении атомных слоёв друг по другу, а о течении, обладающем всеми чертами, типичными для жидкости.

Недоумение могло быть вызвано привычкой сближать жидкое состояние с газообразным и противопоставлять его твёрдому — кристаллическому.

Жидкости тем отличаются от газов, что в них немного меньше беспорядка в размещении и движении молекул, чем в газах, зато в кристаллах — совсем иное, там — идеальный порядок. Таким образом различие между газом и жидкостью только количественное, но различие между жидкостью и кристаллическим состоянием качественное, принципиальное. Так думали прежде.

Но в наши дни всё более и более укрепляется представление, что нет резких граней между жидким и твёрдым состоянием. Выяснилось, что жидкости могут обладать свойствами, которые прежде считались присущими только твёрдым телам. Наоборот, у твёрдых тел, даже у таких наиболее типичных, какими являются монокристаллы, при известных условиях обнаруживаются свойства, характерные для жидкого состояния. Так стираются резкие границы между «жидким» и «твёрдым».

Мы говорим, что свойства, казалось бы несовместимые с жидким состоянием, просто остаются нами незамеченными, потому что они обычно «маскируются» другими, до некоторой

степени им противоположными. Так, например, твёрдость жидкости «маскируется» её текучестью. Но стоит только создать условия, при которых маскирующий эффект устраняется, чтобы прежде скрытые от нас свойства проявили себя в полной мере. Так, вода при известных условиях действует на корабельный винт подобно самой твёрдой стали. С другой стороны, и твёрдые тела, даже кристаллические, под большим давлением могут течь, как жидкости.

Развитию и углублению наших представлений о близости между твёрдым и жидким состояниями много содействовали теоретические работы Я. И. Френкеля [1], в течение многих лет защищающего мнение о принципиальной возможности непрерывности между твёрдым и жидким состояниями, вполне аналогичной непрерывности между газом и жидкостью, предсказываемой уравнением Ван-дер-Ваальса в области «сверхкритических температур».

2. Твёрдость жидкости

Жидкости принято считать текучими, но не твёрдыми. Однако молекулярная теория показывает нам, что это неверно и, даже более, неверно самое противопоставление твёрдости и текучести.

В самом деле, в чём состоит текучесть тела, в частности жидкости? В том, что молекулы жидкости легко поддаются воздействию внешней силы, перемещаясь в направлении этой силы и не возвращаясь на прежнее место, как бы ни было мало смещение. Однако это возможно лишь при условии, что внешняя сила действует на жидкость в одном и том же направлении в течение достаточно долгого времени. Как велико должно быть это время? На этот вопрос мы легко найдём ответ, если воспроизве-

дём в своём воображении картину молекулярного движения в жидкости.

Молекулы жидкости находятся в состоянии колебательного движения около центров, не остающихся неподвижными, как в кристаллах, но время от времени перемещающихся с места на место. Время τ , в течение которого центр колебаний молекулы остаётся неподвижным, мы, следуя Френкелю, назовём временем «оседлой» жизни молекулы. Если продолжительность t действия внешней силы мала сравнительно с τ , то эта сила может вызвать только упругие смещения центров колебания молекул, исчезающие по прекращении действия силы. Таким образом жидкость в этом случае не течёт и противостоит действию внешней силы как упругое твёрдое тело. Но если внешняя сила действует в одну сторону в течение времени, значительно превышающего время «оседлой» жизни молекулы, то, очевидно, когда центры колебаний молекулы будут переходить в новое положение («переход молекулы на новую квартиру», или, по Френкелю, «пересадка»), внешняя сила сможет заставить молекулы перемещаться («пересаживаться») преимущественно в том направлении, в котором сама действует.

При обычных температурах время «оседлой» жизни молекулы порядка 10^{-13} сек., но с понижением температуры оно значительно удлиняется, согласно Френкелю, по формуле

$$\tau = \tau_0 \cdot e^{\frac{W}{kT}},$$

где W — энергия, необходимая для того, чтобы молекула могла оставить своё место и перейти на новое, соседнее.

Поэтому, чем ниже температура, тем дольше должна действовать сила в одном и том же направлении, чтобы вызвать текучесть.

Интересной иллюстрацией твёрдости жидкости, проявляющейся при кратковременном действии силы, служит следующий опыт. Заполним водой прочный деревянный ящик, оставив его открытым. Если прострелить этот ящик пулей из винтовки, он разлетается в щепки. Это объясняется

так. Во-первых, при кратковременном действии силы вытеснённая пулей вода не успела в достаточной мере переместиться в сторону свободной поверхности (малая текучесть), во-вторых, уменьшение объёма воды при внедрении в неё постороннего тела привело, вследствие её малой сжимаемости, к возникновению большого давления на стенки. Вариантом этого опыта является отламывание хвостика батавской слёзки в стакане с водой. Как известно, батавские слёзки представляют собою быстро затвердевшие стеклянные капли, полученные путём капания расплавленного стекла в воду. При отламывании хвостика большие внутренние напряжения, возникшие в слёзке при её изготовлении, взрывают слёзку. Если взорвать слёзку в пустом стакане, то разлетающиеся осколки не причинят ему никакого вреда, но при взрыве в стакане, наполненном водой, стакан лопаётся.

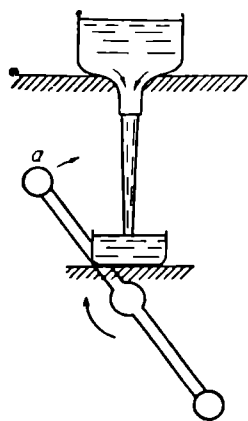
Таковы те давно известные демонстрационные опыты, которыми качественно подтверждаются вышеизложенные теоретические представления о соотношении между твёрдостью и текучестью жидкости.

Опыты, позволяющие сделать не только качественные, но и количественные выводы, описаны в следующем параграфе. Они показывают, вместе с тем, что жидкости не только тверды, но и хрупки.

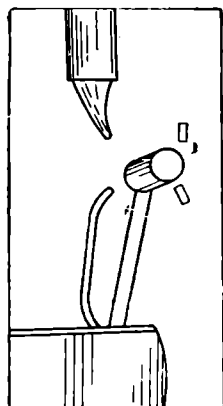
3. Хрупкость жидкости

Единственным пока экспериментальным исследованием хрупкости жидкостей являются опыты Корнфельда и Рывкина [2]. Схема опытов такова. Вязкая жидкость, изготовленная из смеси канифоли и трансформаторного масла, вытекает струей из отверстия в дне сосуда (фиг. 1). «Палец» n производит удар поперёк струи. Если взять смесь, вязкость которой около 5000 пуаз, что соответствует вязкости густого мёда, то при движении ударяющего «пальца» со скоростью более 23 м/сек. жидкая нить «ломается» — подобно хрупкому телу, и осколки летят в сторону движения «пальца», сохраняя свою форму, подобно осколкам разбитой стеклянной палоч-

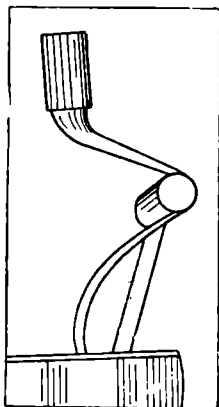
ки (фиг. 2). Но при меньшей скорости струя плавно разрывается подобно растягиваемому куску теста (фиг. 3).



Фиг. 1. Схема установки Корнфельда и Рывкина. Вязкая жидкость вытекает из отверстия в дне сосуда. Вращающийся копёр, снабжённый двумя «пальцами», разгоняется до требуемой скорости.



Фиг. 2. «Палец», движущийся со скоростью 23 м/сек., ударяет по струе вязкой жидкости слева направо. Происходит хрупкое разрушение. Летят «осколки» жидкости.



Фиг. 3. «Палец», движущийся с малой скоростью, ударяет по жидкой струе направо. Струя растягивается подобно куску теста.

Повторив опыт с жидкостями, имеющими различную вязкость, Корнфельд и Рывкин нашли, что, чем меньше вязкость, тем с большей скоростью должен двигаться «палец», чтобы вызвать хрупкое разрушение струи.

Может, однако, показаться странным, почему опыт производился с искусственно приготовленными жидкостями, а не с обычными. Ответ легко найти. Вязкость обычных жидкостей слишком мала, поэтому для хрупкого

разрушения нужны большие скорости ударяющего «пальца». Но при скоростях больше 300 м/сек. струя в упомянутых опытах разлеталась на столь мелкие брызги, что не было возможности отличить «осколки» от капелек.

4. Сжимаемость жидкостей

Как мы видели, наличие у жидкостей упругости формы (твёрдости) долгое время даже не подозревалось, и потому экспериментальное её изучение ещё только начинается. В противоположность этому объёмная упругость жидкостей изучается уже давно. Рассмотрим основные результаты.

Начало исследованиям сжимаемости жидкостей положено, повидимому, Ф. Бэконом. Он описал в 1620 г. неудачную попытку измерить сжимаемость воды. Наполненный водой свинцовый шар подвергался сильным ударам молота до тех пор, пока шар не покрылся росой от проступившей сквозь его стенки воды, но никакого изменения объёма обнаружено не было. Такая же неудача постигла флорентийских академиков¹ около 1667 г., которые повторили опыты с серебряным шаром вместо свинцового. С тех пор считалось, что вода несжимаема, вплоть до 1761 г., когда Джон Кантон^[3] не только обнаружил сжимаемость воды, но и измерил коэффициент сжимаемости с такой точностью, что найденный им коэффициент мало отличается от современного. Коэффициентом сжимаемости, как известно, называется относительное изменение объёма тела при изотермическом повышении давления на единицу,

$$\beta = -\frac{1}{v_0} \left(\frac{dv}{dp} \right)_T.$$

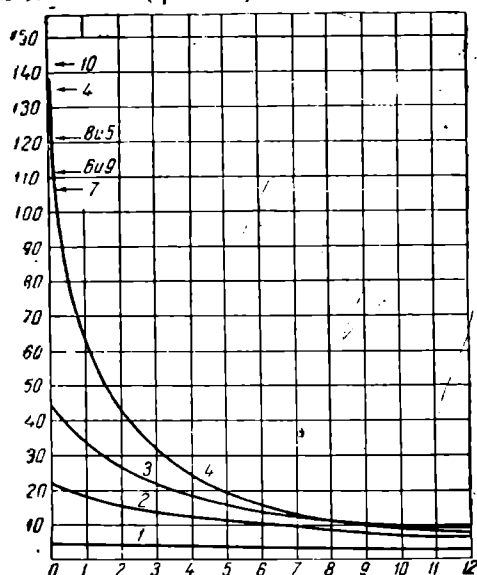
Наиболее систематические исследования сжимаемости воды и других жидкостей были предприняты Амага^[4] в период с 1869 по 1893 г. Амага.

¹ Несколько учёных, в том числе Торичелли, известный своими опытами над атмосферным давлением, Стено, являющийся одним из основоположников современной геологии, астроном Кассини, продолжатель астрономических изысканий Галилея, анатом Корелли и др. — основали в 1657 г. естественно-научное общество, названное ими «Accademia del Cimento» (академия опыта). Членов этого общества принято называть «флорентийские академики».

подвергая жидкости давлению до 3000 кг/см^2 , нашёл основные закономерности, которые были впоследствии подтверждены другими исследователями. Даже Бриджмен [5], применяя давления до 50000 кг/см^2 , не нашёл ничего существенно нового в явлениях сжимаемости жидкостей.

Основные результаты опытов Амага и Бриджмена над сжимаемостью жидкостей таковы:

1) Коэффициент сжимаемости всякой жидкости с повышением давления падает сперва быстро, а затем всё медленнее (фиг. 4).



Фиг. 4. Кривые зависимости сжимаемости от давления.

По оси абсцисс — давление в тысячах атмосфер, по оси ординат — увеличенные в миллион раз сжимаемости на атмосферу давления. Стрелки указывают начальные сжимаемости жидкостей. Цифры согласно тексту.

2) Сжимаемости разных жидкостей могут сильно отличаться друг от друга при небольших давлениях (даже более чем в десять раз). Но при высоких давлениях коэффициенты сжимаемости всех жидкостей близки друг к другу. Например, коэффициенты сжимаемости метилового спирта и глицерина, измеренные при атмосферном давлении, относятся между собой как $6.2:1$, но при давлении 12000 кг/см^2 отношение сжимаемостей этих двух жидкостей равно $1.34:1$.

Отсюда можно сделать вывод, что при высоких давлениях индивидуальные различия жидкостей начинают сглаживаться. Это утверждение, высказанное ещё Амага, на основе современных нам представлений о жидком состоянии получает следующее конкретное содержание. Жидкости отличаются друг от друга по своему строению. [6]. Это различие обусловлено строением самих молекул и характером сил взаимодействия между ними. Однако в строении различных жидкостей есть также нечто общее — это их «рыхлость». В жидкостях много «дырок», постоянно возникающих и закрывающихся в результате флуктуаций плотности. Следствием «рыхлости» является большая сжимаемость жидкости при малых давлениях, когда дырок много, и уменьшение объёма может осуществляться за счёт заполнения «дырок».

Но по мере возрастания давления число «дырок» в жидкости всё более и более сокращается, и вместе с тем растёт упорядоченность в её строении — размещение молекул всё более приближается к плотной упаковке. Таким образом, при больших давлениях у жидкостей появляется новая общая черта — плотная упаковка молекул. Как следствие этого, сжимаемости различных жидкостей при высоких давлениях мало отличаются друг от друга. И всё же некоторое отличие есть. Бриджмен нашёл, что даже при давлениях 12000 кг/см^2 детали строения молекул ещё оказывают своё влияние на сжимаемость. Наглядным примером может служить поведение изомеров нормального бутилового спирта и изобутилового спирта. Отношение объёмов равного веса для этих жидкостей при атмосферном давлении равно 1.0051 , а при давлении 12000 кг/см^2 оно равно 0.9901 . Таким образом, с повышением давления разность объёмов этих двух изомеров не только растёт, вместо того, чтобы уменьшаться, но, кроме того, жидкость, которая при атмосферном давлении была менее плотной, чем её изомер, под давлением 12000 кг/см^2 становится плотнее своего изомера. Можно предположить, что эта особенность сжимаемости жидкостей

объясняется различием в ориентации молекул друг относительно друга, обусловленным различием их строения.

Расширив область применяемых давлений до $50\,000\text{ кГ/см}^2$ и производя исследование 21 жидкости, Бриджмен пришёл к выводу, что при этих давлениях различия в сжимаемости разных жидкостей действительно почти исчезают.

Итак, сжимаемость жидкости можно считать состоящей из двух частей: 1) сжимаемости, обусловленной строением жидкости (структурная сжимаемость) и 2) сжимаемости за счёт уменьшения расстояния между молекулами (геометрическая сжимаемость). Первая меняется от жидкости к жидкости вследствие различия их строения, вторая мало связана с индивидуальными особенностями жидкости. При низких давлениях второй можно пренебречь сравнительно с первой, но при высоких давлениях первая почти утрачивает своё значение.

Сжимаемость жидкости с повышением температуры увеличивается. Однако зависимость сжимаемости от температуры тем меньше, чем больше давление. Вода в этом отношении представляет исключение. Коэффициент сжимаемости воды при малых давлениях сперва уменьшается с повышением температуры, становится минимальным приблизительно при 50°C , а затем растёт. Но при более высоких давлениях минимум сжимаемости воды становится всё менее заметным и, наконец, исчезает. Тогда сжимаемость воды подобно сжимаемости всех других жидкостей, с повышением температуры только увеличивается.

На фиг. 4 представлены кривые зависимости сжимаемости от давления для ртути (1), глицерина (2), воды (3) и метилового спирта (4) по данным Бриджмена. Если мы попробуем изобразить графически зависимость коэффициента сжимаемости от давления также и для других жидкостей, то обнаружим следующее:

1) Ни для одной жидкости начальный коэффициент сжимаемости ($p=0$) не будет столь низким, как для ртути. Кроме того, коэффициент сжимаемости ни для какой другой жид-

кости не изменяется с давлением так мало, как для ртути. Повидимому, малую сжимаемость ртути надо поставить в связь с тем, что она, как показывают рентгеновские исследования, уже при атмосферном давлении имеет строение, соответствующее плотной упаковке шаров [6]. Неудивительно поэтому, что под давлением $12\,000\text{ кГ/см}^2$ ртуть уменьшается в объёме не более чем на 4%.

2) Глицерин — наименее сжимаемая из всех исследованных до сих пор органических жидкостей, хотя, как видно, из графика (фиг. 4) его сжимаемость, по сравнению со ртутью всё же значительна.

3) Кроме воды, известны ещё две жидкости, $\text{C}_6\text{H}_5\text{Cl}$ и $\text{C}_6\text{H}_5\text{Br}$, которые имеют почти такую же начальную сжимаемость и почти такой же ход кривой зависимости сжимаемости от давления, как и вода. При давлении, равном $12\,000\text{ кГ/см}^2$, эти жидкости уменьшаются в объёме приблизительно на 20%.

4) Сероуглерод (5), этиловый спирт (6), изоамиловый спирт (7), бромистый этил (8), пропиловый спирт (9), изобутиловый спирт (10) и много других органических жидкостей имеют почти такой же ход кривой зависимости сжимаемости от давления, как и метиловый спирт. Поэтому при попытке построения изотерм сжимаемости всех этих жидкостей на одном и том же графике кривые так близко ложатся друг к другу, что график становится неразборчивым. (На фиг. 4 отмечены только начальные значения сжимаемости этих жидкостей).

5. Прочность жидкости на разрыв

Жидкости, подобно твёрдым телам, обладают упругостью на сжатие. Но обладают ли они упругостью на сдвиг и растяжение?

Поспешив, можно дать на этот вопрос отрицательный ответ. В самом деле, разве повседневный опыт, хотя бы с разливанием чая по чашкам или расплавленного металла по тиглям, не свидетельствует о лёгкой делимости жидкости на части, об отсутствии прочности на разрыв? Однако этот ответ ошибочен. Нас ввела в заблуж-

ление большая текучесть жидкости. Она «замаскировала» от нас упругость жидкости на растяжение и сдвиг. В действительности упругость жидкости на разрыв не только существует, как это давно утверждает молекулярная теория (достаточно вспомнить уравнение Ван-дер-Ваальса), но и довольно велика, в чём можно убедиться экспериментально, хотя и с трудом.

Условия, обеспечивающие успех опыта, таковы:

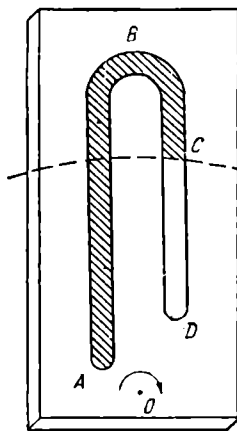
1) Нужно устранить маскирующее действие текучести. Наиболее надёжным средством к этому является всестороннее растяжение.

2) Нужно пользоваться жидкостями, свободными от примесей и, прежде всего, от пузырьков газа, которые могут быть незаметны в жидкости, находящейся под внешним давлением, но при начавшемся растягивании жидкости увеличиваются в объёме, содействуя таким образом её разрыву.

Опишем простейший, давно известный опыт для демонстрации растяжения жидкости. Возьмём стеклянную трубку длиной до 2 м, запаянную с одного конца. Очистив от жира внутреннюю поверхность стёжок, заполним трубку доверху ртутью, предварительно освобождённой от пузырьков содержащихся в ней газов. Закрыв верхний конец трубки пальцем, перевернём её и, опустив этот конец в чашку со ртутью, отнимем палец. Вместо ожидаемого опускания ртути, как в опыте Торичелли, жидкая ртутная нить остаётся как бы подвешенной к верхнему концу трубки, выдерживая значительное растягивающее напряжение.

Рейнольдс [7] исследовал прочность жидкости на разрыв, действуя на жидкую нить центробежной силой. Схема опыта изображена на фиг. 5. U-образная трубка $ABCD$, запаянная с обоих концов, заполнена жидкостью (ABC) и её парами (CD). Трубка укреплена на дощечке и приводится во вращение около оси O , проходящей вблизи конца трубки $ABCD$ перпендикулярно к плоскости дощечки. Действующая на жидкую нить центробежная сила может быть вычислена по известной угловой скорости.

Этим способом Рейнольдс нашёл, что разрыв воды наступает при растягивающем напряжении 4.8 кг/см^2 , а Уортингтон [8] (1892) измерил разрывное напряжение для этилового спирта и для серной кислоты. Для спирта оно оказалось равным 7.9 кг/см^2 , а для серной кислоты 12.5 кг/см^2 . Однако эти числа не дают правильного представления о порядке величины прочности исследованных жидкостей на разрыв.



Фиг. 5. К опытам Рейнольдса. Жидкость в запаянной трубке, укрепленной на дощечке, приводится во вращение в направлении стрелки. При большой скорости вращения жидкая нить разрывается.

Темперли [9] в 1946 г., анализируя способ Рейнольдса, обратил внимание на то, что жидкость в трубке нельзя считать вращающейся подобно твердому телу, и напряжение является скорее динамическим, чем статическим. Кроме того, под действием градиента давления во вращающейся трубке, а также других механических причин, мелкие пузырьки газа отбрасываются к оси вращения, и содействуют разрыву жидкой нити. Поэтому значения разрывного напряжения, найденные по способу Рейнольдса, оказываются слишком низкими.

Одним из наиболее совершенных способов измерения прочности жидкости на разрыв является тот, которым пользовался сам Темперли для измерения прочности воды. Это один из вариантов метода, в основе которого лежит опыт Бергло [10]. Им пользовались с теми или иными изменениями и другие исследователи [8, 11, 12, 13].

Опыт Бергло сводится к следующему:

Достаточно прочную трубку, запаивную с одного конца и заканчивающуюся капилляром с другого, заполняют исследуемой жидкостью, а затем запаивают капилляр, оставив в трубке небольшой пузырёк воздуха. Далее трубку нагревают до тех пор, пока пузырёк воздуха не исчезнет. Если затем снова охладить трубку до той температуры, при которой жидкость и газ были обособлены друг от друга, то выделения газа из жидкости не происходит. Только после того как температура опустится на несколько градусов ещё ниже, жидкость как бы вскипает, слышится лёгкий шум, и пузырёк газа снова появляется.

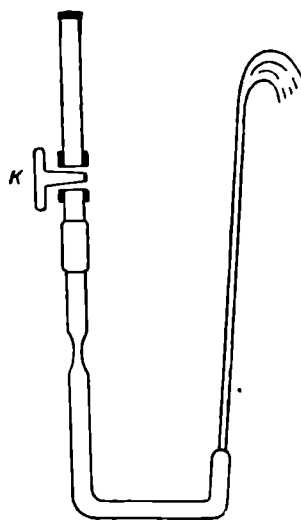
Бертлю сделал из этого опыта правильный вывод, что жидкость при охлаждении трубки оказывается в растянутом состоянии, поскольку она, несмотря на охлаждение, продолжает занимать тот объём, который она занимала при температуре на $8-10^\circ$ более высокой. Опыт был произведен с постоянным успехом со многими жидкостями: водой, водными растворами различных веществ (сода, медного купороса, сахара и т. д.), кислотами, спиртом, эфиром, скипидаром, креозотом, бромом и проч. Только со ртутью опыт не удался.

Темперли, подобно ряду других исследователей, воспользовался трубкой Бертлю, чтобы получить не только качественные, но и количественные результаты. Ему удалось найти способ непосредственного измерения разности между объёмом жидкости в растянутом состоянии и нормальным объёмом при той же температуре.

В основе этого способа лежит следующая идея. Жидкость, заполняющая трубку, прочно прилипает к стенкам. При охлаждении она, стремясь уменьшиться в объёме, стягивает трубку. Так действует стяжной болт, когда, нагрев его докрасна, продев сквозь дыры в противоположных стенах треснувшего дома и завинтив гайку, начинают его охлаждать. Как только произойдёт разрыв жидкости, объём трубки должен увеличиться до нормального. Поэтому, если поместить трубку в воду, она после разрыва жидкости будет вытеснять больший объём воды, чем до разрыва, на ве-

личину искомой разности объёмов испытуемой жидкости в растянутом и нормальном состояниях.

Поместив трубку Бертлю между скрещенными пластинками поляроида, Темперли доказал, что в момент, когда жидкость при нагревании начинает занимать всю трубку, давление не равно нулю, как думали его предше-



Фиг. 6. К опытам Эпштейна. Схема установки.

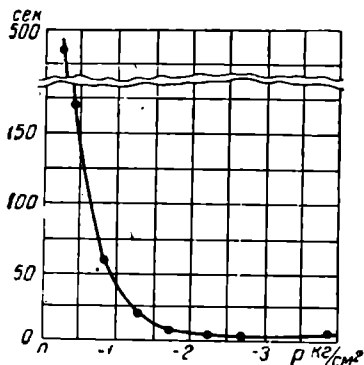
ственники, а положительно, и только при охлаждении оно проходит через нуль, а затем становится отрицательным.

По измерениям Темперли прочность воды на разрыв находится в пределах около 40 кг/см^2 , если вода в достаточной мере освобождена от газов и других примесей. Примеси понижают прочность жидкости. В этом Темперли мог убедиться, поместив в исследуемую воду немного железных опилок.

Возникает вопрос, чему равна прочность воды, не подвергнутой ни кипячению, ни многократному фильтрованию? Ответ на этот вопрос даёт следующий опыт Эпштейна [13]. Вода из водопроводного крана протекает по трубке, имеющей сужение (фиг. 6), и, выходя из трубки, бьёт фонтанчиком. Согласно уравнению Бернулли, давление в узком месте трубки тем меньше, чем больше скорость течения в этом месте. Регулируя краном K скорость течения, можно, как показал Эпштейн, получить даже отрицатель-

ные давления в области сужения. Под действием отрицательного давления в жидкости образуются разрывы, происходит кавитация,¹ что может быть легко обнаружено по появлению характерного звука и туманного пятнышка в области за сужением.

Если закрыть трубку перед сужением и вновь её открыть, прекратившееся течение возобновляется, но кавитации нет, и фонтанчик бьёт вы-



Фиг. 7. Зависимость длительности бескавитационного течения от величины отрицательного давления.

ше. Однако немного спустя кавитация вновь наступает, и высота фонтанчика падает.

Чем больше отрицательное давление в сужении, тем дольше возобновившееся течение остаётся бескавитационным. На фиг. 7 представлена зависимость длительности бескавитационного течения в функции от величины отрицательного давления. Из графика (фиг. 7) видно, что при отрицательном давлении около 0.3 кг/см² бескавитационное течение продолжается бесконечно долго. Таким образом можно считать, что прочность на разрыв обыкновенной водопроводной воды, текущей по трубе, равна около 0.3 кг/см².

6. Заключение

В заключение кратко упомянем о том, какую пользу может нам принести дальнейшее изучение механических свойств жидкости.

1) Исследование сжимаемости жидкости при высоких давлениях, равно

как и изучение её прочности на разрыв, является одним из способов дальнейшего проникновения в детали строения жидкости.

2) Прочность жидкостей на разрыв, повидимому, играет немалую роль в жизни природы: поднятие соков в растениях на очень большую высоту [14], выбрасывание спор некоторыми растениями (постепенное высыхание капли воды иногда сопровождается внезапным разрывом её, действующим на споры растений подобно катапульте [15]), выделение пузырьков газа в крови животных [16].

3) С механическими характеристиками жидкости нужно считаться при решении ряда технических задач. Например, прочность воды на разрыв должна приниматься во внимание при конструировании корабельных винтов, так как вблизи них при движении парохода легко возникают отрицательные давления, приводящие к кавитации и, как результат, разрушительному действию на винт.

Прочность воды на разрыв должна учитываться также при проектировании ультразвуковых эхолотов, изучении действия подводных взрывов, биологических действий ультразвука и т. п.

Литература

- [1] Я. И. Френкель. Кинетическая теория жидкостей. Изд. АН, 1945. — [2] М. О. Корнфельд и М. М. Рыбкин. ЖЭТФ, 9, 595, 1939. — [3] J. Canton. Phil. Trans. Roy. Soc., 640, 1762; 261, 1764. — [4] E. H. Amagat. Ann. Chim. Phys., ser. 5, 11, 520, 1877; C. R., 85, 27, 139, 1877; 103, 429, 1886; 105, 1120, 1887; 104, 1159, 1887; 108, 288, 1889; 111, 87, 1890; 116, 41, 1893; Ann. de Chim. Phys., 29, 68, 1893. — [5] П. В. Бриджмен. Физика высоких давлений. ОНТИ, 1933; P. W. Bridgman. Proc. Am. Acad. Arts Sci., 67, 1, 1932; 68, 1, 1933; 66, 185, 1931; 74, 399, 1942; J. Chem. Phys., 9, 794, 1941. — [6] И. В. Радченко. Природа, № 2, 1947. — [7] O. Reynolds. Memoires of the Manchester Lit. Phil. Soc., 17, 159, 1878. — [8] Worthington. Phil. Trans. A, 183, 355, 1892. — [9] H. N. V. Temperley. Proc. Phys. Soc., 58, 436, 1946. — [10] M. Berthelot. Annales de Chimie et de Physique, 30, 232, 1850. — [11] Dixon. Sci. Proc. Roy. Soc. Dublin, 12, 1909. — [12] J. Meyer. Abh. Deutschen Bunsen Ges., 6, 1911. — [13] Л. А. Эпштейн. ЖТФ, 16, 695, 1946. — [14] Dixon and Joly. Phil. Trans., 186, 563, 1895. — [15] King. Proc. Nat. Akad. Sci. Wash., 30, 155, 1944. — [16] Harvey et al. J. Cellular Comparative Physiol., 1, 23, 1944. — [17] Vincent and Simmonds. Proc. Phys. Soc., 55, 376, 1943.

¹ Кавитация — образование пустот в движущейся жидкости.

СВЕТ И ЭНДОКРИННАЯ СИСТЕМА

Проф. А. А. ВОЙТКЕВИЧ

Развитие и жизнедеятельность каждого организма осуществляются в тесной связи с окружающей средой. Факторы окружающей среды оказывают влияние не только на скорость, но и на характер процессов развития и жизнедеятельности. Организация живых существ обнаруживает многочисленные признаки приспособления (адаптации) к условиям существования; это проявляется как в строении, так и в функции различных органов. Многообразие реакций организма на факторы окружающей среды осуществляется через специализированные системы, какими у позвоночных являются нервная и эндокринная. Последовательные этапы онтогенеза находятся в различной степени зависимости от внешних факторов. Роль факторов среды постепенно увеличивается по мере развития организма. Развитие в эмбриональный период осуществляется как процесс, относительно независимый от внешних влияний. Наличие запаса питательного и энергетического материала в яйцеклетке, изоляция развивающегося зародыша рядом специальных оболочек или материнским организмом и другие особенности являются показателями относительной автономности организма от факторов внешней среды в период эмбриональной жизни. У позвоночных группы амниота относительная независимость процесса развития от внешних факторов выражена в большей степени, чем у группы анамниот. С началом постэмбрионального периода у представителей обеих групп устанавливаются более тесные связи с окружающей средой, факторы которой в ряде случаев определяют наступление и реализацию некоторых морфогенных процессов.

Рассмотрим несколько подробнее процессы формообразования на различных стадиях развития позвоночных. Специфика процессов органогенеза в эмбриональной жизни определяется взаимодействием раз-

вивающихся частей; это взаимодействие изменяется в процессе развития организма. Части развивающегося зародыша индуцируют дифференцировку соседних частей. Те части эмбриона, которые морфологически обособляются более рано, влияют организующе на другие части. Так, материал хордомезодермы определяет первичное формирование нервной системы; верхняя губа бластопора организует из индифферентного материала дополнительный комплекс осевых органов у зародышей; глазной бокал организует из клеток эпителия хрусталик.

Особенностью процесса детерминации в эмбриогенезе является территориальная ограниченность формообразующего влияния частей. Организующее действие части обнаруживается на характере дифференцировки окружающего материала только на близком расстоянии в условиях известного контакта между организатором и организуемым материалом. Эмбриональному периоду, следовательно, свойствен особый, так называемый контактный, тип детерминации.

Детерминация формообразовательных процессов имеет место и в постэмбриональной жизни организма, но ее характер уже иной, нежели в эмбриогенезе. К моменту рождения закладка всех морфологических образований уже завершена, и детерминирующее влияние свойственно только специализированным органам, объединяемым в эндокринную систему. Эндокринные органы продуцируют специфические вещества — гормоны, часть которых обладает мощным морфогенным действием, т. е. способностью детерминировать реализацию, а иногда и направление формообразовательного процесса. Организующее влияние гормонов некоторых желез внутренней секреции на ряд морфологических образований организма — несомненно. Особенностью постэмбрионального развития является не кон-

тактный, а централизованный тип детерминации. Специфическое действие гормонов осуществляется независимо от расстояния между железой и субстратом формообразования. Недостаток гормона или его отсутствие в гуморальной среде сопровождается задержкой или отсутствием формообразовательного процесса. При избытке гормона может иметь место ускорение морфогенеза. Таким образом уровень активности ряда желез внутренней секреции имеет существенное значение для реализации морфогенных процессов.

Эндокринная система представляет комплекс специализированных органов, функция которых находится в тесной взаимозависимости. Изменение уровня активности одной железы не остаётся без влияния на уровень активности других желез. Функция ряда желез изменяется в зависимости от уровня метаболизма и в свою очередь влияет на характер последнего. В функции большинства желез наблюдаются закономерные изменения, приурочивающиеся к определённым временам года. В течение годового цикла в функции ряда желез (гипофиз, половые, щитовидная) происходят изменения, проявляющиеся в последовательной смене фаз активности. Амплитуда годичных изменений в функции некоторых желез (щитовидная железа) сравнительно невелика, тогда как в функции других (половые) имеют место очень значительные колебания: от фазы усиленной функции до фазы депрессии.

Периодические колебания в функции эндокринных органов не могут быть объяснены только их взаимным влиянием. Цикличность в активности основных компонентов эндокринной системы является основанием для заключений о зависимости функции эндокринной системы от периодически изменяющегося соотношения факторов внешней среды. В отношении каждого внешнего фактора можно проследить его закономерные изменения в течение года. Наиболее закономерное изменение в соотношении факторов среды находится в зависимости от ряда географических условий. При наличии связи между

циклическими изменениями в функции эндокринных органов и периодичностью в изменении факторов внешней среды, должны наблюдаться различия и в характере проявления первых в зависимости от географической широты местообитания животных.

Влияния внешней среды, воспринимаемые организмом через систему рецепторов, подвергаются трансформации в многочисленных центрах нервной системы. Зависимость цикличности в функции эндокринных органов от периодических изменений в соотношении факторов внешней среды могла быть доказана только при обнаружении того механизма, с помощью которого внешние воздействия, воспринимаемые специализированными аппаратами нервной системы, трансформируются в гуморальные.

В системе эндокринных органов нижний придаток мозга — гипофиз — занимает особое положение. Передняя доля гипофиза образована клетками трёх типов, из которых два представлены секреторными клетками. Секреторные клетки двух основных типов отличаются своими морфологическими особенностями, химизмом (окрашиваются разными красками) и функцией. Гормоны, продуцируемые этими клетками, обладают различным влиянием на основные процессы развития организма — на рост и на дифференцировку. Начало, вырабатывающееся в оксифильных клетках, обладает положительным влиянием на процессы роста. Процессы дифференцировки находятся в зависимости от гормональной субстанции, образующейся в базофильных клетках передней доли гипофиза. Специфические продукты базофильных клеток обладают той особенностью, что их влияние на процессы формообразования в организме осуществляется через другие железы внутренней секреции. Начало, образующееся в этих клетках, оказывает через гуморальную среду организма положительное влияние на уровень функции ряда эндокринных органов. К настоящему времени наиболее основательно изучена роль гормона гипофиза в активации щитовидной и

половых желез; вместе с тем можно считать доказанным влияние гипофиза на поджелудочную железу, надпочечники и паратиреоиды. Поэтому есть все основания считать переднюю долю гипофиза «мотором эндокринной системы» (Цондек). Контролирующая роль по отношению к другим железам принадлежит совокупности секреторных элементов гипофиза, которая может быть названа базофильным аппаратом его передней доли. Секреторным клеткам другого типа — оксифилам — принадлежит не менее ответственная роль в регуляции процессов роста. Таким образом становится очевидной исключительная роль передней доли гипофиза в формообразовательных процессах. Своеобразие топографии передней доли гипофиза, её контакт с дериватом нервной системы — задней доли гипофиза, её связь через инфундибулярную область с важнейшими отделами центральной нервной системы — всё это даёт повод предполагать возможность влияния нервных импульсов на функцию гипофиза и тем самым на уровень активности других эндокринных органов.

Периодичность ряда основных проявлений жизнедеятельности организма, в частности сезонность в размножении животных, невольно наводит на мысль о зависимости циклических изменений в половых железах от факторов внешней среды. Период размножения большинства животных совпадает с весной и началом лета, т. е. с таким временем года, когда в природе постепенно возрастает количество пищи, повышается температура и увеличивается продолжительность суточного освещения. Экспериментальные исследования показали, что пищевой и температурный факторы не имеют решающего значения в реализации половой цикличности. Роль температурного фактора может быть дифференцирована для позвоночных разной организации. Размножение холоднокровных животных (рыбы и амфибии) в значительной степени контролируется температурой окружающей среды. В то же время нет оснований приписать температурному фактору

ведущую роль в половой цикличности у теплокровных животных. Отсюда не следует, что температура среды не оказывает влияния на состояние эндокринной системы. Отмечено, что высокая температура угнетает, а низкая температура стимулирует функцию основных эндокринных органов (щитовидная железа, гонады).

Многочисленными наблюдениями и экспериментами последнего десятилетия установлена зависимость периодичности ряда формообразовательных процессов в организме от светового фактора. Наступление и реализация полового цикла у многих теплокровных позвоночных определяется световым режимом, вариации последнего модифицируют осуществление полового цикла. Работы Светозарова, Ларионова, Новикова, Войткевича, Роуэна, Бенуа, Биссоннетта, Хилла, Паркса и др. позволили весьма детально изучить природу зависимости между режимом в освещении и активностью половых желез. Первое, на что было обращено внимание, это модификация сроков размножения животных при изменении географической широты их местообитания. При перемещении животных из Южного полушария в Северное, наступление полового цикла приурочивается к весеннему периоду в новых условиях. Животные одного и того же вида с большим ареалом распространения размножаются в разное время. Известно, что темп увеличения светового дня в весенний период не одинаков в различных широтах. Имеет место закономерное увеличение соответствующего показателя по мере передвижения от экватора к полюсу. Отмечено совпадение сроков, общей продолжительности и интенсивности полового цикла со сроками нарастания продолжительности освещения в весенний период под данной широтой. Животные, обитающие ближе к экватору, начинают размножаться раньше животных, обитающих севернее, активность их половых желез нарастает медленно, период размножения оказывается сильно растянутым. Животные, обитающие на Севере, имеют короткий половой цикл; у

них переход половых желез из фазы депрессии в фазу высокой функции осуществляется с большой скоростью. Конечно, одни эти факты, представляющие несомненный интерес, не могут служить основанием для заключения о каузальной зависимости полового цикла от режима освещения в природе.

Причинная связь между половой активностью животных и световым фактором была доказана экспериментальным путём. В опытах на птицах упомянутые авторы в лабораторных условиях в любое время года имитировали тот световой режим, который типичен для данной местности весной. Путём постепенного увеличения продолжительности дополнительного освещения электрическим светом доводили продолжительность освещения животных до 16—18 часов в сутки. Оказалось, что параллельно с кривой, характеризующей нарастание освещения, происходит постепенное увеличение размеров и активности половых желез у подопытных птиц. Этим методом состояние высокой половой активности и половой цикл в целом могут быть провоцированы в любое время года. На ряде видов такие опыты дали положительный результат в зимний период, в условиях низкой температуры. В опытах на млекопитающих (Биссоннетом — на хорьках и нами — на белках) были получены те же результаты.

В опытах Бенуа и других авторов был вскрыт механизм влияния света. Световое раздражение, идущее через глаза, далее — через зрительные нервы, трансформируясь в соответствующих нервных центрах, оказывает влияние на гипофиз, который усиливает секрецию гормона, активирующего половые железы. Обогащение гуморальной среды гормоном гипофиза создаёт условие для преждевременной активизации половых желез. Экспериментальное ослепление животных сопровождается уменьшением стимулирующего влияния света на гонады. Так, перерезка глазных нервов, энуклеация и закрывание глазных орбит светонепроницаемым материалом имеет следствием

отсутствие положительного влияния света на половую функцию. Эффект стимуляции половых желез светом не обнаруживается у животных с удалённым гипофизом. Это является прямым доказательством важной роли гипофиза, его передней доли, в активации гонад при наличии соответствующего светового режима.

Освещение светом разной длины волны показало, что наибольший эффект стимуляции наблюдается под влиянием оранжевых и красных лучей, а наименьший — в условиях освещения зелёным светом. Установлено также, что решающим для получения специфического эффекта является не столько сила источника освещения, сколько продолжительность освещения в течение суток. При 10-часовом ежедневном освещении можно получить достаточно отчётливый эффект стимуляции; последний усиливается при увеличении продолжительности ежедневного освещения. При 8-часовом и более коротком световом дне активация половых желез не наступает. Конечно, во всех опытах остальные условия содержания животных были одинаковы: уравнивалось количество пищи, поедаемой контрольными и подопытными животными; изменение температуры в опыте предотвращалось специальными светофильтрами; сумма суточных движений, производимых животными опытных и контрольных групп, также уравнивалась. Интересно отметить, что типичный эффект стимуляции светом может быть получен у животных, у которых полностью исключалась возможность к движению, путём их закрепления в специальных станках.

Гистологическое исследование показало, что под влиянием света в базофильных клетках передней доли гипофиза усиливается секреция гормонального начала, общее число базофильных клеток при этом увеличивается. Нами было установлено, что в базофильных клетках вырабатываются гормоны, стимулирующие не только гонады, но также и щитовидную железу. Если под влиянием света стимулируется функция базофильных клеток и усиливается про-

дукция активатора гонад, то можно допустить также изменение и в продукции гормонального начала, стимулирующего щитовидную железу. В проводившихся в течение ряда лет опытах на амфибиях, рептилиях и млекопитающих нами было установлено влияние света на функцию гипофиза, связанную с выработкой тиреоидного активатора. Во всех опытах у животных, содержащихся в условиях различного светового режима, изучалось микроскопическое строение и определялся уровень обогащённости соответствующими гормонами гипофиза и щитовидной железы. В условиях непрерывного круглосуточного освещения, через короткий срок в гипофизе заметно усиливалось образование гормона, активирующего щитовидные железы. Под влиянием увеличившейся концентрации гормона в крови повышалась функция щитовидной железы, гормон которой усиленно выводился в гуморальную среду организма.

Однако увеличение периода круглосуточного освещения в несколько раз не сопровождалось соответствующим увеличением продукции гормона гипофиза. При увеличении продолжительности освещения свыше некоторого предела стимулирующее влияние гипофиза на щитовидные железы даже уменьшалось. Гистофизиологическое изучение гипофизов животных, содержащихся продолжительный срок в условиях круглосуточного освещения, показало признаки функционального истощения железы. Феномен функционального истощения секреторного аппарата передней доли гипофиза может быть предотвращён путём чередования периодов интенсивного освещения с периодами темноты. В опытах, где изучалась активация светом половой функции, было установлено, что с определённого момента, несмотря на продолжающееся усиленное освещение подопытных животных, наблюдается постепенное понижение активности гонад. В природе, как правило, к моменту наступления периода максимального освещения, гонады животных обнаруживают признаки угнетения. Эти факты указывают на фено-

мен функционального истощения базофилов гипофиза, которые в условиях продолжительного усиленного освещения вырабатывают меньше гормона, активирующего гонады.

В естественных условиях, в природе существует суточный ритм в освещении, т. е. закономерное чередование периодов освещения и темноты. Соотношение между продолжительностью освещения и темноты в период суток закономерно изменяется в течение года. Во второй половине зимы, весной и в начале лета световой день постепенно нарастает. К концу этого периода продолжительность суточного освещения значительно превалирует над продолжительностью темноты. В условиях нарастающего светового дня активизируется функция базофильных клеток гипофиза, которые к моменту максимальной продолжительности освещения в природе могут испытывать некоторое функциональное истощение. Действительно наши попытки активировать светом функцию секреторных элементов гипофиза у животных, взятых из природы в июне и июле, не дали положительного результата. Активность гипофиза таких животных была относительно низка, и она не усиливалась под влиянием света. Отметим далее, что к периоду максимального светового дня ряд других органов эндокринной системы обнаруживает признаки угнетения. Характерно, что максимум активности половых желез наступает ещё задолго до наступления периода максимального освещения в природе. Высокая активность щитовидных желез у ряда животных предшествует усилению активности половых желез. В период максимального суточного освещения в природе у большинства форм наблюдается быстрая инволюция половых желез, а щитовидные железы имеют все признаки депрессии. В дальнейший период, когда продолжительность дня уменьшается, вновь создаются условия для восстановления функции секреторного аппарата гипофиза, что должно также найти своё отражение и в уровне активности других компонентов эндокринной системы. Дей-

ствительно, в наступающий позже период сезонной смены покровов щитовидные железы животных обнаруживают признаки повышенной функции; размножение у некоторых форм в природе происходит в конце лета или осенью. Есть все основания допустить, что функция других эндокринных органов, контролируемых гормонами гипофиза, в какой-то степени зависит от режима в освещении.

Цикличность в функции различных компонентов эндокринной системы находится в причинной зависимости от факторов окружающей среды, среди которых ведущая роль принадлежит свету, точнее, световому ритму. Из комплекса многочисленных факторов окружающей среды наиболее закономерные изменения происходят в режиме освещения в течение года. Возникновение ритма в суточном освещении предшествовало всей эволюции органической природы. Историческое развитие мира живых существ шло под непрерывным влиянием повторяющейся годовой цикличности в суточном освещении. Адаптация организмов к условиям существования не могла пройти мимо этого фактора. Ярким примером такой адаптации является жизнедеятельность растительных организмов. Среди мира животных организмов, эволюция которых шла различными путями, различными путями шло приспособление к условиям существования — к фактору закономерной периодичности в освещении. Пока является затруднительным вскрыть общие закономер-

ности в зависимости основных процессов жизнедеятельности от светового режима. У позвоночных животных в процессе эволюции приобрела особенное значение эндокринная система. В этой системе главенствующее положение заняла передняя доля гипофиза, явившаяся связующим звеном между нервной системой, воспринимающей и трансформирующей внешние воздействия, и железами внутренней секреции, регулирующими процессы постэмбрионального морфогенеза. В процессе эволюции у позвоночных животных сложился механизм, благодаря которому космический фактор — ритм суточного и годового освещения — явился регулятором важнейших жизненных проявлений.

Литература

1. А. А. Войткевич. Изв. Акад. Наук СССР (сер. биол.), 5, 720, 1939. — 2. А. А. Войткевич. Докл. Акад. Наук СССР, 45, 416, 1944. — 3. А. А. Войткевич. Докл. Акад. Наук СССР, 47, 75, 1945. — 4. А. А. Войткевич. Изв. Акад. Наук СССР (сер. биол.), 4, 385, 1945. — 5. Е. Светозаров и Г. Штрайх. Тр. Инст. exper. морфогенеза, 7, 307, 1940. — 6. Е. Светозаров и Г. Штрайх. Усп. совр. биол., 12, 25, 1940. — 7. J. R. Backer and R. M. Ransom. Proc. Roy. Soc., 108, 101, London, 1938. — 8. J. Benoit. Bull. Biol. France et Belg., 71, 393, 1937. — 9. I. Benoit et R. Kehl. C. R. Soc. Biol., 131, 89, Paris, 1939. — 10. Th. H. Bissonnette. Quart. Rev. Biol., 11, 4, 1936. — 11. Th. H. Bissonnette. Journ. Hered., 27, 171, 1936. — 12. M. Hill and A. I. Parkes. Proc. Roy. Soc., 113, 557, London, 1933. — 13. W. M. Rowan. Nature, 115, 324, 1925. — 14. W. M. Rowan. Biol. Rev., 13, 374, 1938. — 15. В. Ф. Ларионов. Уч. зап. МГУ, 82, 1945. — 16. Б. Г. Новиков и С. Фаворова. ДАН, 58, 4, 1947.

ЗУБР — НАЦИОНАЛЬНАЯ СОБСТВЕННОСТЬ СССР

М. А. ЗАБЛОЦКИЙ

1

Россия являлась единственным местом в мире, где к началу XX в. имелось около 2000 зубров, населявших, главным образом, охраняемые леса Беловежской пуши и Кубанской области (Северо-Западный Кавказ).

Беловежская пуша была местом царской охоты. Отстрел производился эпизодически — раз в несколько лет, с особого разрешения и не мог подрывать запасы животных, поставленных в рамки правильного охотничьего хозяйства. Однако данные по учёту зубров за 100 лет показывают, что число их возрастало только в течение первого 50-летия, а затем — с 1863 г. до возникновения первой мировой войны — колебалось в границах около 600 штук. Изменение числа зубров показано в следующей таблице:

Год	Число зубров
1810	350
1820	528
1830	772
1840	817
1850	1560
1860	1575
1870	524
1880	579
1890	403
1900	727
1910	600 ¹

С целью выяснения причин, замедляющих прирост стада, была создана комиссия по исследованию зубра в Беловежской пуше. Одной из основных причин оказался недостаток естественных кормов (травянистых и древесных), поедаемых другими дикими копытными, достигшими к этому времени большой численности. Наблюдения над размножением зубров подтвердили правильность этого вывода. Животные, содержащиеся начиная с 1860 г. в зверинце урочища Грибовец и получавшие более обильную подкормку, чем вольноживущие, размножались ежегодно. Зубры, жившие в пуше, приносили телят через год, а иногда даже через 2—3 года.

В 1914 г., когда началась империалистическая война, стадо зубров Беловежа состояло из 737 голов. 6 августа 1915 г., перед приходом в пушу немцев, двери зверинца были открыты, и зубры выпущены на свободу в лес.

В 1915 г. немцами из Беловежа было вывезено 22 экземпляра в Восточную Пруссию.

В последующие годы истребление прогрессировало. Наиболее достоверными можно считать сведения Я. Е. Карпинского, много лет работавшего в Беловежской пуше. По его данным, в 1915 г. в Беловеже было 739 зубров, а в 1916—216, в 1917—167, в 1918 г. — 76. Последний зубр в Пуше был убит 12 апреля 1919 г. Именно браконьерство, наряду с некоторыми заболеваниями¹ и недостаточной кормовой базой привело к уничтожению зубра в Беловеже в течение каких-нибудь 5 лет.

В отличие от Беловежа, где с давних времён (1883) было проведено правильное лесоустройство, с прорубкой широких просек, разбивших Беловежскую пушу на 540 двухвёрстных кварталов (что значительно облегчало проведение учётов дичи и позволяло почти безошибочно судить о числе зубров), горы Кубанской области² (ныне Краснодарский край) представляют собою девственный нетронутый лес с труднодоступными местами. Поэтому сведения о численности зубров на Кавказе менее точны и отрывочны.

Считают, что ко времени окончательного завоевания Западного Кавказа зубров было более 2000 голов. В 80-х годах прошлого столетия число их уже сократилось до 1000 голов, в 90-х годах — до 800, а к 1894 г. — до 700 голов.³ Организация Кубанской охоты повлекла за собой более действенное запрещение свободного отстрела зубров, установленное ещё в 60-х годах. Число зубров стало расти, к 1910 г. увеличилось с 400 до 600 голов, но к 1917 г. их было все-таки не более 500—600 особей.

Даже тогда, когда казалось бы число зубров на Кавказе было достаточно велико, вопросом их дальнейшего существования был обеспокоен ряд виднейших учёных, Общество акклиматизации животных и растений в Академии Наук. В 1909 г. при Академии наук была образована особая комиссия для выработки мер к охране кавказского зубра. Ряд проведенных экспедиций показал, что область, занятая зубром, сокращается с каждым годом. Основными причинами, приводившими к такому результату, были:

1) рубка леса в больших размерах крупными предпринимателями, а также подеревная продажа на дрань; 2) пастба скота на луговых хребтах, разделяющих речные долины; 3) браконьерство.

¹ Особенно фасциолёз, шумящий карбункул и сонная болезнь.

² С 1888 г. Кубанская великокняжеская охота, а с 1924 г. Кавказский Государственный заповедник.

³ К. А. Сагунин считал, что в 1892 г. на Кавказе было 500 зубров.

¹ Последняя цифра приводится Жабинским. Гальцгеймер указывает, что в 1910 г. было 1200 зубров, а в 1912—700.

Вследствие сокращения год от года зубровой области, всего лишь за 50 лет количество зубров уменьшилось более чем в 4 раза.

В 1911 г. Комиссия выработала проект положения об устройстве в нагорной полосе Кубанской области Кавказского государственного заповедника, который, по одобрении его Академией Наук, был внесен в Государственную Думу, но последний не рассматривался. Только при советской власти, спустя 15 лет, удалось осуществить задуманное. Декретом СНК РСФСР от 12 мая 1924 г. в нагорной части Кубанской области был учрежден Государственный заповедник «для сохранения кавказских зубров и других представителей местной фауны». Однако организация заповедника запоздала. В результате непрекращавшегося браконьерства, усилившегося в годы гражданской войны, отсутствия надлежащего штата охраны, которая могла бы пресечь его, основная масса зубров была выита к 1924 г., а последние экземпляры — в 1927 г.

Весьма примечательно мнение известного исследователя Кавказа И. Радде. В 1894 г. он опубликовал работу, где утверждал, что в течение каких-нибудь 50 лет кавказский зубр совершенно исчезнет. Своё мнение он обосновывал малочисленностью кавказских зубров, считая, что их осталось всего 50—60 штук¹. Преувеличив поголовье зубров примерно в 10 раз, Радде оказался более чем прав в своём прогнозе. Зубры исчезли не через 50 лет, а через 33 — в 1927 г. Кроме браконьерства, роковым оказался выпас скота на общих с зубром пастбищах, повлекший оттеснение зубров с пастбищ и заражение их сибирской язвой и ящуром. Таким образом в 1927 г. на территории России не осталось ни одного дикого зубра. В лесах Западной Европы они исчезли много раньше.

В 1923 г. на Международном съезде охраны природы в Париже польский делегат зоолог Ян Штольцман поднял вопрос о необходимости сохранить зубра от окончательного исчезновения. Для осуществления этой задачи было организовано Международное общество сохранения зубра. Проведенная обществом перепись показала, что к 1926 г. во всём мире оставалось только 52 зубра, находившихся в различных зоологических садах и зверинцах. Теперь уже перестали говорить о зубрах вообще, каждый зверь получил кличку и номер в племенной книге, заведенной и издаваемой обществом.

Общество поставило задачу создать для зубров условия, способствующие быстрейшему размножению, с тем, чтобы после увеличения численности стада вновь перевести животных в прежние места их обитания. Переходным этапом между содержанием в зоопарках и на полной свободе должно было быть вольное разведение на больших огороженных площадях с наличием леса и зелёного пастбища. С этой целью было решено создать специальные зубровые парки, где была бы принята так называемая загонная система содер-

жания. Из тесных двориков зоопарков зубров намечалось перевести, по сути дела, в природные условия, где в дополнение к подножному корму (древесному и травянистому) они получали бы овёс, жолуди, кормовую свёклу, а в зимнее время и сено.

Во избежание родственного разведения в дальнейшем, зубры, в зависимости от происхождения, были разбиты на четыре родовые линии. Каждая линия должна была в течение известного времени разводиться только внутри себя.

2

Работа по восстановлению зубра в Беловежской пушче была начата в 1929 г. К этому времени, в результате первой империалистической войны 1914—1918 гг., была восстановлена самостоятельность Польши. На польской территории оказалась и Беловежская пушча.

Для разведения зубров, в надлесничестве «Зверинец» был построен загон: 22 га леса огородили сплошным двухметровым забором. В 1932 г. площадь загона увеличили до 57 га, а сам загон разбили на 5 секций. Позднее к загону присоединили ещё территорию в 240 га. Площадь огороженного участка леса, предназначенная для размножения зубров, достигла внушительной цифры в 300 га. Исходная группа животных, которые должны были положить начало возрождению зубра в Беловежской пушче, составила из четырёх голов — одного быка и двух коров, завезённых в 1929—1930 гг. при посредничестве Карла Гагенбека, и одного быка, полученного в 1936 г. из Пшинского Парка (Плесса). Кавказская кровь была внесена в стадо зубром «Борусом» (фиг. 1), праправнуком полнокровного кавказского зубра «Кавказа», пойманного в 1907 г. на территории современного Кавказского заповедника. Так как, по мысли Международного общества сохранения зубра, Беловежская пушча должна была стать местом разведения зубров беловежских, чего нельзя было достигнуть при использовании в качестве производителя беловежско-кавказского самца («Боруса»), возникла необходимость приобретения из Пшины чистокровного беловежца «Плиша» (фиг. 2).

Обе зубрицы оказались чрезвычайно плодовитыми. За 13 лет своей жизни в Беловежской пушче они принесли от указанных самцов в общей сложности 22 зубрёнка (7 бычков и 15 телочек). Отёл, как правило, происходил ежегодно. За период с 1932 по 1939 г. из числа 20 зубров, родившихся в Беловеже, 8 штук (5 самцов и 3 самки) были отправлены в другие зубровые парки, остальные пополнили беловежское стадо. К осени 1939 г., когда с воссоединением Западной Белоруссии Беловежская пушча снова оказалась в границах Советского Союза, в резервате «Беловеж» было уже 16 зубров.

22 июня 1941 г. началась Великая Отечественная война. Немецкая армия дважды на протяжении последних 30 лет побывала в Беловежской пушче. В 1941 г., ко времени занятия пушчи немцами, в зубровом парке имелось 19 зубров, среди них 13 коров и

¹ Выше мы упоминали, что в 1894 г. на Кавказе было до 700 зубров.

6 быков. Осенью 1943 г., когда линия фронта приблизилась, немцы выпустили на волю 5 зубров. До весны выпущенные зубры находились вблизи загона, где с приплодом 1942—1944 гг. оставалось ещё 20 штук. В начале июня 1944 г. были выпущены и остальные зубры. В половине июля линия фронта прошла через Беловежскую пушу и отодвинулась на запад. В этот период были убиты 11 зубров, известных по заботливому попечению предвоенных лет.

Только с освобождением Пуши от немецких оккупантов, осенью 1944 г., снова началось возрождение стада, которое с большим трудом было водворено в загон питомника. В том же году, при установлении новой государственной границы, часть Пуши отошла к Польше. На отошедшей территории остался и зубровый парк. Стадо зубров Беловежа за годы войны значительно поредело. Несмотря на наличие в питомнике в 1941 г. 19 зубров и рождение в течение 1941—1945 гг. 21 зубрёнка (в том числе 10 телочек), к моменту передачи зубров Польше в стаде снова было только 17 штук (8 самцов и 9 самок). Недокорм зубров во время войны и выпуск их в лес вызвал вспышку фасциолёза, являвшегося причиной падежа ряда животных. Несмотря на потерю за годы войны в общей сложности 24 зубров (от недокорма, браконьерства и фасциолёза), рост стада продолжался, и к началу 1946 г. в Беловеже было 20 зубров (10 бычков и 10 коров).

Во исполнение уставов Международного общества сохранения зубра, резервировавшего Беловеж только для зубров беловежской линии, в 1946 г. из Пуши были отправлены две партии зубров кавказской линии в резерват «Неполомице» — под Краков (1 бык и 4 коровы) и во вновь созданный питомник зубров в заповеднике «Беловежская пуша» БССР (3 быка и 2 коровы).¹

18 июля 1946 г. зубры были перевезены на автомашинах через госграницу и помещены в загон из двух секций общей площадью 24 га. В ночь с 8 на 9 ноября старшая самка, привезённая стельной, принесла бычка. Первый отёл молодой самки (29 марта 1947 г.), на два месяца раньше срока, окончился неблагополучно. Родившийся бычок был мёртвым.

Нахождение зубров в указанном питомнике, место которого выбрано неудачно, можно рассматривать только как временное.

На очереди стоит вопрос об организации центрального зубрового парка в Московском заповеднике.

В польском питомнике зубров в Беловежской пуше, после всех вышеупомянутых перемещений, на 1 января 1947 г. осталось 15 зубров: 7 быков и 8 коров, в том числе 2 бычка и 2 телочки 1946 г. рождения.

3

Выше упоминалось, что Кавказский Государственный заповедник создан для сохране-

ния кавказского зубра. Позднее, когда выяснилась гибель всех зубров, приходилось думать уже не о сохранении, а о восстановлении зубра. Выполнение указанного мероприятия было затруднено крайней малочисленностью чистокровных зубров не только в России, но и за границей, что лимитировало возможность их получения для восстановительной работы.

Восстановление зубра на Кавказе путём завоза гибридных зубров было предложено впервые в 1931—1932 гг. Б. К. Фортунатовым, а позднее И. С. Башкировым (1936) и М. А. Заблочким (1938). Последним были разработаны детальные планы и методика работы, намечавшая 4 основных этапа:

а) Завоз гибридных зубров (зубробизонгов) и размножение их в условиях заповедника с целью увеличения исходного поголовья для дальнейшей работы и постепенной акклиматизации.

б) Завоз чистокровного зубра-самца и получение от него и гибридных самок животных с кровностью по зубру 15/16 и выше (условно-чистых зубров).

в) Отбор среди условно-чистых зубров (чистопородных) группы животных, наиболее близкой по типу к прежним кавказским зубрам.

г) Постепенная натурализация условно-чистых зубров в условиях заповедника и переход к их вольному разведению.

Предусматривалось, что первые три этапа будут осуществляться при загонно-выпасной системе содержания, с круглогодичной подкормкой овсом и другими концентрированными кормами, а в зимнее время, кроме того, селёгой (картофелем, тапиокамбуром, турнепсом) и сеном.

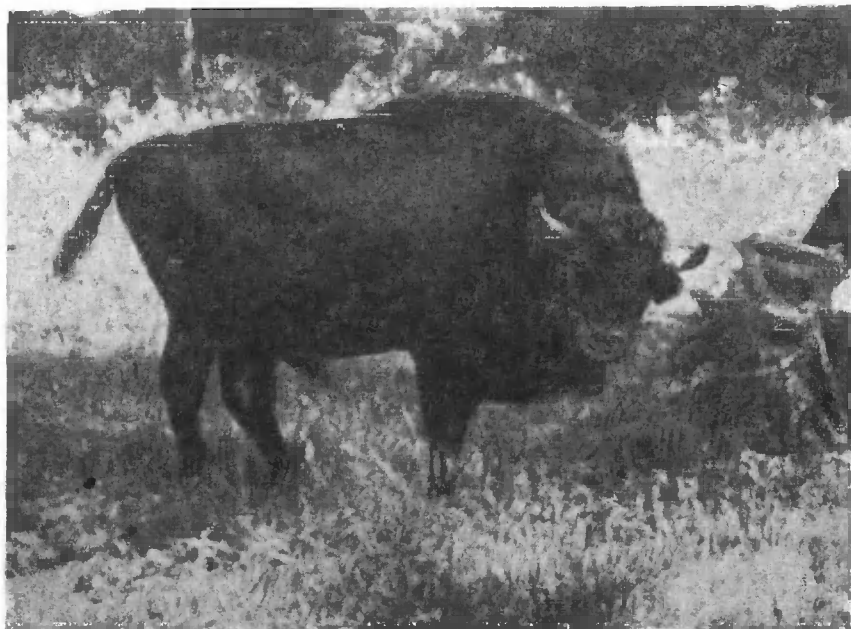
Зубровый парк был устроен в северном отделе заповедника в бассейне р. Белой, в районе рек Киши и Шиши. В 1940 г. на поляне Сулиминой, по южному склону хребта Сосняки, на высоте 1430 м над уровнем моря, было закончено сооружение первой секции большого загона площадью 13,9 га. Помимо указанного, было сооружено ещё два малых загона на полянах Сулимина и Жернова. В этом же году из Аскании-Нова были доставлены 5 гибридных зубров — 1 самец и 4 самки. Бык «Журавль» и две молодые коровы были детьми зубра кавказской линии «Бодо», который так же, как и зубр «Борус» в Беловеже, был потомком кавказского зубра «Кавказа». У всех трёх при общей кровности по зубру, равной 7/8, 1/8 падала из кровь кавказского зубра.

За 6 лет разведения от зубров получено 19 телят, причём 1943 г. выпал из разведения в связи с гибелью от геморрагической септицемии основного производителя «Журавля» в 1942 г. Только когда подрост «Ёрмыш» (фиг. 3) — сын «Журавля», занявший его место в возрасте 1 года 4½ месяцев, размножение стада восстановилось. Состав стада зубров значительно обновился. На 1 января 1947 г. в заповеднике имелось уже 16 зубров (6 быков и 10 коров). Рост стада позволил зимой 1947 г. произвести вывоз 5 самцов в зоологические парки Ростова и/Дону, Москвы и Алма-ата (где имелись самки зубробизонки или бизонки), в качестве производи-

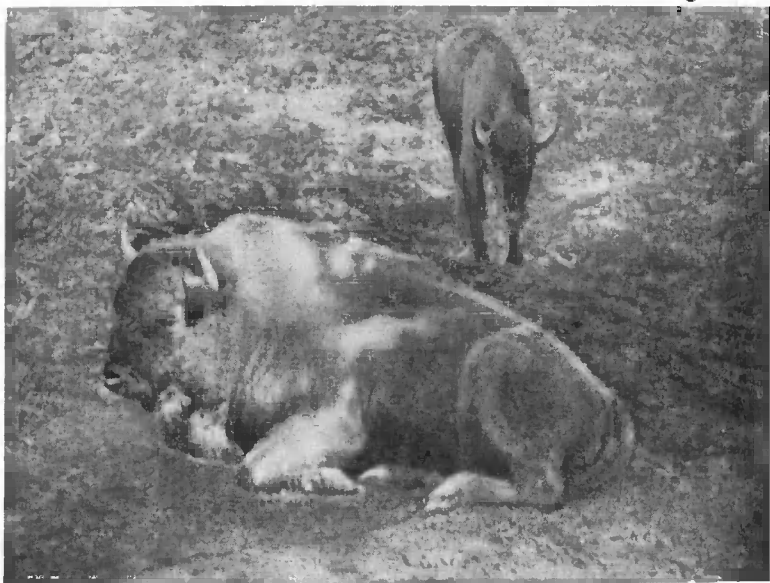
¹ Распределение стада по разным питомникам давало также гарантию сохранения зубров в случае вспышки бактериальных или глистных заболеваний в Беловежской пуше.



Фиг. 1. Зубр „Богус“ (кавказская линия) в зубровом парке Беловежской пуши. Лето 1936 г.
(Фото Ржасницкого).



Фиг. 2. Зубр „Панш“ (чистокровный беловежец) в зубровом парке Беловежской пуши. Лето 1946 г.
(Фото Берова).



Фиг. 3. Гибридный зубр „Ермыш“ в зубровом парке Кавказского заповедника.
Лето 1946 г. (Фото Вилыховского).

телей. После вывоза самцов, с приплодом 1947 г. в заповеднике осталось 15 зубров (2 самца и 13 самок).

Первоначально зубры, привезенные в 1940 г., были помещены в малом загоне, площадью около $\frac{1}{2}$ гектара, а спустя две недели после привоза их выпустили в большой загон, площадью около 14 га. Вольный выпас за пределами большого загона был начат с весны 1942 г., т. е. на второй год жизни зубров в заповеднике. К концу второго лета вольного выпаса они

разыскали естественные солонцы на поляне Тёмной, где раньше «солонцевались» дикие кавказские зубры (фиг. 4). Применение загонно-выпасной системы позволяет комбинировать содержание в загонах с использованием выпасов в прилежащих угодьях. Зубрам предоставлена значительно большая свобода передвижения, чем в Беловеже, и границы зубрового парка замыкают в настоящее время площадь около 2000 га.

Отёл 1947 г., давший в числе четырёх рождённых зубрят одного бычка и трёх



Фиг. 4. Стадо гибридных зубров Кавказского заповедника на поляне Тёмной. Слева направо: „Лира“, „Ельма“, „Луган“ и „Жанка“. Лето 1946 г. (Фото Вилыховского).

тёлочек, позволяет надеяться на успешное размножение кавказского стада и в дальнейшем.

4

Истребление зубров в других местах СССР и Западной Европы в годы второй мировой войны неизмеримо повысило ценность кавказского и беловежского стада. Численность животных в различных странах чрезвычайно мала, и не будет преувеличением сказать, что в настоящее время зубр находится на грани исчезновения. Вопрос о восстановлении поголовья зубра превратился и продолжает оставаться буквально международным вопросом. К увеличению численности зубра направлены усилия общественности, начиная с 1923 г., когда было организовано Международное общество сохранения зубра, объединившее 20 стран, в том числе и СССР.

В 1926 г. было 52 зубра, в 1938 г. — 96, в 1947 г. — 100, в том числе: в Польше — 44, в Германии — 28, в Швеции — 16, в СССР — 6, в Голландии — 4, в Дании — 1, в Швейцарии — 1.

Вторая мировая война намного снизила успехи, достигнутые в первые 10 лет деятельности общества.

В результате войны не менее резко сократилось и поголовье гибридных зубров (зубро-бизонов). Достаточно сказать, что в СССР в 1940 г. было 92 головы, а в 1945 г. только 19, или 20% довоенного поголовья. К концу 1947 г. в СССР стало 28 зубро-бизонов. Основные потери произошли за счёт истребления чистокровных зубров Беловежской пуши

и гибридных зубров Аскании-Нова и Крымского заповедника, где в результате прихода немцев погибло 70 голов (56 в Аскании и 14 в Крыму).

По инициативе Всероссийского общества охраны природы, при авторитетной поддержке Всесоюзного географического общества и Московского общества испытателей природы в январе 1947 г. было предложено организовать центральный зубровый парк в Московском заповеднике, где должны быть сконцентрированы одиночные гибридные зубрицы и бизонки из зоопарков и переведены чистокровные зубры из заповедника «Беловежская пушча». Как ни странно, такое неотложное мероприятие до сих пор не получило надлежащего разрешения. Основным препятствием является отсутствие понимания того, что восстановление зубра является общегосударственной задачей, что сам зубр является всеююзным достоянием, а не собственностью отдельных республик и, тем более, отдельных организаций, в руках которых они находятся. Ошибочность такого взгляда, воспрепятствовавшего проведению правильного географического размещения зубров в довоенный период, подтвердил тяжёлый урок военных лет. Если в этом вопросе не будет коренного поворота в свете тех мероприятий, которые предложены вниманию правительства, зубр не только будет попрежнему животным реликтом, каким он по сути дела является в настоящее время, но может и исчезнуть совсем.

Между тем несомненно, что миссия восстановления зубра, в силу исторических причин и современных возможностей, ложится на СССР — родину беловежского и кавказского зубров.

НОВОСТИ НАУКИ

АСТРОНОМИЯ

НОВЫЙ ИНТЕРФЕРЕНЦИОННЫЙ ФИЛЬТР И ЕГО ПРИМЕНЕНИЯ В ГЕЛИОФИЗИКЕ

Наблюдение солнечной короны вне затмений является одной из важнейших и интереснейших проблем астрофизики.

Особый интерес представляют наблюдения короны в свете её ярчайших линий (зелёной $\lambda 5303 \text{ \AA}$ и красной $\lambda 6374 \text{ \AA}$).¹ Такие наблюдения можно осуществить при помощи фильтров. Фильтры, применявшиеся в течение последних лет, обладали существенными недостатками. Одни из них недостаточно монохроматичны, т. е. не могут выделить полосы спектра меньше сотни $\text{\AA}$. Другие, выделяя узкий участок спектра, недостаточно поглощают остальные длины волн и тем самым вуалируют изображение. Спектрогелиограф же, который является самым монохроматичным из фильтров, из-за малой светосилы не может быть применён к наблюдениям короны. Для этой цели нужен фильтр, который не имеет перечисленных недостатков, т. е. одновременно достаточно монохроматичен, достаточно светосильный и не вуалирует изображения рассеянным светом.

В одном из последних номеров нового астрофизического журнала «Annales D'Astrophysique» (t. 7, № 1—2, p. 31—79, 1944), опубликована большая статья французского исследователя Солнца профессора Лيو (B. Lyot), в которой он весьма подробно описывает изобретённый им монохроматический поляризационный фильтр и результаты наблюдений с ним.

Фильтр этот основан на интерференции, создаваемой в поляризованном свете системой кристаллических пластинок. Свет проходит через серию поляризаторов из шпата, плоскости поляризации которых параллельны. Между каждыми двумя поляризаторами расположена кварцевая плоскопараллельная пластинка, отшлифованная параллельно оптической оси кристалла, которая, в свою очередь, составляет угол в 45° с плоскостью поляризации поляризаторов. Каждая пластинка имеет толщину, вдвое большую предыдущей.

Чертёж даёт схему и принцип действия такого фильтра, состоящего из семи поляризаторов (P_1, P_2, P_7) и шести пластинок (1, 2... 6). Свет, поляризованный первым поляризатором, проходит через первую кварцевую пластинку, которая создаёт интерференционную картину, представленную кривой 1.

Вдвое более толстая пластинка даёт максимумы, расположенные вдвое ближе (кривая 2), и т. д. Таким образом, каждая из шести кривых (1—6) представляет собою интерференционную картину, создаваемую соответствующей пластинкой (каждой в отдельности). Нижняя же кривая представляет результат общего действия всех шести пластинок. Из этой кривой видно, что всей совокупностью пластинок пропускаются лишь максимумы яркости, общие для всех пластинок; остальные же максимумы поглощаются одной из пяти предшествующих кварцевых пластинок. Расстояние между результирующими максимумами, т. е. между двумя соседними пропускаемыми фильтром спектральными полосами, целиком определяется толщиной первой пластинки. Изменение её (а следовательно, и всех остальных) влечёт за собой смещение пропускаемых фильтром полос. Так, при изменении температуры для каждой пластинки меняется её толщина и разность показателей преломления для обыкновенного и необыкновенного лучей. Следствием этого является смещение пропущенных фильтром полос, т. е. изменение их длин волн. Таким образом, для изменения длины волны полос, пропущенных фильтром, нужно или изменять толщины

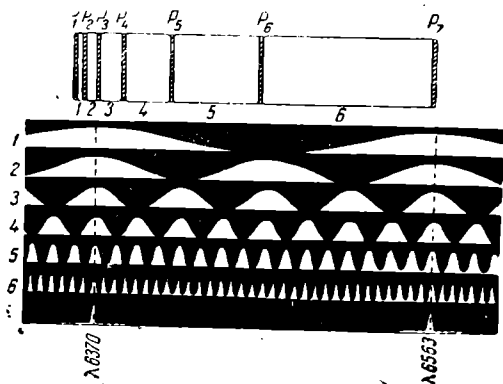


Схема и принцип действия интерференционного фильтра.

пластинок (при постоянной температуре), или температуру.

В 1933 г. Лيو построил первый интерференционный фильтр. Он состоял из 10 поляризаторов типа Глейзбрук и 9 кристаллических пластинок, причём 3 наиболее толстые пластинки делались из двух различных кристаллов (кварца и шпата), что уменьшало их толщины. Толщина каждого поляризатора равна 40 мм; сложных пластинок (из шпата

¹ См. Природа, № 8, 1946.

и кварца) — 67,3, 33,2 и 16,9 мм и кварцевых — 17, 8,5, 4,25, 2,125, 1,062 мм. Для изменения пропускаемой фильтром длины волны толщины пластинок можно было изменять на несколько сотых миллиметра. Таким образом получается довольно длинная оптическая система (около 560 мм). Она была разделена на три части, каждая из которых была помещена в стеклянную трубку. Дополнительные линзы между трубками дали возможность избежать уменьшения поля прибора из-за больших толщин. Весь прибор был помещён в термостат.

В 1939 г. был построен второй фильтр, который состоял из 6 кварцевых пластинок и 7 поляризаторов, применение которых позволило уменьшить толщину фильтра. Но оказалось, что этот фильтр обладал рядом весьма существенных недостатков: очень сильным поглощением в зелёной и синей части спектра, неполной поляризацией в красной части, сильным рассеянным светом и т. д. Поэтому окончательная конструкция фильтра содержит опять-таки поляризаторы. Однако, в отличие от первоначальных, эти поляризаторы представляют собою двоякопреломляющие призмы, склеенные каждая из двух призм: одной из шпата и одной из стекла (коронового флюорита). Углы призм $16^{\circ}40'$. Оптическая ось шпата параллельна внешним поверхностям и одной из диагоналей поляризаторов. Каждая пара призм (из шпата и стекла) склеена канадским бальзамом. Призмы повернуты основаниями в противоположные стороны, так что образуют вместе плоскопараллельную пластинку. Грани такой пластинки равны 36×36 мм², толщина 14 мм. Грани кварцевых пластинок такие же. Толщина шестой (самой толстой) пластинки равна 71,80 мм. Таким образом, вся оптическая система фильтра представляет собою прямоугольный параллелепипед длиной порядка 240 мм с поперечником 36×36 мм². Этот параллелепипед помещён в алюминиевую трубку, внешняя поверхность которой цилиндрическая, а внутренняя — коническая. Пространство между оптической системой и внутренней поверхностью трубки занято четырьмя алюминиевыми клиньями, которые своими плоскими сторонами соприкасаются с оптической системой, а скошенными — с поверхностью трубки. Большим или меньшим вдвиганием этих клиньев достигается хороший контакт оптической системы с оправой. Поверх трубы намотан ровный слой проводника, который является одним плечом мостика Уитстона. На проводник наложен слой толстой материи (2 мм), которая служит термоизолятором. Равновесие мостика Уитстона зависит от сопротивления упомянутого проводника, т. е. от его (а следовательно, и фильтра) температуры. Так как для пропускания фильтром определённых длин волн требуется определённая температура, то для поддержания температурного режима прибор снабжён регулятором температуры, состоящим из трёх каскадных реле. Таким образом, выбранная температура фильтра автоматически сохраняется постоянной. Прозрачность такого фильтра достигает 40% для всего видимого спектра; поляризуются полностью радиации всех длин

волн; эквивалентная ширина фильтра составляет $3 \text{ \AA}$ в красной части.

Для одновременного изучения короны в трёх длинах волн был применён специальный разделитель радиации, который позволил выделить линию H_{α} протуберанцев при той же температуре ($39^{\circ}4$), при которой выделяются красная и зелёная линии короны.

Система двоякопреломляющих призм и дополнительных пластинок даёт четыре серии изображений, причём используется первое изображение каждой серии. Одно из них соответствует красной корональной линии. Оно строится лучами, проходящими через красный фильтр и попадающими на панхроматическую плёнку, фиксирующую изображение короны в её красной линии $\lambda 6374.5 \text{ \AA}$. Второе изображение соответствует зелёной корональной линии. Проходя через зелёный фильтр, соответствующие лучи попадают на ортохроматическую плёнку, фиксирующую корону в лучах $5302.8 \text{ \AA}$. Третье изображение строится лучами, идущими через более тёмный красный фильтр. На другой панхроматической плёнке получаются изображения протуберанцев в линии H_{α} ($5532.8 \text{ \AA}$). Четвёртое изображение строится лучами, не соответствующими какой-либо интересной радиации. Соответствующие лучи проходят через окуляр и позволяют во время экспозиции удерживать Солнце за диском коронографа. Все три вышеупомянутые плёнки помещены рядом в одной камере. Фотографирование и перемещение всех плёнок производится синхронно.

Произведённые Лео наблюдения, общая продолжительность которых уже в 10 раз превысила суммарное время наблюдений солнечных затмений, по мнению Лео позволяют сделать вывод о том, что связь между протуберанцами и короной отсутствует и что движений в короне нет; видимые же движения объясняются изменением яркости отдельных частей короны. Лео пишет: «В то время, как протуберанцы обнаруживают весьма быстрое движение, корона в монохроматическом свете (будь то в зелёной, будь то в красной линии) остаётся совершенно неподвижной. Дуги, выступы и облака вспыхивают время от времени, подобно лучам полярного сияния, но никаких смещений не обнаруживают».

Хромосфера на краю солнечного диска при наблюдении с монохроматическим фильтром представляется скоплением множества выступов, похожих на протуберанцы, которые выходят из фотосферы вертикально или наклонно. Продолжительность жизни этих выступов порядка нескольких минут; в то время как одни из них угасают, другие вспыхивают. Поэтому плотный слой хромосферы кажется всё время кипящим.

Особое приспособление позволило Лео наблюдать хромосферу и на диске Солнца. На всём диске хромосфера оказывается покрытой тёмными пятнышками различной величины и интенсивности. Вокруг групп пятен эти пятнышки вытягиваются и принимают лучистую структуру.

Монохроматический фильтр позволил также видеть волокна. «Их тёмные очертания, обра-

зованные протуберанцами, проектирующимися на более яркий фон хромосферы, обладают быстрыми движениями; они выходят из одной точки и как бы выпадают в области, расположенные близ пятен.

Помимо мощных извержений, которые обычно наблюдаются в спектрогелиоскоп, вокруг пятен вспыхивает огромное число извержений, яркость которых немного превосходит яркость непрерывного спектра, а диаметр часто меньше 1".

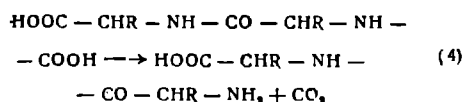
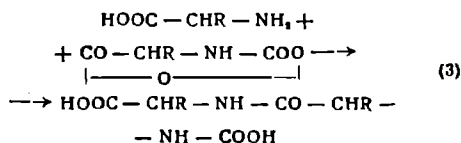
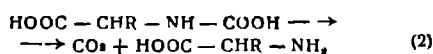
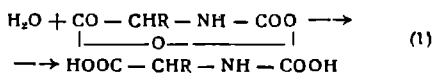
Монохроматический фильтр открывает новые возможности исследования, которые позволяют получить более полные и точные данные о строении Солнца.

Р. С. Гневашева.

ХИМИЯ

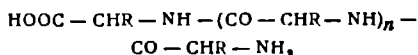
СИНТЕЗ ДЛИННЫХ ЦЕПЕЙ ПОЛИПЕПТИДНОГО ХАРАКТЕРА

Наиболее сложный из описанных донные синтетических полипептидов содержит 19 остатков аминокислот. Недавно Вудуорд и Шрамм [1] сообщили о получении весьма высокомолекулярных продуктов полипептидного строения. Исходным материалом служили ангидриды α -карбоксии-аминокислот, полученные ещё в 1908 г. Леуксом и Гейгером [2] и позже Курциусом и Зибером [3]. Эти авторы заметили, что эти ангидриды способны полимеризоваться. Курциус установил, что образующиеся труднорастворимые полимеры при нагревании с соляной кислотой нацело распадаются с образованием хлористоводородных солей аминокислот. Но не были ближе исследованы эти полимеры, ни условия их образования. Оказывается, под влиянием следов воды или других веществ типа NH_3 , где водород активен, ангидриды α -аминокислот вступают в следующую цепную реакцию:



Образовавшийся по (4) дипептид реагирует с новой частицей ангидрида по схеме (3) и т. д.

В результате получаются молекулы, построенные наподобие фиброидных белков:



Величина n зависит от соотношения концентрации мономера и возбуждающего реакцию вещества (инициатора) от количества мономера и отношения скоростей начальной и цепной реакции. При растворении в бензоле смеси ангидридов α -карбоксии- d , e -лейцина и фенил-аланина реакция начинается под влиянием растворённой в бензоле воды. Через 2 недели раствор стал вязким. По испарении бензола осталась прозрачная твёрдая прочная плёнка. Раствор её в бензоле (0.50 и 0.75%) не обнаруживает заметного осмотического давления при исследовании с помощью весьма чувствительного осмометра, что указывает на молекулярный вес в несколько миллионов; к такому же выводу приводят измерения вязкости. Таким образом полимер содержит не менее 10 000 остатков аминокислот, где R попеременно равно $(\text{CH}_3)_2\text{CH} - \text{CH}_2 -$ и $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2 -$.

Литература

- [1] R. Woodward and C. Schramm. Journ. Amer. Ch. Soc., 69, 1551, 1947.— [2] Leuchs u. Geiger. Ber. Deutsch. Ch. Ges., 41, 1721, 1908.— [3] Th. Curtius u. Sieber. Ber. Deutsch. Ch. Ges., 55, 1543, 1922.

Ю. С. Залькинд.

ГЕОЛОГИЯ

ПОДВОДНОЕ ФОТОГРАФИРОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ОСАДКОВ

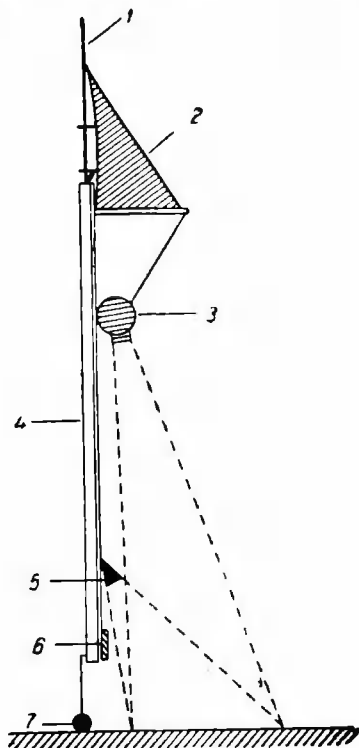
Изучение современных осадков всё в большей и большей степени привлекает к себе внимание геологов, ищущих в этих наблюдениях разгадку ряда неясных вопросов условий образования древних осадочных пород. Особый интерес с этой точки зрения представляют современные морские осадки, в связи с резким преобладанием среди древних осадочных пород именно морских отложений.

Существующий метод изучения современных осадков, заключающийся в отборе тем или иным способом проб со дна моря, позволил составить представление о распределении на дне современных морей и океанов разнообразных типов отложений. Однако при подобном изучении не удаётся обычно установить ряда особенностей внешней поверхности современных осадков, например: распределение на дне раковин, форму и ориентировку знаков ряби и ряд других признаков, представляющих для литологов весьма значительный интерес.

Практикующиеся непосредственные наблюдения над морфологией и осадками морского дна, производимые в водолазном костюме и представляющие весьма большой интерес для познания процесса образования современных осадков, к сожалению могут производиться только лишь на небольших

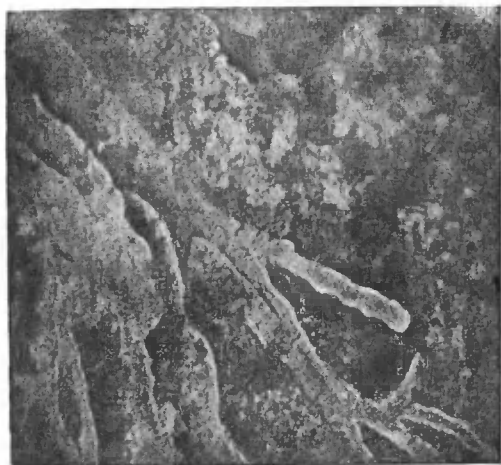
глубинах и требуют сравнительно длительной предварительной тренировки от производящих эти наблюдения специалистов.

Поэтому следует всячески развивать косвенные методы, позволяющие изучать характер поверхности морского дна. К числу таких методов относится в первую очередь подводное фотографирование.

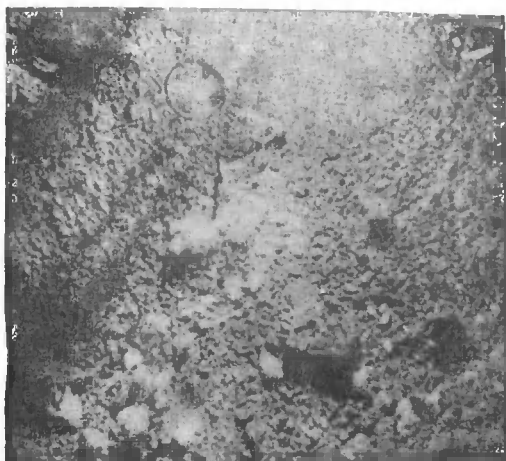


Фиг. 1. Схема установки для подводного фотографирования.

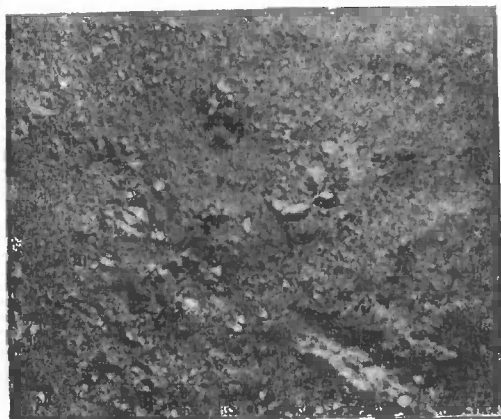
1 — подъемный трос, 2 — направляющее крыло, 3 — фотокамера, 4 — штанга, 5 — осветитель, 6 — груз, 7 — тормозной груз.



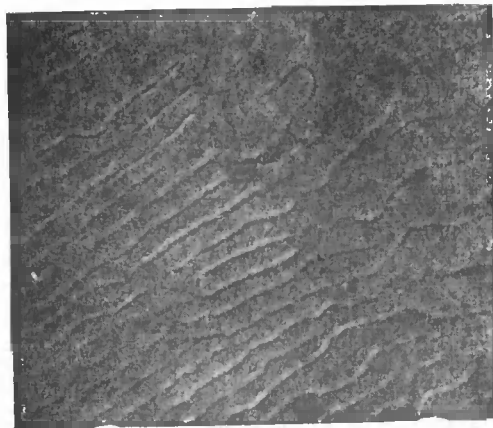
Фиг. 2. Кораллы на морском дне. Глубина—10,6 м. Расстояние камеры от дна—3,6 м.



Фиг. 3. Каменистое дно. Глубина—97 м. Расстояние фотокамеры от дна—2,1 м.



Фиг. 4. Песчано-илистое дно. Глубина—130 м. Расстояние фотокамеры от дна—2,3 м.



Фиг. 5. Знаки ряби. Глубина—117 м. Расстояние фотокамеры от дна—3,6 м.



Фиг. 6. Знаки рыбы. Глубина — 57 м. Расстояние фотокамеры от дна — 2,1 м.

Как показывают данные, опубликованные в последнее время [1, 2, 3], этот метод может явиться серьёзным подспорьем при изучении морских осадков, так как он выясняет истинный характер соотношения осадков на дне различных водоёмов. Авторы одной из статей [1] указывают, например, на случай исследования небольшого участка морского дна, на котором при помощи проб было установлено распространение илстых осадков. Произведенное здесь же подводное фотографирование установило наличие каменистых участков дна, лишь покрытых более или менее тонким слоем ила.

Схема устройства установки, применённой авторами рассматриваемой статьи для подводного фотографирования, весьма проста. Она показана на фиг. 1. При помощи этой установки удалось получить снимки участков морского дна от 1 до 100 м² на глубинах до 130 м (438 футов). Некоторые из полученных фотографий воспроизведены на фиг. 2—6.

Приведённые рисунки свидетельствуют о том, что подводное фотографирование является действенным способом изучения характера знаков рыбы. Между прочим подводное фотографирование позволило изучать эти знаки и рыбы на глубинах около 120 м, т. е. значительно глубже, чем это удавалось сделать раньше. Кроме того, на подводных фотографиях прекрасно виден общий характер морского дна и распределение на нём отдельных компонентов современных осадков.

Авторы другой статьи [2] при помощи аналогичной установки обнаружили на участке морского дна к западу от Калифорнии наличие двух типов знаков рыбы с обычными расстояниями между вершинами соседних валиков (12—15 см) и значительно большими их по размеру. Расстояние между вершинами этих крупных знаков рыбы достигало до 1/2—1 м и более. Образование подобных знаков связывается с деятельностью течений. Фиксируется также частое отсутствие знаков рыбы даже на небольших глубинах.

В этом же районе обращает на себя внимание выявленное при помощи подводной фотографии широкое распространение валунов до 1 м в поперечнике, встречающихся спорадически почти до края шельфа. В некоторых случаях подобные скопления валунов на морском дне следует связывать с речной деятельностью, в других — с неизвестными ещё причинами. В настоящее время, как это отчётливо видно на фотографиях, валуны обросли донными организмами и, следовательно, не подвергаются перемещению.

Подводное фотографирование позволяет также изучать зависимость характера осадков от микрорельефа морского дна, внешний облик скалистых участков морского дна, в частности формы его подводного выветривания.

Кроме того, в последнее время начато также изучение при помощи подводного фотографирования подводных каньонов. На полученных фотографиях отчётливо видны скалистые участки стенок каньонов и заложённые в них расщелины. Подводя итоги своих наблюдений по данному вопросу, авторы рассматриваемой статьи справедливо замечают, что подобные документальные доказательства служат веским возражением против представлений об образовании этих каньонов в илстых осадках за счёт длительности струй воды различной плотности.

Всё перечисленное свидетельствует с несомненностью о большой роли подводного фотографирования в изучении процессов формирования морфологии современного морского дна и, главное, при изучении современных осадков.

Л и т е р а т у р а

- [1] M. Eving, G. P. Woollard, A. C. Vine, J. L. Worzel. Recent results in submarine geophysics. Bull. of the Geological Society of Amer., v. 57, № 10, 1946.
- [2] Photographie sous marine. Nature, № 3102, 1945; № 3094, 1945.
- [3] F. P. Shepard, K. O. Emery. Submarine photographs of the California coast. Journ. of Geology, v. 54, № 5, 1946.

Проф. Л. Б. Рухин.

МИНЕРАЛОГИЯ

ХАЛЬКОЗИН И ДИГЕНИТ

В области минералогии сульфидов меди за последние годы получены новые результаты, существенно изменяющие общепринятые представления.

Обычная трактовка природы минералов — сульфидов меди (одиновалентной) основывается на работе Э. Позняка, Э. Т. Оллена и Г. Э. Мервина по изучению полиморфизма вещества Cu_2S , опубликованной ещё в 1915 г. [1]. Ими было подтверждено существование Cu_2S в двух полиморфических модификациях: низкотемпературной — кубической и высокотемпературной — ромбической. Эти два вещества получили названия, соответственно, α -халькозина и β -халькозина. Температура энантиотропного превращения, по данным указанных исследователей, для чистой Cu_2S оказалась равной 91°С.

Далее, Э. Позняк, Э. Т. Оллен и Г. Э. Мервин определили, что Cu_2S образует твердые растворы с CuS , причём вхождение CuS в состав оказывает влияние на полиморфизм, поднимая температуру инверсии с 91 до 93½° при содержании в Cu_2S 7—8% CuS и вовсе ликвидируя превращение при большем содержании CuS : твердый раствор Cu_2S — CuS получается устойчивым в кубической форме при всех температурах.

Но в 1941 г. исследования Н. В. Бюргера дали проблеме полиморфизма Cu_2S совершенно новое освещение [2]. Н. В. Бюргер систематически исследовал систему Cu_2S — CuS при температурах от 20 до 250°С при помощи рентгеновских лучей. С этой целью им была построена специальная камера с нагревателем, позволявшим таким способом исследования образцы и при температуре термостатирования одновременно получать рентгенограммы. Осуществленные таким способом исследования (160 опытов) показали прежде всего, что низкотемпературный ромбический β -халькозин (чистый) при нагревании вовсе не переходит

в тот минерал, который ранее считался высокотемпературным кубическим « α -халькозином», но при 105° превращается в иную действительную полиморфическую модификацию Cu_2S , кристаллизующуюся, однако, в гексагональной сингонии [3].

Далее, Н. В. Бюргером в системе Cu_2S и CuS было найдено, кроме общеизвестных халькозина и ковеллина, новое совершенно самостоятельное промежуточное соединение Cu_9S_5 (см. фиг.). Это соединение при t° от 20 до 78° кристаллизуется в чистом виде, а выше 78° растворяет в себе либо Cu_2S , либо CuS . Н. В. Бюргер произвел также сопоставление нового соединения Cu_9S_5 с природным минералом — дигенитом.

Дигенит — промежуточный между Cu_2S и CuS минерал — был описан ещё в 1844 г. А. Брейтгауптом из месторождения Зандерхаузен и из Чили, с химическим составом, приблизительно соответствующим формуле Cu_9S_5 , т. е. $2\text{Cu}_2\text{S} + \text{CuS}$. Ввиду такого, по представлениям того времени, двойного его состава, минерал и получил название «дигенит». Однако в 1868 г. в первом издании «The System of Mineralogy» Дж. Д. Дана высказывал мнение, что дигенит не есть самостоя-

тельный минерал, а является механической смесью халькозина и ковеллина. Согласно таким указаниям авторитетного справочника, дигениту было отказано в признании (позднее название «дигенит» стали относить к синонимам халькозина).

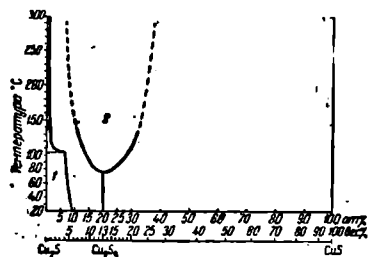
Н. В. Бюргер получил рентгенограмму таким образом скомпрометированного старинного музейного образца дигенита из Мансфельда в Гарце и сравнил её с рентгенограммами кристаллических фаз системы Cu_2S — CuS . Рентгенограмма дигенита получилась явно отличной от рентгенограмм как модификаций халькозина, так и ковеллина и в точности совпадающей с рентгенограммой новой кристаллической фазы Cu_9S_5 . Сопоставление формул фазы Cu_9S_5 и дигенита Cu_9S_5 , если последнюю привести к содержанию 9 частиц меди и получить Cu_9S_5 , показывает их близость; незначительное отличие, возможно, объясняется присутствием в природном дигените небольшого количества ковеллина в твердом растворе. Таким способом Н. В. Бюргер установил, что искусственное соединение Cu_9S_5 соответствует когда-то ошибочно упрежденному минералу дигениту, и восстановил последний во всех его правах.

Наконец, Н. В. Бюргер показал, что соединение Cu_9S_5 , отвечающее дигениту, есть не что иное, как тот общеизвестный минерал, который до последнего времени считается «высокотемпературной модификацией Cu_2S » и известен под названием « α -халькозина», «кубического халькозина» или «кубического голубого халькозина». Идентификация дигенита, Cu_9S_5 и « α -халькозина» также была осуществлена путём рентгенографического изучения. Сопоставление рентгенограмм «кубического α -халькозина» из месторождений Ке́ннекот, Джером, Бьютт, Хан и Тсумейб во всех случаях показало принадлежность этого минерала к Cu_9S_5 , т. е. к дигениту.

В результате полиморфизм Cu_2S получил новое освещение, и дигенит снова оказался включённым в число объектов минералогии.

Новые данные значительно облегчают понимание соотношений сульфидов меди в природе и некоторых морфологических моментов. Так, и ранее казалось странным, что «полиморфические модификации» — ромбический и «кубический» халькозины — в природе генетически связаны не так, что ромбический халькозин образует параморфизмы по «кубическому халькозину», а так, что последний метасоматически замещается ромбическим халькозином. Для разных же соединений — дигенита и халькозина — такие соотношения вполне естественны.

Интересна следующая морфологическая деталь. Кристаллами ромбического халькозина, после работ П. В. Еремеева [5], в особенности славятся Турьинские медные рудники на Северном Урале. Халькозин здесь встречается не только в формах обычных ромбических кристаллов, но и в виде замечательных псевдогексагональных сростков. Автору этой заметки казалось, что в таких образованиях — миметических кристаллах — видно указание на существование для Cu_2S гексагональной или тригональной модификации, аналогично тому, что имеется в группе минералов арагонита —



Система Cu_2S — CuS .

- 1 — халькозиновый твердый раствор,
2 — дигениновый твердый раствор,
 Cu_2S — халькозин, Cu_9S_5 — дигенит,
 CuS — ковеллин.

в тот минерал, который ранее считался высокотемпературным кубическим « α -халькозином», но при 105° превращается в иную действительную полиморфическую модификацию Cu_2S , кристаллизующуюся, однако, в гексагональной сингонии [3].

Далее, Н. В. Бюргером в системе Cu_2S и CuS было найдено, кроме общеизвестных халькозина и ковеллина, новое совершенно самостоятельное промежуточное соединение Cu_9S_5 (см. фиг.). Это соединение при t° от 20 до 78° кристаллизуется в чистом виде, а выше 78° растворяет в себе либо Cu_2S , либо CuS . Н. В. Бюргер произвел также сопоставление нового соединения Cu_9S_5 с природным минералом — дигенитом.

Дигенит — промежуточный между Cu_2S и CuS минерал — был описан ещё в 1844 г. А. Брейтгауптом из месторождения Зандерхаузен и из Чили, с химическим составом, приблизительно соответствующим формуле Cu_9S_5 , т. е. $2\text{Cu}_2\text{S} + \text{CuS}$. Ввиду такого, по представлениям того времени, двойного его состава, минерал и получил название «дигенит».

Однако в 1868 г. в первом издании «The System of Mineralogy» Дж. Д. Дана высказывал мнение, что дигенит не есть самостоя-

ромбического CaCO_3 и кальцита — тригонального CaCO_3 (напоминаем, что для арагонита и его соседа по группе — виверита BaCO_3 — характерно образование псевдогексагональных миметических сростков в связи с существованием тригональных полиморфических модификаций тех же веществ — кальцита и искусственной формы BaCO_3). Новые данные подтвердили эту мысль.

Таким образом, перед минералогами встала задача пересмотра имеющихся сведений о нахождении в месторождениях «кубического халькозина» в сторону проверки его принадлежности к дигениту.

Ревизия имеющихся данных для некоторых колчеданных медных руд Среднего Урала была произведена автором заметки в 1944—1945 гг. в Минералогической лаборатории Горно-геологического института Уральского филиала Академии Наук СССР. Так как сульфиды меди в колчеданных рудах находятся в виде мелких выделений и очень тесно перемешанными с другими сульфидами, почему извлечение минералов из руд оказывается невозможным, то проверка «кубического халькозина» производилась следующим способом. «Кубический халькозин» сопоставлялся с дигенитом в аншлифах при помощи сравнительной камеры А. А. Иностранцева (дигенит приготовлялся синтетическим способом пропускания сероводорода над нагретой окисью меди и идентифицировался рентгенографически, химически и оптически). Сопоставление показало полное совпадение свойств природного «кубического халькозина» с эталонами дигенита, т. е. его идентичность с последним. Вероятно, это точное указание на дигенит в уральских рудах является первым для СССР.

Л и т е р а т у р а

- [1] E. Posnjak, E. T. Allen and H. E. Merwin. The sulphide of copper. *Econ. Geol.*, X, pp. 491—535, 1915. — [2] N. W. Burger. The chalcocite problem. *Econ. Geol.*, XXXVI, pp. 19—44, 1941. — [3] M. J. Burger and N. W. Burger. Low-chalcocite and high-chalcocite. *Am. Mineral.*, 29, pp. 55—65, 1944. — [4] N. W. Burger. X-ray evidence for the existence of the mineral digenite, Cu_5S_5 . *Am. Mineral.*, 27, pp. 712—716, 1942. — [5] П. В. Еремеев. Кристаллы медного блеска (редрудита или халькозина) из Турьинских рудников на Урале. *Зап. Минерал. общ.*, ч. XXV, стр. 315—325, 1898.

Проф. Д. П. Григорьев.

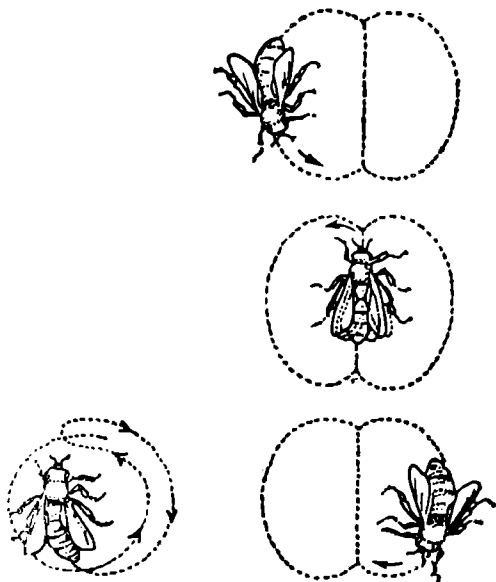
БИОЛОГИЯ

ТАНЕЦ ПЧЁЛ

Более 25 лет работает Карл Фриш (Frisch) над вопросом физиологии и поведения пчёл, и его исследования приобрели широкую известность и признание в научном мире. Популярная книга его «Из жизни пчёл» в рус-

ском переводе была издана в 1935 г. Биомедгизом. И вот недавно, в 1946 г., этот учёный выступил с новой статьей,¹ в которой он опровергает своё прежнее толкование одного из своих известнейших открытий из жизни пчёл — их «танец», и сообщает ряд новых интереснейших наблюдений, которые приводят к новому пониманию танца пчёл, более сложному и удивительному, чем старое.

Танец заключается в том, что пчела, найдя место добычи, прилетев в улей, «сообщает» о нём с помощью своеобразного бега, которое Фриш назвал танцем. Он установил два типа танца. Один — «круговой» танец (Rundtanz, фиг. 1), другой «виляющий» танец (Schwänzeltanz, фиг. 2). При первом



Фиг. 1. Круговой танец пчёл.

Фиг. 2. Виляющий танец пчёл.

танце пчела делает 1—2 полных круга, а затем поворачивает и кружится в противоположном направлении, таким образом регулярно меняя направление кругового движения. «Виляющий» тип танца отличается тем, что пчела, сделав полукруг в одном направлении, резко поворачивает и по прямой возвращается в исходное положение, а оттуда бежит в противоположном направлении по полукругу и снова по прямой возвращается обратно. При этом она в определённом ритме своеобразно влияет брюшком, и ритм этого влияния является, как мы увидим дальше, существенным моментом всего танца, так же, как и быстрота бега во время его. Танец прилетевшей пчелы с места добычи является своеобразным приёмом сообщения другим пчёлам о нахождении места добычи. Фриш считал раньше, что круговой танец на языке движений у пчёл значит известие о месте добычи нектара, а виляющий танец — о ме-

¹ K. Frisch. Die Tänze der Bienen. Österreich. Zool. Zeitschr. Bd. I, H. 1/2, p. 1—48, 1946.

сте сбора пыльцы. Такое толкование значения обоих типов танца и вошло в науку. Но вот в статье, которую я здесь реферирую, Фриш заявляет, что он ошибся. В своих прежних опытах сахарную воду и нектар он ставил близко от улья, а пыльцу пчела приносила из более далёких мест, когда же он начал ставить опыты другого рода, и сахарная вода помещалась далеко от улья, то пчёлы, приносящие сахар, стали выполнять виляющий танец. Дальнейшее исследование, проведенное уже в годы войны, показало, что танец пчёл говорит не о качестве добычи, как думал Фриш раньше, а о дальности местонахождения добычи и о направлении этого местонахождения от улья, определяемого по положению солнца.

Как же пчёлы могут сообщать о расстоянии от улья до места добычи? Не входя здесь в детали методики и описания опытов Фриша, необходимо указать лишь на следующее, чтобы понять суть этих замечательных экспериментов. Фриш с группой сотрудников ставил точные наблюдения над мечеными пчёлами, жившими в стеклянном улье, которым давались сахарные растворы разной концентрации (от 0.25 до 2 молярных), так как разная концентрация в разной степени делает привлекательным раствор и потому устремление пчёл к нему.

В опытах точно устанавливалась не только концентрация сахарного раствора, но также расстояние и направление от улья этого корма, час и длительность опыта, число прилетевших пчёл, кроме меченных, и т. д.

Вот пример одного опыта, из которого видно, что танцем пчёлы сообщают о расстоянии, а не о качестве добычи. Очень сладкий раствор сахара (2-молярный) был поставлен в 2 местах на резко различных расстояниях от улья: 12 м и 280 м. Две небольшие группы нумерованных пчёл были, кроме того, разнотомечены добавочно: пущенные к близкому месту добычи имели синее пятно на заднем конце тела, а пущенные к далёкому — красное. И вот оказалось, что все без исключения пчёлы, меченные красным цветом, исполняли типичный виляющий танец, а меченные синим — круговой. Первую группу Фриш наблюдал 37 раз, вторую — 38 раз. Исключений не было ни в этом, ни в последующих опытах со столь резкой разницей расстояния. Картина меняется, если брать расстояния промежуточные, например, 50—100 м. При 100 м, хотя и преобладает явно виляющий танец, но редко появляется и круговой, при 50 м, наоборот, в большинстве случаев танец круговой, но с элементами виляния. Очевидно, при наличии таких расстояний один тип танца переходит в другой, но, конечно, не в этой переходности заключается способ сообщения расстояния. Ключ был найден, когда Фриш заметил, что ритм виляющего танца был у разных пчёл разным. Он поставил опыты для выяснения связи между ритмом и дальностью места добычи и отчётливо установил такую связь. Оказалось, что число полукруговых пробогов при виляющем танце за 15 секунд бывает очень различное и зависит от расстояния от места добычи до улья.

Так при расстоянии 100 м число полукруговых пробогов — 10.9 за 15 сек., при 150 м — 8.7, при 200 м — 8.3, при 300 м — 7.6 и т. д. При 1000 м — 4.5, а при 1500 м — 4.0. Иначе говоря, чем дальше место добычи, тем ритм медленнее. Но наравне с уменьшением числа полукруговых пробогов возрастает число своеобразных «виляний» брюшка. При расстоянии 100 м этих «виляний» при каждом пробеге 2—3, при 400 м — 6—8, при 700 м — 10—11 (беря на выборку цифры из соответствующей таблицы). Итак, повидимому, у пчёл существует двойной приём сигнализации расстояния за пределами 100 м: число полукруговых пробогов и число виляний брюшка за определённый интервал времени, причём эти числа возрастают в противоположных направлениях. Фриш изучал это явление на 2 группах пчёл, пытаясь выяснить индивидуальные колебания числа пробогов за 0.25 минуты и т. д., а также влияние температуры, погоды и прочего на ритм танца. Но на этих деталях мы здесь останавливаться не будем, тем более, что не все эти исследования Фришем закончены.

Серией специальных опытов Фриш исследовал, влияет ли на характер танца сбор сахарной воды или пыльцы, и пришёл к выводу, что форма танца зависит только от расстояния от места добычи, а не от её качества.

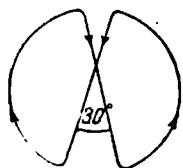
Переходим ко второму вопросу, связанному с танцем пчёл, — сообщению ими направления местонахождения добычи. Вот для примера опыт, из которого видно, что пчёлы летят за добычей в вполне определённом направлении. 7 нумерованных пчёл были выпущены на место добычи в 150 м от улья. Подставка посуды с 2-молярным сахарным раствором была смочена несколькими каплями пахучей жидкости (Pfefferminzöl) и этой же жидкостью были смочены ещё четыре пластинки, положенные в разных направлениях от улья: одна также на расстоянии 150 м от улья и в 90 м от места добычи (пункт б), т. е. сравнительно близко от неё, другая тоже в 150 м от улья, почти под прямым углом от направления к месту добычи (пункт г), третья — в 300 м и под тупым углом к направлению к месту добычи (пункт д) и, наконец, в 15 м от улья в противоположную сторону от добычи ещё один пункт (а). Опыт длился 1 час. За это время к месту кормления прилетело 106 новых пчёл, которые были убиты, чтобы вызывали на вылет из улья только меченные. За это же время и последующие 1/2 часа в пункте а (в 15 м от улья) появилось 20 пчёл, в пункте б, наиболее близком от места добычи — 38 пчёл, в пункте г — только одна, а в пункте д — вовсе не было пчёл. Ясно, что поблизости от места добычи пчёлы искали таковую, а в далёких от неё не появлялись.

Дальнейшие опыты в таком же роде с полной очевидностью показали, что пчёлы сообщают друг другу направление места добычи. Также выяснилось, что нет оснований предполагать, что в воздухе длительно остаётся как бы ароматический след от полёта пчёл с места добычи к улью (Duffstrasse), по которому последующие пчёлы ориентируются.

Как же пчёлы узнают направление, в котором им надо лететь за добычей по зову издающих, иначе говоря, как последние указывают направление добычи?

Фриш выяснил этот вопрос на основании следующих наблюдений. Прежде всего он заметил, что, исполняя виляющий танец, пчёлы двигаются не всегда одинаково: после полукругового пробега пчёлы возвращаются по прямой линии по одному типу — головой вниз, а по другому — головой вверх (танец происходит на сотах в улье, поставленных вертикально). При кормлении в двух разных местах одновременно наблюдалось интересное явление: одна группа пчёл вела танец головой вниз, а другая — головой вверх. Направления к местам добычи были под тупым углом и приблизительно под таким же углом были прямолинейные ходы обеих типов виляющего танца разных групп пчёл к вертикальной линии. Фриш из этих наблюдений заключил, что пчёлы с помощью прямолинейного хода в этом танце показывают направление места добычи, но не прямо, а в зависимости от положения солнца.

Ещё в 1914 г. Брун (Brun) писал, что муравьи ориентируются по положению солнца, и нечто подобное сообщал Вольф (Wolf) в 1927 г. о пчёлах. Очень вероятно, что они определяют направление по углу в отношении к солнцу, двигаясь как по световому компасу. Этот угол между направлением от улья к солнцу и от улья к месту добычи Фриш назвал — «солнечный угол» (Sonnepunkt). Он, разумеется, зависит от момента наблюдения.



Фиг. 3. Схема виляющего танца пчел с углом 30° между прямолинейными ходами.

Как же пчёлы сообщают этот угол? — Направлением прямолинейного движения в фигуре виляющего танца. Если пчела в танце движется наверх — это значит, что лететь за добычей надо в направлении к солнцу; если наоборот, головой вниз — значит — в направлении от солнца. Неправдо от вертикали значит, что надо лететь направо от солнца и притом под таким углом к солнцу, под каким идёт линия прямого бега к вертикальной линии. Аналогично — налево от направления к солнцу надо держаться, если в танце пчела-вестница пробегает прямую линию под соответствующим углом к отвесной.

Схема на фиг. 3 изображает фигуру виляющего танца с отклонением от вертикали на 30° вправо.

Ряд точных наблюдений Фриша над углом направления к солнцу и добыче и углом между прямыми линиями в фигуре танца подтверждает сказанное. Всего точнее эти углы совпадают около полудня и больше расходятся ближе к восходу и закату солнца. Разница может достигать, приблизительно, 14° .

Направление места добычи сообщается, таким образом, только с помощью виляющего танца, который производится хотя бы частично, когда расстояние до места добычи превышает 50—100 м. О добыче, находящейся ближе, сообщается круговым танцем без указания направления. Повидимому, этот танец надо понимать так: ищи кругом, поблизости от улья.

Замечательны опыты Фриша с указанием пчёлами направления на горизонтальной поверхности. Если соты положить горизонтально, а не отвесно, как обычно, что будут делать пчёлы, чтобы сообщить направление? Пчёлы прекрасно решают эту задачу. Линия прямого пробега в танце прямо направлена на место добычи и не меняется от положения солнца, т. е. остаётся весь день та же. Если горизонтально лежащий один из сотов в той же плоскости повернуть на 90° , то направление танца не изменится. Очевидно, пчёлы ориентированы в пространстве, так сказать, абсолютно, независимо от того субстрата, на котором движутся. Они удивительно точно меняют направление танца, если переменить на определённый угол положение горизонтально лежащих сотов.

Эти факты были достаточно проверены, так как соты можно переводить из горизонтального положения в вертикальное и обратно путём соответственного поворачивания всего улья, как и менять угол положения улья.

Пчёлы очень быстро перестраивают свой танец в зависимости от того, в горизонтальной или вертикальной плоскости он протекает. Но если их заставить танцевать на нижней поверхности горизонтально лежащего сота, они путаются и, очевидно, теряют ориентацию. Повидимому, у них нет навыка танцевать брюхом вверх, и в таком положении, новом и искусственном, они теряются, и здесь «мудрость» их кончается.

Сообщаемые Фришем вещи столь неожиданны и удивительны, что их можно было бы скорее прочесть в сказке, чем в научной работе. Так, во всяком случае, высказывается сам автор в одном месте реферируемой статьи. Однако его выводы о новом толковании танца пчёл так убедительно аргументированы точными фактами, что им приходится верить.

Проф. И. И. Канаев.

БИОФИЗИКА

РАДИОАКТИВНЫЙ ВОДОРОД И ФОТОСИНТЕЗ

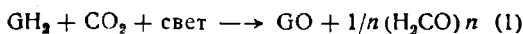
Ввиду того, что до сих пор ничего не известно относительно роли хлорофилла в фотосинтезе у зелёных растений, специалисты удовлетворяются лишь теми или иными предположениями о поведении данного пигмента в указанном процессе.

Многочисленные теории, предложенные в этом случае, можно разделить на две группы. К первой из них относятся те теории, согласно которым хлорофилл рассматривается как восстановительный агент (донор водорода), а по другим — хлорофилл действует просто как

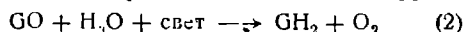
сенсбилизатор, подобно соответствующей краске в плёнках фотографических пластинок.

Теории первой группы имеют горздо большее распространение, и на этом основании самые интересные из них заслуживают краткого изложения.

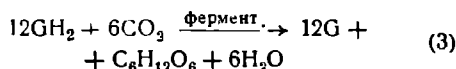
Так, по одной теории [1], хлорофиллы *a* и *b* участвуют в обратимом цикле окислений — восстановления, имеющем место в протоплазме растений, когда хлорофилл *a* (GH_2) окисляется в хлорофилл *b* (GO):



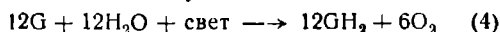
а *b*, в свою очередь, восстанавливается [2] в *a*:



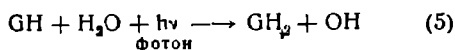
Существование в хлорофилле легкоокисляемой группы привело к допущению [3], что зелёный пигмент растений может действовать как двухэлектронный редуцирующий агент:



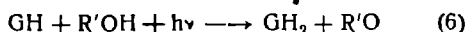
Это уравнение отображает темновую реакцию; регенерация хлорофилла происходит фотохимическим путём:



По другой теории [4, 5], независимой от азлуженной, хлорофилл наделяют способностью донора водорода в фото-химической реакции, в результате которой образуется монодегидрохлорофилл (GH). Этот свободный радикал возвращается при последующем фото-химическом процессе в своё исходное состояние:



Позже был высказан до некоторой степени аналогичный взгляд [6] на поведение хлорофилла, но его регенерация формулировалась, как



где $\text{R}'\text{OH}$ — вещество, отличное от воды.

Изложенные теории обусловили появление идеи [7] использовать радиоактивный изотоп водорода (с массой 3), так называемый тритий (обозначаемый буквой T [8]), в качестве показателя способности хлорофилла быть донором водорода. Тогда, если эта идея [т.е. уравнения (2), (4), (5) и (6)] правильна, реакция фотосинтеза, протекающая достаточно долгое время в воде, содержащей НТО, должна закончиться образованием радиоактивного хлорофилла.

В качестве удобного объекта для этих экспериментов была взята одноклетная водоросль *Chlorella rupeoidosa*. Поддерживающей средой для этого микроорганизма служил 0.05/М раствор бикарбоната калия, приготовленного на радиоактивной воде (с DTO в НТО), полученной при помощи циклотрона. Радиоактивность этой жидкости равнялась $1.7 \times 10^{-8} - 2.0 \times 10^{-7}$ импульс./мин. на один моль H_2O , причём один миллилитр взвеси водоросли содержал 2×10^{-5} моля хлорофилла.

Взвесь хлорелл, приготовленная таким способом, сильно освещалась в течение 3 ча-

сов. За этот период образовывалось 2.5×10^{-9} моля кислорода. Простой подсчёт показал, что хлорофилл водорослей за это время должен был окислиться и восстановиться по крайней мере 100 раз.

Хлорофилл из водорослей извлекался горячим ацетоном и тщательно высушивался несколько дней в вакуум-аппарате.

Радиоактивность сухого порошка хлорофилла измерялась счётчиком Гейгера. Результаты этих измерений представлены в табл. 1.

ТАБЛИЦА 1

Опыт	Количество водорослей (в мл)	Количество выделенного хлорофилла (в молях)	Условия опытов (в мин.)	Радиоактивность (в импульс./мин.)	
				найденная в опыте	теоретически вычисленная ¹
1	11.0	2.0	175 (свет)	80	2200
2	3.1	0.5	195 (свет)	65	5260
3	5.	—	180 (темнота)	100	9350

¹ При допущении, что каждая молекула хлорофилла содержит один атом водорода, способный к обмену на его радиоактивный изотоп.

Анализ табл. 1 показывает, что обмена между лёгким и радиоактивным водородом в молекулах хлорофилла не происходит, иначе говоря, хлорофилл при фотосинтезе в живых клетках растений не обладает способностью донора водорода.

Этот вывод привёл к постановке опытов с раствором чистого хлорофилла, в предположении, что отрицательный результат опытов с водорослями мог быть обязан, во-первых, тому, что во время тепловой экстракции радиоактивного хлорофилла могла происходить потеря T или, во-вторых, тому, что тритий не является подходящим заместителем водорода с массой 1.

В качестве источника хлорофилла для этих экспериментов были использованы свежие листья шпината [9]. К навескам этого хлорофилла, растворённого в абсолютном этиловом спирте, приливалась та же радиоактивная вода, на какой готовился раствор бикарбоната калия в опытах с хлореллами. Полученный раствор хлорофилла встряхивался на свету в течение 0.5—1.0 часа. Затем растворитель удалялся дистилляцией при комнатной температуре. Хлорофилл сушился несколько дней при высоком вакууме (10^{-6} мм), а затем высушенный препарат пигмента сжигался в токе сухого воздуха. Водород, полученный при сжигании хлорофилла, вводился прямо в счётчик Гейгера. Результаты этих опытов видны из табл. 2.

Из анализа табл. 2 следует, что обмен между лёгким и тяжёлым водородом и в молекулах чистого хлорофилла не превышает 5%.

Однако итог этих опытов также не может считаться окончательным доказательством не-правильности гипотезы водородного донорства

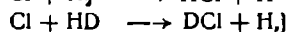
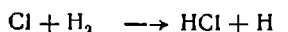
ТАБЛИЦА 2

Опыт	Количество хлорофилла (в мг)	Условия опыта (в мин.)	Удельная активность H ₂ (в импульс./мин. на грамм-атом H)	Количество три-та в хлорофилле	
				в опыте	вычислено ¹
1	40	30 (свет)	2.78×10^{-8}	187 ± 30	3820
2	95	60 (свет)	0.53×10^{-8}	51 ± 20	2430
3	34	30 (свет)	2.78×10^{-8}	100 ± 25	2440

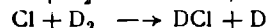
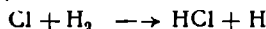
¹ См. сноску к табл. 1

хлорофилла. Тут надо вспомнить, что кинетика реакций с изотопами водорода неоднородна в силу различия в энергии активации.

Сравнительно давно было найдено [10] различие в 600 калорий в энергиях активации реакций:



а при реакциях:



различие в энергиях активации достигало даже 1630 калорий [11].

Чрезвычайно вероятно, что при использовании 100% D₂O, все недостатки вышеизложенных опытов, вызванные изотопными эффектами, вполне устранятся, и тем самым будет достигнуто совершенно ясное представление о роли хлорофилла в фотосинтезе.

Литература

- [1] Dixon a. Ball. Sci. Proc. Roy. Dublin Soc., 15, 435, 1922. — [2] S. Ruben et al. Journ. Phys. Chem., 46, 710, 1942. — [3] Conant et al. Science, 73, 268, 1931. — [4] Stoll. Naturwiss., 20, 955, 1932 и 24, 53, 1936. — [5] Willstätter. Ibid., 21, 252, 1933. — [6] Frank a. Herzfeld. Journ. Phys. Chem., 978, 1941. — [7] T. Norris et al. Journ. Amer. Chem. Soc., 64, 3037, 1942. — [8] Libby a. Barter. Journ. chem. Phys., 10, 184, 1942. — [9] Mackinney. Journ. biol. Chem., 132, 91, 1940. — [10] Farkas u. Farkas. Naturwiss., 22, 218, 1934. — [11] Roffelson. Journ. Chem. Phys., 2, 144, 1934.

Проф. И. Ф. Леонтьев.

БИОХИМИЯ

НОВОЕ СВОЙСТВО ЖИРА КАРТОФЕЛЯ

В картофельном клубне содержится очень мало жира, всего не выше 0.1% на сырое вещество. Вероятно потому до сих пор мало было попыток установить природу этого жира и его значение для нашего организма.

Этот пробел частично восполнен работой W. Kröner u. W. Völksen (Naturwiss., 30, H. 30/31, 473, 1942).

Исследователям удалось выделить из картофельного жира линолевую кислоту в виде тетрабромидом с точкой затвердевания 113—114° и линоленовую кислоту в форме гексабромидом с температурой затвердевания 179—180°. Открытие это имеет значение потому, что некоторые исследователи смесь названных кислот выделяют в особый витамин (F). Хотя большинство учёных не согласно с таким представлением, но необходимость этих кислот для максимальной биологической активности пиридоксина (витамина B₆) признаётся всеми. Следовательно — линолевая и линоленовая кислоты необходимы для синтеза жиров в организме. А так как эти кислоты в нашем организме не синтезируются и должны доставляться извне, то картофель приобретает новую пищевую ценность как источник этих важных для организма веществ.

Проф. А. Н. Сутулов.

ВЕЩЕСТВА, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ЗАПАХ И ВКУС КАРТОФЕЛЯ

Картофель обладает своим характерным запахом. Особенно резко пахнет тёртый картофель. Не менее характерен и вкус картофеля. Работа W. Kröner u. H. Wegner (Naturwiss., 30, H. 38/39, 586, 1942) является серьёзной попыткой выяснить химию запаха.

Как показали авторы, большинство пахучих веществ летуче и выделяется из клубня отгонкой с водяным паром. Из полученного первого отгона посредством эфира извлекается маслянистая коричневая масса с одурманивающим запахом. Эта масса, благодаря наличию в ней высших жирных кислот, сгущается в мазь при комнатной температуре. Вещество обладает следующими показателями: число рефракции $n_D^{20} = 1.4840$; кислотное число — 141; число омыления — 235. Выход вещества очень незначительный — из 100 кг картофеля всего 0.6—1.0 г.

Вторая перегонка с водяным паром даёт продукт жидкий при комнатной температуре. При сильном охлаждении его выкристаллизовываются жирные кислоты $n_D^{20} = 1.4888$; $n_D^{30} = 1.4848$; кислотное число — 59 и число омыления — 208. Полученный продукт не содержит азота и содержит в незначительном количестве серу. Обработка перманганатом открывает наличие ненасыщенных соединений. В щелочной среде перманганат вызывает образование низших жирных кислот и немного бензойной кислоты. При дробной перегонке этого вещества в вакууме (0.3—0.5 мм ртутного столба) получается 7 фракций с температурными пределами кипения 30—170°.

Во фракциях с низкой температурой кипения исследователи обнаружили, кроме ненасыщенных соединений, наличие амилового спирта. Его сравнительно немного, приблизительно 10% от общего количества масла.

В какой форме амиловый спирт входит в летучие вещества — пока установить не удалось. Вероятно, что амиловый спирт является одним из главных веществ, обуславливающих запах, а частично и вкус. Содержание его, полагают авторы, может быть положено в основу оценки качества картофеля. Так как масло и отгон дают реакцию Комаровского на амиловый спирт, то её можно использовать как показатель содержания амилового спирта в картофеле.

Фракции с высокой температурой кипения содержат серу и не дают максимальной рефракции; некоторые из этих фракций дают непосредственно «серную печень» на серебряной пластинке, следовательно содержат сероводород.

Проф. А. Н. Сутулов.

НОВЫЙ АНТИБИОТИК — ЛИКОПЕРСИЦИН

Фузариоз томатов давно привлекал внимание исследователей. В США поражение плода вызывает грибок *Fusarium oxysporum f. lycopersici*. Хотя механизм поражения плодов томата этим грибом полностью не выяснен, однако в тканях пораженного плода был обнаружен токсин, вырабатываемый грибом, в количестве в общем пропорциональном степени поражения. Так как сорта томата сильно различаются по устойчивости к фузариозу, явилась мысль, что эта устойчивость связана с выделением тканями устойчивых сортов специального антитоксина. Группа работников департамента земледелия США — Ирвинг, Фонтейн и Дулитл (Irving, Fontaine, Doolittle), произведя тщательное химическое исследование самого устойчивого против фузариоза сорта томатов Rap America, выделила химическое вещество, которое даже в не полностью очищенном виде обладает мощным противобактериальным действием. Выделенное вещество получило название ликоперсицина.

Ликоперсицин выдерживает нагревание до 100° в течение одного часа, стерилизацию в автоклаве под давлением в 15 фунтов в течение по крайней мере 15 минут. При pH = 5.5 абсорбируется углем, растворим в воде, метаноле, частично этаноле. Нерастворим в хлороформе, ацетоне, уксусном эфире, эфире, бензоле.

Нанесение ликоперсицина на культуру грибка фузариума на агар-агаре вызывает полную гибель грибка, подобно тому, как пенициллин вызывает гибель культуры стафилококка. На этой основе авторами разработано измерение концентрации ликоперсицина. За единицу концентрации ликоперсицина принята такая, при которой 1 см³ жидкости в ферфоровом цилиндрике со внутренним диаметром 6 мм и наружным 10 мм, установленном среди культуры фузариума на агар-агаре, при 28° С через 15—16 часов уничтожает культуру фузариума на круге диаметром 18.5 мм.

Авторы аналогичным методом успешно произвели пробы концентрации ликоперсицина в естественном, стерилизованном соке, во-первых, различных частей растений и во-вторых, у сортов различной устойчивости против фу-

варииа и получили удовлетворительные результаты. Предварительное сообщение с указанием основной литературы опубликовано в журнале «Science» (т. 102, № 2636, июль 1945).

Дальнейшая разработка вопроса может дать возможность, с одной стороны, испытывать в селекционной работе семена томатов на фузариоустойчивость, а с другой — вести с грибом активную борьбу наружными воздействиями.

В. С. Лехнович.

ФИЗИОЛОГИЯ

СУТОЧНЫЕ КОЛЕБАНИЯ ГЕМОГЛОБИНА У ЛЮДЕЙ

При попытках оценить значение количественных изменений гемоглобина у людей, наступающих у них вслед за ожогами, возникла необходимость пересмотреть цифры тех колебаний гемоглобина, которые описаны для крови нормальных индивидов.

Сравнительно давно [1] было указано, что содержание гемоглобина в крови взрослых людей в течение дня может резко изменяться. Эти изменения иногда равны 30%, а изменения в 10% могут рассматриваться как нормальные. Несколько позднее [2] были опубликованы такие цифры дневных колебаний гемоглобина у человека, как 26% (в двух случаях), 15—20% (в четырех случаях) и 10—15% (в шести случаях). В соответствии с этими цифрами стали считать [3], что наиболее вероятное дневное колебание гемоглобина у людей равно 17%. Однако анализы, выполненные в этом же направлении в последнее время [4], показали, что эти колебания менее велики и не превышают 11%.

Приведенные цифры свидетельствуют, что уровень гемоглобина в крови у людей в течение дня действительно сильно варьирует, но на основании полученных цифр все-таки нельзя сделать заключения о величине колебаний, которую можно было бы назвать нормальной.

Для решения этого вопроса [5] была взята группа здоровых студентов, ряд лиц из медицинского персонала и несколько больных, находящихся в постели после операций, не вызвавших у оперированных расстройств в их водном балансе (например, удаление грыжи). Для анализов использовались те порции крови, которые извлекались у испытуемых субъектов каждые 3 часа в период между 9 часами утра и 6 часами вечера. Концентрация гемоглобина определялась фотоколориметром. Определения гемоглобина производились в течение 4—5 дней.

В результате всех произведенных наблюдений оказалось, что у 10 человек, свободных от признаков какой-либо болезни и лежавших в постели, среднее максимальное дневное колебание гемоглобина было равно 0.54 г/100 мл крови, т. е. было эквивалентно 4.12% среднего уровня, установленного за весь период опыта. Наибольшее отклонение от среднего уровня равнялось 1 г, что соответствовало 6.9% этого среднего.

У 24 других пациентов, из которых 11 были амбулаторными, а 13 подвергнуты постельному режиму, средняя максимальная вариация была равна 0.93 г/100 мл или 6.3% среднего значения всего времени наблюдений (4—5 дней). У этих субъектов наибольшее отклонение в тот же период времени равнялось 14.7% или 2.05 г/100 мл крови.

Эти результаты, полученные при помощи точного фотоэлектрического метода, можно теперь принимать как вероятно выражающие норму колебаний гемоглобина у людей, находящихся в состоянии физического и душевного покоя.

Интересно отметить, что подкожное введение адреналина производит значительное повышение уровня гемоглобина [6]. Так, инъекция одного миллиграмма адреналина уже через 10 минут даёт повышение в среднем на 0.73 г/100 мл, что соответствует (эквивалентно) повышению исходного уровня на 5.5%. Максимальное повышение, какое наблюдалось при указанных инъекциях адреналина, равнялось 1.55 г/100 мл, т. е. было эквивалентно 11.2% начальной цифры.

Л и т е р а т у р а

[1] G. Dreyer et al. *Lancet*, 2, 588, 1920. — [2] I. Rabinovitch. *Journ. lab. a. clin. med.*, 9, 120, 1923. — [3] J. Short. *Ibid.*, 20, 807, 1935. — [4] E. McCarthy. *Brit. med. Journ.*, 2, 362, 1943. — [5] A. Brown a. A. Goodall. *Journ. Physiol.*, 104, 404, 1946. — [6] A. Brown a. M. Connolly. *Ibid.*, 104, 408, 1946.

Проф. И. Ф. Леонтьев.

НЕАКТИВНЫЙ ГЕМОГЛОБИН

Шесть лет назад было описано существование неактивного (не вступающего в соединение с кислородом) гемоглобина в крови человека. Данный тип гемоглобина встречался в образцах крови людей в 40% и количества его в ней выривали между 2 и 12% от общего числа этого соединения [1]. Подобные результаты были подтверждены и также получены на образцах крови лошадей (в 82% случаев) при средней цифре неактивного гемоглобина (ферригемоглобина), выражающейся 8.4% [2].

Неактивный гемоглобин лошадей был отождествлен подобно неактивному гемоглобину людей с метгемоглобином — мнение, не разделяемое другими физиологами [3], которые отрицают присутствие метгемоглобина в крови разных видов животных, включая человека.

Дискуссия содействовала продолжению изысканий в этой области. На этот раз в качестве экспериментальных объектов были взяты змеи (*Ophidia*) и собаки [4].

Соответствующими методами у них определялась кислородная ёмкость их гемоглобина и общее количество его. Разность между числом активного гемоглобина и числом всего гемоглобина выражала собою количество неактивного соединения.

На таблице представлены цифровые значения неактивного гемоглобина, установленные у 4 видов.

Вид животных	Число их	Число образцов крови	Неактивный гемоглобин			Наблюдатель
			частота (%)	пределы (г-%)	среднее (г-%)	
Человек . . .	53	82	40	2—12	—	[1]
Лошади . . .	28	38	55	1.5—7	3.3	[2]
Змеи . . .	17	17	82	3.0—25.5	8.4	[3]
Собаки . . .	23	23	100	6.0—28	17.0	[4]
	22	31	82	3.5—20.3	10.9	[5]

Из этой таблицы видно, что у официи (*Bothrops jaraguca*) частота неактивного гемоглобина в их крови равна 100%, а средние цифры (17%) его намного больше, чем у других видов.

Таким образом первое наблюдение неактивного гемоглобина в крови холоднокровных (пойкилотермных) животных, помимо своего собственного значения, возможно обусловит теперь дальнейшее изучение физиологической роли этой необычной формы гемоглобина.

Л и т е р а т у р а

[1] E. Amundsen. *Journ. biol. chem.* 138, 503, 1941. — [2] W. Ramsay. *Bioch. Journ.*, 38, 470, 1944. — [3] W. Cox a. W. Wendel. *Journ. biol. chem.*, 143, 331, 1942. — [4] J. Prado. *Science*, 103, 406, 1946.

Проф. И. Ф. Леонтьев.

СПЕРМИЦИДНЫЙ ЭФФЕКТ СЫВОРОТОК

В настоящее время признано, что сыворотка крови животных представляет превосходную среду, годную для жизни и роста в ней клеток и тканей. Однако до сих пор нет строго определённых данных, касающихся действия сывороток на сперматозоиды — одну из тканей тела животных, характерную своей подвижностью и участием в процессе оплодотворения. В этом направлении установлено лишь то, что сыворотка быка или коровы агглютинирует бычьи спермии. Нагревание сывороток (один час при 55—60°С) лишает их этого свойства. Через 24 часа после нагревания сыворотка быка или коровы вновь делается способной к агглютинации спермиев.

Далее установлено, что стерильная сыворотка лошади и овцы, взятая как разбавитель для спермы барана, не имеет вредного действия на сперматозоиды этого животного, но и не удлинняет времени их жизни. Сыворотка крови оказалась также наиболее благоприятным разбавителем и для спермы нетухов. Кроме того, было найдено, что сыворотки кролика и лошади обладают сильным агглютинирующим эффектом на спермии кролика.

Между тем, результаты наблюдений, опубликованные в марте 1947 г., показывают, что сыворотки различных животных имеют ясно выраженный спермицидный эффект

(M. Chang. Journ. general Physiol., 30, 321, 1947). Действительная гибель спермиев здесь доказывается тем, что иммобилизация их не обратима ни при разбавлении сывороток «физиологическим» раствором, ни после освобождения клеток от сыворотки центрифугированием.

Причины, помешавшие физиологам констатировать этот эффект, состоят в том, что: 1) спермицидный фактор сывороток нестоек и исчезает после нескольких дней хранения их, и 2) спермицидный эффект сыворотки может быть обнаружен только тогда, когда она добавлена к небольшому числу спермиев.

Сыворотка для обнаружения её спермицидного действия получалась центрифугированием цельной крови (при 2000 об./мин. в течение получаса). Кровь же извлекалась асептически при помощи сердечной пункции. Иногда животные (кролики, крысы, морские свинки) перед этой операцией наркотизировались. Кровь быка обычно получалась из вен шеи, но нередко и при убое. Кровь человека собиралась из поверхностных вен.

Объекты наблюдений — спермии выбирались у крыс и морских свинок при размельчении придатка (epididymis), а спермии быка и кролика — из искусственного влагалища. Показателем действия сывороток на спермии служила их подвижность (при лабораторной температуре), определяемая через интервалы в 1.0—1.5 часа. Полная остановка движения спермиев служила указанием на спермицидный эффект сыворотки. В качестве контроля брались взвеси спермиев того или другого животного в растворе хлорида натрия (0.9%), где спермии жили около 5 часов при той же лабораторной температуре.

Общий результат проделанных опытов состоит в том, что было доказано присутствие спермицидного фактора в свежей сыворотке быка, кролика, морской свинки и крысы. По своей силе спермицидные факторы этих животных могут быть представлены таким рядом: бык, кролик, крыса, морская свинка.

Наиболее замечательным фактом, обнаруженным при этих экспериментах, является то, что сыворотка человека не убивает спермиев человека, будучи в то же время смертельной для сперматозоидов других видов. Сыворотки животных убивают как «собственные» спермии, так и спермии других видов.

При данных опытах было также установлено, что спермицидный фактор термолабилен — разрушается при нагревании до 55°С в течение 10—20 минут. Далее было найдено, что спермицидный фактор активен при pH в пределах 6.5—8.0, причём в свежей сыворотке он находится в ограниченном количестве и его хватает лишь на определённое число сперматозоидов (3—9 млн на 1 мл сыворотки).

Помимо этого, данный фактор можно разрушить цитратом натрия, папаином, трипсином и ядом змей (их 1%-ми растворами), а также фильтрацией через асбестовые пластинки. Однако хлороформ, этиловый спирт и этиловый эфир не инактивируют его.

Попытка найти этот же фактор в экстрактах из тканей различных органов (лёгкие, сердце, печень, селезёнка, почки, мозг и др.)

дала отрицательный результат. Такой же отрицательный результат был получен при испытании разных фракций протеинов сывороток (альбумин, альфа-, бета- и гамма-глобулины, фибриноген и их смеси).

Наконец, интересно ещё отметить то, что сперматозоиды и яйца реагируют на сыворотку вполне различно. Свежая неразбавленная сыворотка представляет наилучшую среду для культивирования яиц *in vitro*, тогда как эта же сыворотка сперматозоиды убивает.

Проф. И. Ф. Леонтьев.

МЕДИЦИНА

МЕХАНИЗМ ПАРАЛИЧЕЙ ПРИ БОТУЛИЗМЕ

Ботулизм (от латинского *botulus* — колбаса) — патологическое состояние, обязанное отравлению так называемым колбасным (или рыбным, соответственно — консервным) ядом, проявляется в форме таких нервно-паралитических явлений, как парезы и параличи глазных мышц, параличи мышц глотки и кишечника, параличи диафрагмы, нарушение секреции слюнных желез и т. д.

Внешними признаками этих поражений являются: расстройство аккомодации, двойное зрение, расширение зрачков, опущение верхних век (птоз), ослабление слюноотделения, затруднения в жевании и глотании, слабость дыхания, затем общая и часто острая слабость и наконец гибель.

Однако, ботулизм врачами рассматривается не как инфекция, а как токсикоз микробным ядом. Этот яд образуется, как известно, из палочкообразной (0.8—1.2 × 6—8 микрон) слабо подвижной бактерией — *Clostridium botulinum*, впервые изолированной 50 лет назад.

Специалисты говорят, что эффект колбасного токсина подобен действию кураре (яда из коры южно-американского растения *Strychnos toxifera*, содержащей алкалоид курарин).

Но термин «курарепоподобный эффект» обычно употребляется для описания дисфункций мионейральных узлов, проявляющихся осложнением способности мышц отвечать на прямое раздражение при сохранении способности реагировать на непосредственный раздражитель. А так как недавно [1] было показано, что несомненный эффект кураре есть результат суммарного действия двух факторов: 1) предотвращения эффекта ацетилхолина на поперечнополосатые мышцы и 2) угнетения ацетилхолина, то отсюда возникла попытка выяснить механизм действия токсина *Clostridium botulinum*, исходя из этих данных.

И действительно, в опытах с мышцами в мозгом (в аэро- и анаэробных условиях) лягушки удалось показать [2], что токсин *Cl. botulinum* представляет один из наиболее сильных агентов, известных своим свойством подавлять синтез ацетилхолина.

Очищенные препараты токсина, использованные в описываемых опытах, содержали 8.3×10^{-9} мг азота в одной летальной дозе (для мыши).

Очень небольшие количества этого токсина подавляли синтез ацетилхолина в опытах как

in vitro, так и in vivo. В последних случаях угнетение не было полным вероятно потому, что некоторые вещества клеток защищали находящийся внутри них энзим от соприкосновения с токсином. Такое допущение может объяснить, почему у животных, отравленных этим токсином, можно всё-таки получить реакцию эффекторного аппарата при раздражении нерва.

Следовательно, теперь можно считать, что параличи, наблюдаемые при ботулизме, объяснены главным образом пониженному синтезу ацетилхолина.

Л и т е р а т у р а

[1] С. Torda a. H. Wolff. Journ. pharm. a. exper. ther., 89, 320, 1947. — [2] С. Torda a. H. Wolff. Amer. Journ. Physiol. 147, 384, 1946.

Проф. И. Ф. Леонтьев.

ПОВЕДЕНИЕ ВИТАМИНОВ ПРИ ОЖОГАХ

О повышенной потребности в витаминах при ожогах врачи стали думать по аналогии с вполне установленной усиленной потребностью в них при других заболеваниях [1]. Однако определение концентраций различных витаминов в крови, моче и тканях, с целью выяснения фактической потребности в них при ожогах, производилось очень редко. Известная рекомендация применять при лечении ожогов витамин D в виде рыбьего жира (местно и перорально) основана на эмпирических соображениях [2].

Лишь в 1937 г. были выполнены систематические наблюдения над поведением аскорбиновой кислоты в надпочечниках и печени морских свинок, воспитываемых до и после ожогов на различных диетах. Эти опыты [3] показали, что у всех животных, независимо от содержания витамина C в их пище, наступает резкое уменьшение аскорбиновой кислоты в указанных органах после ожогов, занимающих на поверхности тела площадь в 45—50 см².

Наблюдения над обожжёнными свиньями, получавшими пищу с недостаточным количеством аскорбиновой кислоты, показали, что заживление ожогов у таких животных идёт вяло, и раны «плохо» гранулируют, причём свиньи в этих случаях теряют в весе. При полноценном питании животные значительно меньше теряли в своём весе, и их ожоговые раны гранулировали «лучше» [3].

У людей при тяжёлых ожогах также наблюдали уменьшение концентрации аскорбиновой кислоты в плазме крови [4].

Несколько позднее, при экспериментах с кроликами, белыми крысами и морскими свинками было установлено, что после ожогов у данных животных происходит понижение концентрации витамина C в корковом слое их надпочечников [5].

Недавно американские врачи [6] производили измерения концентраций аскорбиновой кислоты в плазме крови при острых и хронических стадиях ожогов у людей и определяли у этих же субъектов количества выделенных с

мочой витамина C, тиамин, рибофлавин и никотинамида.

В итоге этих изменений и определений оказалось, что у больных с тяжёлыми ожогами, получавших в пищу много протеинов и витаминов в дозах, превышающих в 2—3 раза установленные нормы для здоровых людей, концентрация витамина C в плазме и выделение с мочой всех четырёх вышеуказанных витаминов могут очень сильно снизиться. Даже при небольших ожогах у людей, питающихся домашней, не обогащённой витаминами пищей, можно наблюдать подобную картину. У обожжённых людей, с постоянным дефицитом витамина C в их плазме, грануляции отсутствуют или они отчётны; кожная пластика у таких пациентов не удаётся, а эпителизация задерживается.

Больные с ожогами и недостаточным потреблением витаминов B-комплекса имели плохой аппетит, кишечник у них плохо работал. Кроме того, у этих же пациентов развивается астения (психическая слабость) и плохое настроение.

Усиленная потребность в витаминах начинается с момента ожога и заканчивается после полного заживления. Отсюда можно считать, что потребность в количествах различных витаминов, необходимых для предотвращения авитаминозов, соответствует площади незажившего ожога.

На этом основании предложено при очень тяжёлых ожогах давать больным 2 г аскорбиновой кислоты, 50 мг тиамин, 50 мг рибофлавина и 500 мг ниацинамида. Этот рецепт оправдан новейшими исследованиями [7] по обмену рибофлавина при ожогах у людей, когда была совершенно ясно констатирована повышенная потребность в этом витамине в период выздоровления.

Поведение при ожогах жирорастворимых витаминов, а также и других (например E и K), к сожалению, до сих пор не изучено [8].

Л и т е р а т у р а

[1] M. Hall et al. Ann. Intern. Med., 13, 415, 1939. — [2] W. Loefer. Ztbl. f. Chir., 61, 1686, 1934. — [3] G. Uzbekov. Klin. Medic., 15, 237, 1937. — [4] C. Lam. Surgery. Gynec., Obst., 72, 390, 1941. — [5] A. Clark et al. Physiol. Review, 25, 531, 1945. — [6] C. Lund a. S. Levenson. Journ. Amer. Med. Ass., 128, 95, 1945. — [7] W. Andreal et al. Federation Proceed., 5, 3, 1946. — [8] C. Lund et al. Surgery, Gynec., Obst., 82, 443, 1946.

Проф. И. Ф. Леонтьев.

БОТАНИКА

РЕДКОЕ РАСТЕНИЕ НАРЫМА

Летом 1945 г. в Чаинском районе Томской области вблизи посёлков Шелканово, Самодурово, Кинзёр найдены были плоды водяного ореха (Trapa natans). Водяной орех здесь произрастает по берегам небольших озёр.

Наибольшие заросли водяного ореха встречаются на озёрах Кру́глом и Бара́шково в

1,5 км от пос. Щелканово и в 25 км от с. Подгорного.

Водяной орех имеет мелкие цветы с белыми лепестками и кожистые зубчатые листья, собранные в розетку. Листья растут на тонком, ветвистом стебле, длиной от 40 до 100 см и более. Цветёт растение во второй половине июня и в начале июля.

Во время цветения цветки и листья водяного ореха плавают на поверхности воды. После созревания плод ореха падает на дно озера. Плод водяного ореха твёрдый, чёрно-бурого цвета с несколькими отростками. На концах отростков имеются мелкие зубчики. Размер плода 2—3 см. Внутри плода водяного ореха находится небольшое желтовато-белое зерно, в котором содержится крахмал и белок.

Местное население водяной орех называет «барашки» и употребляет его в пищу в сыром и варёном виде. По своему вкусу зерно водяного ореха напоминает каштан.

Собираются плоды ореха со дна озёр в начале сентября.

В пределах Нарыма водяной орех найден впервые. До сих пор в Западной Сибири северным пунктом нахождения водяного ореха считалось среднее течение р. Чулыма, где он произрастает у посёлков Скоблино, Абкашево, Каштаковы. Произрастает орех также вблизи г. Мариинска. В 1712 г. путешественником Мессершмидтом указывалось на нахождение водяного ореха в окрестностях г. Томска.

Южнее Нарыма водяной орех встречается по верхнему течению р. Оби — у Барнаула, Бийска, у пос. Тальменка, в северной части Ойротии — у пос. Манжерок, на оз. Доингол, у с. Чемал.

Л и т е р а т у р а

1. В. С. Алгазин. Растительное сырьё Новосибирской области, стр. 43, Новосибирск, 1944. — 2. Флора Западной Сибири. Руководство к определению западно-сибирских растений, вып. VIII, стр. 1975—1976, 1935.

П. П. Хороших.

ИНСТРУКЦИЯ ДЛЯ СБОРА ГЕРБАРНЫХ ОБРАЗЦОВ «ВОДЯНОГО ОРЕХА»

«Водяной орех» (Тгара) представляет интереснейший объект изучения. Он является одним из древнейших представителей высших цветковых растений. Имея исходные корни своего происхождения ещё в конце мелового периода, он через третичный период, богатый грандиозными геологическими событиями, и через плейстоцен, сопровождавшийся оледенением обширных пространств суши, дожил до нашего времени. В связи с изучением истории и путей его развития и распространения, а также в связи с изучением его систематического состава возникает целый ряд научных проблем общего характера.

Кроме того плоды «водяного ореха», содержащие большое количество питательных веществ (крахмал, белки), представляют интересный объект изучения с хозяйственной точки зрения. В странах древней земледельче-

ской культуры (Индия, Китай, Япония) он культивируется в целях хозяйственного использования. В некоторых районах Индии местное население в течение 5 месяцев питается хлебом и лепёшками из плодов этого растения. У нас, к сожалению, культура «водяного ореха» до сих пор не применяется, а плоды его используются лишь в качестве предмета лакомства. А между тем он и у нас по обилию приносимого урожая вполне мог быть предметом культуры. Поэтому изучение рода Тгара в отношении его видового разнообразия и условий его обитания, как с географической, так и с гидробиологической точек зрения, представляет огромное научное и практическое значение.

Работа над его обширными коллекциями, хранящимися в гербарии Ботанического института им. В. Л. Комарова АН СССР, показала, что эти коллекции собраны далеко не удовлетворительно. По старой традиции коллекторы главное внимание уделяли плодам («орехам») этого растения, часто совершенно игнорируя вегетативные органы и цветы. Поллиморфизм, присущий этому роду, не привлекал внимания исследователей, так как рассматривался как случайное явление, зависящее от свойств данного водоёма (например химического состава его воды). Никому не приходило в голову поближе познакомиться с природой этого «поллиморфизма», чтобы выяснить, не имеется ли в водоёме нескольких форм видового значения и нет ли каких-либо коррелятивных связей между той или иной формой плода и остальными частями растения: 1) листьями, их формой, размерами, опушением, характером зубчатости, 2) цветками, их размером, формой и величиной лепестков, опушением и формой чашелистиков, размером и опушением цветоножек, а также 3) фенологией данного растения.

Тщательный просмотр указанных коллекций показал, что как вегетативные органы, так и цветы сильно варьируют в пределах различных систематических групп. Если листья молодых растений у всех видов более или менее одинаковы, то листья, появляющиеся на взрослых экземплярах в период созревания плодов, хорошо отличаются у различных видов. Хорошо отличаются также цветоножки по длине, толщине и, особенно, по опушению, начиная от совершенно голых до войлочного опушенных. Изменяются у различных видов размеры цветков, форма лепестков, чашелистиков, время цветения и пр.

Среди указанных коллекций по случайной иногда попадались сборы со всеми необходимыми для характеристики частями растений (зрелыми плодами, взрослыми листьями, цветами). Благодаря этим сравнительно немногим случаям удалось установить наличие указанных выше коррелятивных связей, показывающих, что различные морфологические признаки распределены не случайно, а в определённой закономерной связи, установление которой является первичной задачей систематики. Для большинства же видов Тгара гербарный материал мало удовлетворяет этим требованиям.

Поэтому в интересах познания современного систематического состава рода Тгара позволю себе обратиться ко всем ботаникам и любителям-коллекционерам Советского Союза, работающим в районах распространения «водяного ореха», с просьбой собирать гербарный материал и производить наблюдения, руководствуясь следующей инструкцией и соображениями.

Так как семя «водяного ореха», заключённое в твёрдую скорлупу, состоит (кроме зародыша) из двух неравных семядолей: одной маленькой, чешуевидной и другой крупной, заполняющей всю полость скорлупы ореха, то при прорастании из скорлупы выходит лишь маленькая семядоля, крупная же остаётся внутри и очень долгое время бывает соединена с молодым растением, служа ему в качестве магазина запасных питательных веществ и якоря, прикрепляющего его ко дну водоёма.

В таксономии рода Тгара играют роль листья, появляющиеся в период созревания плодов, цветы и зрелые плоды. Поэтому для получения удовлетворительного представления о любом виде абсолютно необходимо, как минимум, собрать материал в два периода.

1. Период цветения. При этом растение ещё продолжает находиться в соединении с материнским плодом. Поэтому, если его очень осторожно вынимать из воды, то вместе с ним можно вынуть плод, из которого оно выросло. А это очень важно, так как в одном и том же водоёме почти всегда имеется не один, а два, три и больше видов Тгара. Поэтому, если во время фазы цветения вместе с растением не собрать материнский плод, то определение его на современной стадии нашего познания будет невозможно, пока не установлена корреляция между вегетативными и генеративными органами между собою и со зрелым плодом. Материнский плод является тем органом, который позволит нам идентифицировать сборы в фазе цветения со сборами в фазе зрелости. Положение, конечно, изменится коренным образом, когда для каждого вида будем иметь диагноз с достаточным описанием всех органов растения.

2. Период зрелости. В этот период имеются совершенно взрослые листья, характерные именно для этого вида. Эти листья вырастают, повидимому, в период созревания плодов. В то же время листья более ранних фаз развития растения постепенно опадают. Не исключена также возможность, что некоторые изменения происходят с уже выросшими листьями на протяжении периода вегетации. Но всё же более поздно появившиеся являются для данного вида наиболее характерными.

Имея цветы, прошлогодние плоды, взрослые листья и зрелые плоды нынешнего года, можно составить полноценный диагноз вида.

При указанных работах и наблюдениях необходимо иметь в виду, что в одном и том же водоёме может быть, как это указывалось выше, два, три и больше видов. Поэтому в самом начале работы необходимо возможно скорее выяснить, сколько в данном водоёме имеется видов и в дальнейшем установить

наблюдения над каждым из них, и гербарные сборы производить также по каждому виду.

Кроме сказанного выше, не мешает для полноты картины собрать материал и в другие фазы развития, а также произвести некоторые наблюдения. В частности, весьма интересно установить календарные сроки начала прорастания семян, начала цветения, периода созревания плодов и конца вегетации, когда листья начинают опадать, и розетки опускаются на дно. При этом интересно установить, опускаются ли розетки вместе с зрелыми плодами или же последние отрываются от них раньше.

Наконец, в науке ещё нет точных сведений относительно способа опыления цветов Тгара. Имеются предположения относительно автогамии и алогамии, а также и о перекрестном опылении при помощи насекомых, но какое из этих предположений является правильным (или и то, и другое, и третье в различных случаях?) — неизвестно. Требуется проверка, которую очень хорошо бы организовать в тех наших государственных заповедниках, на территории которых имеются водоёмы с Тгарой (например, на Клязьминском, Окском, Астраханском, Новохопёрском и др.) и квалифицированный научный персонал.

Имеются сведения, что Тгара во время цветения посещается различными насекомыми. Но это ещё не служит ручательством наличия перекрестного опыления. Необходимо выяснить роль этих насекомых. Имеются наблюдения, что рыльце пестика ещё до распускания бутона уже покрыто зрелой пылью из обращённых к нему пыльниковых мешочков того же цветка. Поэтому для разрешения данного вопроса требуются не простые полевые наблюдения, а тщательные лабораторные исследования (изоляция цветков от насекомых, анатомические срезы для наблюдения над прорастанием пыльцы и т. д.). Это интересная и трудоёмкая работа, которая сама по себе могла бы явиться темой научного исследования.

Имеется и ещё один, чрезвычайно интересный вопрос — это о продолжительности жизни «водяного ореха». Обычно его считают однолетним, но имеются литературные указания, что он иногда становится многолетним даже в наших северных широтах (например Владимирская область). Выяснение данного вопроса имеет большое научное и практическое значение и может составить также вполне самостоятельное научное исследование. Для этого необходимы наблюдения над опустившимися под воду розетками листьев осенью и, особенно, весной, а также одновременное проведение наблюдений над созреванием на дне водоёма не успевших созреть наверху плодов.

В заключение обращаемся с просьбой ко всем ботаникам и любителям-коллекционерам присылать все материалы и гербарные сборы по адресу: Ленинград 22, ул. профессора Попова, 2, Ботанический институт им. акад. В. Л. Комарова АН СССР. Гербарий. Проф. В. Н. Васильеву. Туда же следует обращаться за всеми справками и разъяснениями.

Проф. В. Н. Васильев.

ЧЕРНЫЙ ТОПОЛЬ В НАРЫМЕ

В северной части Томской области по берегам некоторых рек произрастает чёрный тополь — осокорь (*Populus nigra* L., из семейства ивовых, *Salicaceae*).

Главные заросли чёрного тополя сосредоточены в Нарыме на побережье р. Оби (ниже устья р. Томи) и по р. Кети.

Местами чёрный тополь попадает на берегам левых притоков р. Оби — рек Васюгана, Парабели, Чаи, а также по рекам Чулыму, Томи и Тыму и др. Севернее Нарыма чёрный тополь растёт по р. Ваху, вблизи слияния Оби и Иртыша.

Чёрный тополь обычно произрастает на песчаных почвах, где он встречается отдельными группами или в одиночку. Рост дерева идёт довольно быстро. В возрасте 50—60 лет дерево уже достигает высоты от 13 до 18 м и в диаметре 40—50 см и более. Среди чёрных тополей иногда можно встретить тополи-великаны, достигающие высоты до 25 м, с диаметром до полутора метров.



Кора чёрного тополя (осоко́ря).
(Фото П. П. Хороших).

Чёрный тополь находит разнообразное применение в народном хозяйстве. Кора тополя, называемая «балберой», — очень лёгкая по весу и слабо впитывает воду. Благодаря этим свойствам, балбера применяется для изготовления поплавков к неводам, сетям. Стандартная для поплавков балбера снимается с деревьев в возрасте 80—100 лет. Древесина молодого чёрного тополя идёт для производства клёпки бочек, для долблённых лодок («обласки»), корыт. Наросты, встречающиеся на стволе тополя («кап»), дают ценный материал для токарных изделий. Из листьев и коры тополя получается также краска. Из

почек осоко́ря можно получить особый смолистый бальзам (*Harz balsam*).

Нарым является основным поставщиком балберы для рыбных промыслов Советского Союза. Заготовка балберы в Нарыме проводится уже более 35 лет. В Нарыме ежегодно заготавливается по несколько тысяч тонн балберы.

Литература

1. А. Виноградова. Осокорь на р. Оби, стр. 76—95, Томск, 1931. — 2. Промысел балберы в Нарыме. Проблемы освоения севера Зап. Сибири, стр. 184—187, 1935.

П. П. Хороших.

АУКСИН И ЦВЕТЕНИЕ РАСТЕНИЙ

Недавно Г. М. Псарев [1] обнаружил, что инфильтрация молодых растений сои гетероауксином (10 мг на литр) задерживает начало цветения по сравнению с контролем на 25—30 дней. А Гальстон (в США) показал, что ингибитор ауксина, 2,3,5-триид-бензойная кислота, подавляя активность гетероауксина, ускоряет цветение сои [2]. Vegetирующие на естественном дне и получившие необходимый фотопериод растения сои Пекин были опрысканы 0.0004-молярным раствором указанного ингибитора. Хотя вегетирующие на неблагоприятной длине дня растения не зацвели после этой обработки, однако растения, получившие фотопериодическое воздействие, отвечали на обработку 2,3,5-триидбензойной кислотой десятикратным увеличением числа образованных цветочных почек. Сопоставление описанных новых данных делает весьма вероятной гипотезу о том, что переход растений к цветению связан с уменьшением уровня ауксина. Благодаря этим открытиям выясняется новая функция ауксина — подавление цветения, — и устраняется необходимость существования специфического гормона цветения, гипотетического «флоригена», попытки изолировать который до сих пор остаются безуспешными.

Литература

- [1] Г. М. Псарев. Докл. АН СССР, 56, № 8, 877, 1947. — [2] A. W. Galston. American Journ. of Botany, 33, 10, 835, 1946.

С. О. Гребинский.

АНТИБИОТИЧЕСКИЕ ВЕЩЕСТВА ЛИШАЙНИКОВ

Химизм лишайников был объектом исследования целого ряда биохимиков. Ими было установлено наличие многих веществ, не встречающихся у представителей других групп растительного мира. Сюда надо отнести прежде всего многочисленные лишайниковые кислоты.

После того как внимание биологов было

привлечено к поискам антибиотиков, эти поиски распространились и на лишайники. Началось переисследование их химизма с новой стороны.

Уже в 1944 г. появилась работа Бэркхольдера, Эванса и др. [1], в которой излагались результаты изучения антибиотической активности представителей лишайниковой флоры США. Были испытаны водные вытяжки 42 видов лишайников по их действию на *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis* и на некоторые другие виды бактерий. *E. coli* оказалась резистентной по отношению ко всем вытяжкам. 27 видов содержали антибиотики, подавляющие развитие *S. aureus* или *B. subtilis* или обоих видов вместе. Среди них несколько представителей рода *Cladonia*.

Затем испытывались эфирные, спиртовые и хлороформные вытяжки различных лишайников, также проявляющие антибиотические свойства. Наблюдающееся в обоих случаях многообразие антибиотического действия говорит за то, что исследователи имели дело не с одним, а с несколькими антибиотиками.

Штоль, Ренц и Брак [2] исследовали 58 видов лишайников Швейцарии в отношении их антибиотического действия на *S. aureus*. Из них 38 видов оказались обладающими заметной активностью. Наиболее активными были *Alectoria ochroleuca*, *Cetraria nivalis*, *C. pinastri*, *Cladonia amaurocraea*, *C. deformis*, *C. mitis*, *Letharia vulpina*, *Ramalina capitata*, *R. fraxinea*, *Thamnia vermicularis* и *Usnea hirta*.

В то время как Бэркхольдер и Эванс могли только высказать предположение о связи антибиотической активности с лишайниковыми кислотами, швейцарские исследователи дали доказательства этого предположения. Из большинства активных видов ими были выделены кислоты (усниновая, вульпиновая, физодовая), которые и являлись антибиотическими веществами.

Усниновая кислота была подвергнута детальному анализу [3]. Она встречается в форме оптических активных лево- и правовращающих изомеров, а из исландского лишайника (*Cetraria islandica*) выделена в рацемической форме. Процентное содержание её у представителей различных видов значительно колеблется, достигая 8% у *Alectoria ochroleuca*. Левовращающая усниновая кислота уже в разведении 1:1 000 000 начинает подавлять развитие некоторых бактерий, а при увеличении концентрации до 1:100 000 полностью прекращает рост *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pyogenes* и, что особенно важно, *Mycobacterium tuberculosis*. Многие штаммы *M. tuberculosis* перестают развиваться при концентрациях 1:800 000 и 1:500 000. В то же время Грам-отрицательные бактерии, дрожжевые и плесневые грибы оказываются резистентными к усниновой кислоте даже при разведении её 1:2500.

Правовращающая и рацемическая формы ведут себя, в общем, аналогично.

Установлено антибиотическое действие и других лишайниковых кислот: вульпиновой, протолехестериновой, лехестериновой, дигидролехестериновой, физодовой.

Независимо от этих работ Барри [4] показал, что выделенная из *Buellia capescens* лишайниковая кислота — диплоинин в разведении 1:100 000 действует антибиотически на *M. tuberculosis*.

Эти интересные и, повидимому, перспективные исследования обладают, однако, одним недостатком, общим для большинства работ по антибиотикам на их первом этапе. Все испытания проводились *in vitro*. Между тем эффективность антибиотиков при исследовании *in vivo* может значительно изменяться.

Л и т е р а т у р а

- [1] P. R. Burkholder, A. W. Evans, I. McVeigh and H. K. Thornton. Proc. Nat. Ac. Sci. USA, 30, 250, 1944. — [2] A. Stoll, J. Renz, A. Brack. Exper., 3, 111, 1947. — [3] A. Stoll, A. Brack u. J. Renz. Exper., 3, 115, 1947. — [4] C. Barry. Nature, 158, 131, 1946.

Д. В. Лебедев.

ЗООЛОГИЯ

НОВЫЙ ОТРЯД РАКООБРАЗНЫХ

Фауна земного шара изучена в настоящее время настолько полно, что подавляющее большинство ещё неизвестных животных оказывается принадлежащим только к новым видам, реже — к новым родам и в исключительных случаях — к новым семействам. Нахождение неизвестных до сих пор более высоких таксономических единиц всегда представляет собою выдающееся событие в зоологии.

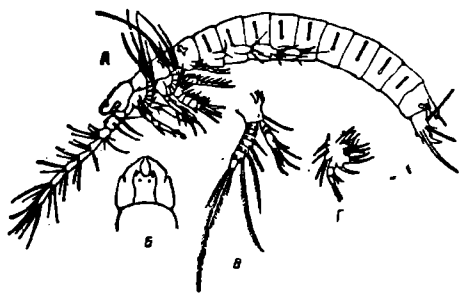
Поэтому трудно переоценить значение открытия Пеннаком и Цинном (Pennak and Zippin) [2] нового отряда низших ракообразных. Это открытие было опубликовано ещё во время войны, но статья Пеннака и Цинна только теперь появилась в московских библиотеках.

Авторы занимались так называемой интерстициальной или интертидальной фауной Вудс-Холя (Массачусетс, США), т. е. населением заполненных водой капиллярных ходов между песчинками морских побережий. В этих своеобразных условиях обитает довольно богатый видами комплекс микроскопических организмов — бактерий, простейших, тихоходок, нематод, малошетиных червей, веслоногих рачков из группы Naupacticoidea и водных клещей. Большинство специфических для интерстициальной фауны видов характеризуется микроскопическими размерами и червеобразной формой тела, позволяющими им жить в узких ходах между песчинками. Почти все эти формы обладают способностью к факультативному анаэробизму, так как вода, заполняющая капилляры между песчинками, часто совершенно лишена кислорода или содержит его в ничтожных количествах [1].

При сборах интерстициальной фауны в песке, расположенном на 1 м выше уровня воды в прилив, на глубине 12—16 см, было

обнаружено 50 половозрелых самок и 12 неполовозрелых экземпляров низших раков, несколько напоминавших по своему внешнему виду веслоногих. Однако более подробное их изучение показало, что по всем своим признакам они не могут быть отнесены ни к одному из известных в настоящее время отрядов ракообразных и должны рассматриваться как представители особого нового отряда, которому Пеннак и Цинн дали название *Mystacocarida*.

Mystacocarida отличаются от веслоногих ракообразных прежде всего характером сегментации. Их червеобразное тело разделяется на голову с обособленным рostrальным щитом, за которой следует обособленный сегмент, несущий пару ногочелюстей (постцефалозома), грудь, состоящую из 4 сегментов, и брюшко, состоящее из 6 сегментов. У веслоногих, как известно, сегмент ногочелюстей сливается с головой, а грудь и брюшко имеют по 5 сегментов. Весьма своеобразно



Derocheilocaris typicus Pennak et Zinn, ♀.
А — общий вид сбоку; Б — головка с глазами сверху;
В — мандибула; Г — ногочелюсть.

строение верхней губы: она относительно очень велика и подвижно сочленена с головой. Обе пары антенн построены принципиально так же, как у веслоногих. Зато двуветвистые мандибулы с очень маленьким жевательным придатком напоминают скорее соответствующую конечность личинок, а не взрослых веслоногих. 1 и 2 максиллы, в отличие от того, что мы находим у веслоногих, одноветвистые и удлинённые. Пластинычаты ногочелюсти походят на 1 максиллы веслоногих. В общем ротовые части *Mystacocarida* развиты сильнее, но имеют более примитивное строение, чем у веслоногих, и представляют собой фильтрующий аппарат. Конечности грудных сегментов редуцированы до степени небольших нерасчленившихся пластинок и, вероятно, не принимают участия в передвижении рачка. В задней части головного щита и на всех остальных сегментах, за исключением последнего брюшного сегмента, находится по паре боковых незначительных углублений с приподнятыми хитинизированными краями. Функции этих органов, описанных также у одного вида интестинальных веслоногих, остаются невыясненными. На голове имеются обычно две пары глазков, но число их может быть меньше.

Существенной особенностью *Mystacocarida* следует считать положение женского полового

отверстия, которое у представителей нового отряда находится на переднем грудном сегменте. У всех прочих ракообразных (за исключением усоногих) оно расположено на последнем или на третьем от конца сегменте грудного отдела.

Mystacocarida в своём развитии проходят через пять личиночных стадий. Все они в общем напоминают взрослых особей, отличаясь меньшей величиной и недоразвитием некоторых конечностей. 1 максилла и ногочелюсть появляются только у четвёртой личинки, в то время как 2 максилла присутствует у всех стадий. Первые три стадии обладают неполным числом грудных и брюшных сегментов и лишены грудных конечностей. Все личиночные стадии имеют добавочный раздвоенный нерасчленившийся щупик на 2 антенне и более сильно развитый, чем у взрослых, эндоподит мандибулы.

Новый отряд представлен единственным видом *Derocheilocaris typicus*, относящимся к семейству *Derocheilocaridae*. Средний размер взрослых рачков — 458 микронов, пигментация отсутствует. Самцы пока остаются неизвестными.

В целом *Mystacocarida* несомненно примитивней веслоногих. Самостоятельность рostrального щита (протоцефалон?) и сегмента ногочелюстей, личиночный характер ротовых конечностей и гомономность сегментации грудного и брюшного отдела могут рассматриваться как признаки низкой первичной организации. С другой стороны, по степени редукции грудных конечностей *Mystacocarida* представляются более специализированными, чем веслоногие.

Открытие нового отряда в составе интестинальной фауны подчёркивает тот большой интерес, которого она несомненно заслуживает. Следует напомнить, что также в капиллярных ходах между песчинками было найдено ещё одно удивительное животное — одинокая млянка [2]. К сожалению, в нас в стране ещё не приступили к изучению этой фауны. Между тем такая работа безусловно даст много новых и неожиданных фактов.

Литература

- [1] R. W. Pennak. Ecology of some copepods inhabiting intertidal beaches near Woods Hole, Massachusetts. Ecology, vol. 23, 1942. — [2] R. W. Pennak and D. J. Zinn. *Mystacocarida*, a new order of Crustacea from intertidal beaches in Massachusetts and Connecticut. Smithsonian Miscell., Coll., vol. 103, № 9, 1943. — [3] A. Remane. Monobryozoon ambulans n. g., n. sp., eine eigenartiges Bryozoon des Meeressandes. Zool. Anz., Bd. CXIII, № 7—8, 1936.

Я. А. Бирштейн.

МАССОВАЯ ГИБЕЛЬ ЗИМУЮЩИХ УТОК НА ЮЖНОЙ КАМЧАТКЕ

На незамерзающих водах Тихого океана у восточного берега Камчатки зимует значительное количество чаек, чистиков и уток. Осо-

бенно большое скопление последних наблюдается в прибрежных водах южной части полуострова — у мыса Лопатки и в Курильских проливах.

В половине ноября 1943 г. в Первом Курильском проливе с потерпевшего аварию танкера вытекло жидкое топливо (мазут) и быстро разлилось по поверхности моря. Уже через неделю, к 22 ноября, на низкие песчаные берега мыса Лопатки вышло множество уток, перья их пропитались мазутом и намокли. Пытаясь очистить их клювом, утки заглатывали мазут, отчего весь кишечник их был красным и воспалённым. Птицы страдали сильнейшим поносом. Потеряв возможность обсохнуть и хорошо нырять, большинство уток замерзло или погибло от голода. Шеренга сидящих на берегу измученных птиц слабо реагировала на приближение людей. Утки подпускали вплотную, нехотя отступали в беду и затем вслед проходившим людям снова выходили на сушу. Летать они не могли.

В последних числах ноября жители соседнего посёлка заготовили за 3 дня, на сравнительно небольшом отрезке берега, около 20 тысяч уток. Морянки *Clandula hyemalis* L. составляли около 70%, гаги-гребенушки *Somateria spectabilis* L. — 25%, турпаны *Oidemia fusca* L. — 5%, чистики и кайры — несколько десятков штук, чайки *Larus marinus* L. — всего 4 штуки.

В конце апреля 1944 г., тотчас после того, как берег очистился от снега, на мысе Лопатке (не в месте осенних заготовок) был произведен подсчёт, давший в среднем 7 мёртвых птиц на 1 м берега.

Перепачканных мазутом и ослабевших от голода уток наблюдали по восточному берегу полуострова от мыса Лопатки до мыса Шипунского (около 350 км) и по западному берегу до Усть-Большерецка (около 200 км).

Зимой 1943/44 г. в районе Лопатки наблюдался большой налёт белых сов. Совы, тихоокеанские орланы и лисицы питались, главным образом, ослабевшими и мёртвыми утками.

Ю. В. Аверин.

ГЕНЕТИКА

ИПРИТ И МУТАЦИИ

Война снова привлекла внимание большого количества исследователей к всестороннему изучению отравляющих веществ. Результаты этих работ начали публиковаться только в 1946 г. Оказалось, что даже такие давно известные ОВ, как иприт и люизит, были изучены крайне недостаточно, был совершенно неясен механизм их действия, неизвестны средства борьбы с ними и, что особенно существенно, оставались неоткрытыми возможные пути применения этих чрезвычайно активных веществ в биологии и медицине. [1].

В результате медико-биологического исследования иприта, проведенного за последние годы, установлено, что токсическое действие как азотного (дихлордиэтиламин), так и серного иприта (дихлордиэтилсульфид) связано с

выделением хлора, следующим за внутренней циклизацией его молекулы. Если до второй мировой войны основное внимание уделялось локальному действию иприта как нарывного средства, то теперь исследователи обратились к изучению его более общих цитотоксических свойств, к изучению влияния иприта на основные жизненные процессы в клетке. При этом были установлены две группы явлений, пока ещё не связанные друг с другом, но, безусловно, находящиеся в тесной зависимости, вскрыть которую предстоит в дальнейшем.

Во-первых, было показано, что иприт, вызывая клеточную интоксикацию, т. е. нарушая нормальный ход метаболизма в клетке, действует на энзиматорный аппарат её. Исследованиями *in vitro* была продемонстрирована инактивация ипритом целого ряда энзимов, в особенности же всего класса фосфокиназ, обладающих специфической чувствительностью в этом отношении. Таково ли действие иприта на энзимы клетки *in vivo* или нет — неизвестно, а потому неясно ещё, можно ли считать инактивацию энзимов первичным механизмом клеточной интоксикации. Во всяком случае, несомненно участие её в общей цепи патологических процессов.

Во-вторых, было вскрыто нуклеотоксическое действие иприта, т. е. особенная чувствительность к нему клеточных ядер. Сравнительное исследование поражаемости различных тканей организма показало, что в сублетальных и ещё более низких дозах иприт вызывает патологические изменения только в растущих и размножающихся клетках и тканях. При этом прежде всего подавляется митотическая активность. Например, подвергаясь такому воздействию культура дрожжевых грибов значительно замедляет свой рост, и только через несколько поколений восстанавливается исходная скорость. Такое же влияние оказывает иприт и на ткани высших растений, а также на ткани животных. Но чувствительным периодом является стадия покоящегося ядра, а клетки, находящиеся в митозе в момент воздействия, продолжают деление.

Нуклеотоксическое действие иприта проявляется также в фрагментации ядра и хаотическом распределении хроматина, наступающих при несколько более высоких дозах агента.

В связи с этими фактами может рассматриваться и обнаруженная способность иприта инактивировать некоторые вирусы, поражающие растения.

Всё же вопрос о первичности нуклеотоксического действия иприта остаётся нерешённым, так как некоторые факты, в том числе чувствительность безъядерных эритроцитов к небольшим дозам иприта, наличие ясных цитоплазматических изменений в клетках и другие не могут быть легко истолкованы с этой точки зрения. Ясно только, что клеточное ядро весьма определённо реагирует на иприт.

Это подтвердили специальные исследования генетиков, получивших искусственные мутации под воздействием иприта.

Ауэрбах и Робсон [2, 3] действовали парами дихлордиэтилсульфида и трёх родственных соединений на самцов *Drosophila melanogaster*,

среди потомства которых подсчитывалось количество летальных мутаций, сцепленных с полом (обычная методика CIB). В контроле было 0.2% таких мутаций, в опыте же процент мутаций поднялся до 7.3%, а в некоторых сериях достиг 24%. Мутагенная мощность иприта, таким образом, может быть сравнима с мощностью рентгеновских лучей. Возможное увеличение процента мутаций при ещё большем повышении дозы иприта лимитируется полной стерильностью самцов при этом, а также появлением доминантных леталей в F₁. Одновременно возникают разнообразные хромосомальные aberrации: инверсии, делеции, транслокации. Их частота ниже, чем при воздействии эквивалентных мутагенных доз рентгеновских лучей, но выше, чем при воздействии ультрафиолетовыми лучами. Специальные скрещивания показали, что иприт действует непосредственно на хромосомы, а не через цитоплазму.

Хоровитц и его сотрудники [4] исследовали мутагенную активность иприта на грибе *Neurospora crassa*. Помещая бесполое споры одной из диких линий этого вида в пары иприта на 30 минут, а затем исследуя потомство обычной методикой, применяемой при генетических работах с *Neurospora*, они провели анализ на возникновение как видимых, так и биохимических мутаций. Процент мутаций поднялся с 0.13% (1 сомнительный мутант на 769 спор) в контроле до 3.8% в опыте. Из 29 мутантов (на 760 спор) было 17 видимых и 12 биохимических. Одна морфологическая мутация — «albino» никогда раньше не наблюдалась. Новые типы биохимических мутаций не были обнаружены. Так же, как и в опытах с воздействием ультрафиолетовыми лучами, наибольшей частотой обладает мутация, вызывающая нарушение синтеза метионина. И здесь иприт оказался очень мощным мутагенным фактором, превосходящим наиболее часто применяемые ультрафиолетовые лучи, причём можно ожидать ещё большего повышения частоты мутаций при специальном исследовании вопроса, так как в проведенных до сих пор опытах дозировка иприта и экспозиция спор не менялись.

На выявленных уже закономерностях нуклеотоксического действия иприта основываются и попытки его терапевтического применения для лечения злокачественных опухолей лимфоидной ткани. Дихлордиэтил-амин избирательно разрушает быстро растущие и размножающиеся клетки злокачественных опухолей. Наиболее эффективным оказалось лечение болезни Ходжкина, затем лимфосаркомы. В этом направлении продолжаются работы.

Надо отметить, что блестящие работы советского генетика Раппопорта, доказавшего и исследовавшего исключительно высокую мутагенную активность формальдегида [5], создают предпосылки к построению общей теории химизма мутационного процесса, в которую должны быть включены и результаты изложенных выше исследований.

Литература

- [1] A. Gilman and F. S. Philips. Science, 103, 409, 1946. — [2] C. Auerbach and

- J. M. Robson. Nature, 157, 302, 1946. — [3] C. Auerbach. Proc. Roy. Soc. Edinburgh, 62, 211, 1946. — [4] N. H. Horowitz, M. B. Houlahan, M. G. Hungate, B. Wright. Science, 104, 233, 1946. [5] И. А. Раппопорт. ДАН СССР, 54, 65, 1946.

Д. В. Лебедев.

ЗВУКОВОЕ РАЗДРАЖЕНИЕ. КОНЧАЮЩЕЕСЯ СМЕРТЬЮ

При исследовании поведения крыс и мышей многими авторами была описана своеобразная реакция на некоторые звуковые раздражения. Позвякивание ключами, свист, звук трубы могут вызвать у подопытных животных лихорадочные попытки к бегству, кончающиеся конвульсиями и параличом. Весь этот комплекс получил название «аудиогенного паралича».

Несмотря на неясность деталей, было установлено, что различные линии отличаются по своей подверженности «аудиогенному параличу». Степень чувствительности к указанным раздражителям наследственно обусловлена.

Недавно Келвин Холл (C. S. Hall, J. Hered., 38, 3, 1947) опубликовал сравнительные результаты исследования чувствительности двух высоко инбредных линий мышей. В железный таз, к внутренней стенке которого был приделан обыкновенный дверной звонок, пускались мыши. Через две минуты включался звонок, непрерывно звонивший в течение двух минут. Тщательно регистрировалось поведение мышей в первой и второй фазе опыта.

Линия C-57 оказалась мало восприимчивой, мыши же линии dba реагировали на звонок очень бурно: повышенной активностью, прыжками в высоту, бегом по кругу, охлаждением тела, конвульсиями. 87% подопытных животных гибли в конвульсиях.

Фатальный исход аудиогенного паралича при определённом генотипе — явление очень интересное. Непосредственной причиной смерти, по видимому, является прекращение дыхания. Детальный генетический анализ — дело будущего.

Д. В. Лебедев.

ПАЗАРИТОЛОГИЯ

ВОЗМОЖНОСТЬ ДЛИТЕЛЬНОГО СОХРАНЕНИЯ ПАЗАРИТИЧЕСКИХ ПРОСТЕЙШИХ ПРИ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ

При изучении паразитических простейших трудной задачей является поддержание штаммов изучаемых паразитов. Это достигается путём культивирования простейших на питательных средах, либо путём заражения восприимчивых животных и последующих пассажей (перевивок) от одного животного другому.

Но применение этих классических методов нередко сопряжено с известными трудностями: невозможность культивирования на питательных средах некоторых паразитических простейших, необходимость затраты большого количества лабораторных животных, возможность загрязнения штаммов при пассажах в результате примеси других паразитических микроорганизмов и пр. Наконец, при длительном культивировании или пассировании на животных паразитических простейших нередко происходит изменение их биологических свойств. Указанных недостатков лишён третий метод, рекомендуемый за последнее время рядом авторов — сохранение исследуемых простейших на холоду, при весьма низкой температуре.

Возможность длительного выживания микробов, в частности бактерий, при низких температурах давно известна. Оказывается, однако, что этой способностью обладают и некоторые организмы животной природы из числа паразитических простейших и даже червей. Большой материал по данному вопросу мы находим в опубликованной в 1947 г. статье Вейнмана (Weinman) и Мак-Алистера (McAlister [1]).

Авторы замораживали материал, содержащий исследуемых паразитов, и сохраняли его в холодильнике при температуре от -70° до -76° . Приводим данные о некоторых из исследованных авторами организмов.

Трипанозомы. Кровь, содержащая возбудителей африканской сонной болезни *Trypanosoma gambiense* и *T. rhodesiense*, сохранялась в пробирках при -70° . Даже после 19-месячного охлаждения трипанозомы, перенесённые в термостат, оказывались жизнеспособными; они нормально двигались и при введении морским свинкам вызывали заболевание. Из 24 опытов с трипанозомами сонной болезни лишь в одном случае паразиты после оттаивания оказались погибшими. Максимальный предел — срок выживания трипанозом при низкой температуре — пока не установлен. Точно так же хорошо переносят длительное сохранение при -70° трипанозомы болезни Чагаса, *T. cruzi* (прослежено в течение 22 месяцев) и крысиная трипанозома, *T. lewisi* (прослежено до 17 месяцев).

Лейшмании. При температуре -70° выживание жгутиконосцев, возбудителей пендинской язвы (*Leishmania tropica*), наблюдалось в течение 14, 17, 24 и даже 26,5 месяцев (794 дня). Лишь в одном опыте из 20 получен отрицательный результат. В двух опытах с возбудителем висцерального лейшманиоза (*L. donovani*) в охлаждённых кусочках органов заражённого хомяка жгутиконосцы сохраняли жизнеспособность в течение 101 и 276 дней.

Маларийные плазмодии. Авторы приводят результаты опытов с одним видом возбудителя малярии птиц — *Plasmodium lophurae*, который в 5 случаях из 9 оказался жизнеспособным после хранения крови с паразитами при -70° . Максимальная длительность в серии положительных опытов — 235 дней. После 812 дней сохранения на холоду плазмодии оказались неспособными заражать птиц; однако отрицательный резуль-

тат иногда получался и после кратковременного охлаждения.

В более широком масштабе аналогичные опыты с малярийными плазмодиями производились другими авторами [2, 3, 4]. Исследования над десятью видами птичьих плазмодиев показали, что эти паразиты после пребывания при температуре -76° в течение от двух дней до 11,5 месяцев (опыты с *P. cathemerium*) оказываются патогенными для птиц. Правда, значительное количество паразитов в охлаждённых порциях крови отмирает, в связи с чем наблюдается удлинение инкубационного периода при заражении птиц паразитами, подвергавшимися охлаждению, — по сравнению с нормальными сроками. Выяснилось также, что плазмодии сохраняют жизнеспособность лишь при достаточно низкой температуре (пределы пока не установлены), в то время как даже 24-часовое пребывание в обычном электрическом холодильнике при температуре -10° оказывается губительным для паразитов.

Сохранение путём замораживания не является, однако, универсальным методом, применимым ко всем паразитическим простейшим. Отрицательный результат получен с двумя паразитами кишечника: инфузорией *Balantidium coli* и дизентерийной амёбой, *Entamoeba histolytica*. После замораживания и оттаивания эти паразиты оказывались погибшими [1].

Тем более замечательно, что устойчивость к низким температурам оказалась свойственной некоторым из гораздо более высокоорганизованных животных — паразитических червей: личинкам (микрофиляриям) нитчатки Банкрофта (*Wuchereria bancrofti*) и паразитирующей у собак нитчатки *Dirofilaria immitis*, а также личинкам кишечных паразитов человека (*Ancylostoma duodenale*) и обезьян (*Strongyloides simiae*). Микрофилярии *D. immitis* после 69 дней пребывания при температурах -15° и -70° , по оттаивании, в большинстве оказались живыми. Количество выживших, после 49-дневного охлаждения, личинок *Strongyloides* составляло около 50% первоначальной численности, а из личинок кривоголовки (*Ancylostoma*) около 1% сохранили жизнеспособность после 107 дней пребывания на холоду. С другой стороны, инкапсулированные личинки трихинеллы (*Trichinella spiralis*) после 80 дней пребывания при -15° и -70° все оказались погибшими.

Результаты указанных работ, несомненно, являются серьёзным достижением в усовершенствовании методов исследования паразитических организмов, в том числе некоторых возбудителей болезней человека.

Л и т е р а т у р а

- [1] D. Weinman a. J. Mc. Allister. Amer. Journ. Hygiene, v. 45, № 1, 1947. — [2] F. Wolfson. Ibid., v. 42, № 2, 1945. — [3] R. Manwell. Amer. Journ. Trop. Medic., v. 23, № 1, 1943. — [4] R. Manwell a. R. Edgett. Ibid., v. 23, № 5, 1943.

А. Гуцевич.

ПАЛЕОНТОЛОГИЯ

НАХОДКА ДОМАШНЕГО ОСЛА В КУЛЬТУРНЫХ СЛОЯХ ГОСУДАРСТВА УРАРТУ¹ (ОКР. г. ЕРЕВАН)

В древних культурах Закавказья достоверные остатки домашнего ослы не известны. Лишь летом 1945 г. археологом Б. Б. Пиотровским, производившим раскопки Урартрийской крепости на холме Кармир-блур (левый берег р. Занги в 6 км от г. Еревана), был впервые найден домашний осёл [1], представленный 11 отдельными костями скелета, 14 верхними и 11 нижними коренными зубами. Вышеупомянутый костный материал принадлежит возможно одному или двум индивидуумам — одному взрослому и одному полувзрослому. У первого коренные зубы находятся в средней стадии стирания, у второго стёртость значительно слабее (М³ почти не затронуты стиранием). По строению зубов, форме и размерам костей описываемые остатки совершенно тождественны с современным закавказским домашним ослем среднего размера (например из окр. Еревана). На всех костях скелета явные следы действия интенсивного огня. Б. Б. Пиотровский [1] по поводу этой находки пишет: «В одном из жилищ был обнаружен целый скелет, частью обгорелый, ослы или жеребёнка. Повидимому животное было привязано внутри жилища и погибло в пожаре». По мнению

Б. Б. Пиотровского урартрийская крепость на холме Кармир-блур принадлежала древнему городу Русахинили, построенному в середине VII в. до н. э. и около 585 г. до н. э. сожжённому скифскими племенами. Таким образом первая наиболее древняя находка домашнего ослы в Закавказье датируется концом VI в. до н. э. Остатков домашних животных в развалинах Кармир-блур найдено очень мало. Б. Б. Пиотровский это объясняет тем, что в минуты гибели города происходившей, несомненно, в летнее время (во время раскопки найдены необмолоченные колоски пшеницы, цветы васильков, пучки травы), домашний скот находился на горных пастбищах, далеко от крепости. В материалах Урартрийской крепости Цовинар (на оз. Севан) были В. И. Громовой определены остатки [2] домашнего быка (*Bos taurus*), барана (*Ovis aries*) и домашней свиньи (*Sus scrofa domestica*). Костный материал археологических раскопок Урартрийской крепости Топрак-кала (у оз. Ван) остался неизученным. Из домашних животных древней культуры Урарту пока известны: лошадь, крупный рогатый скот, баран, коза, верблюд и, наконец, осёл. В дальнейшем, когда будет поставлено систематическое изучение костного материала археологических раскопок культуры Урарту, видовой состав домашних животных её, несомненно, значительно увеличится.

Литература

- [1] Б. Б. Пиотровский. Раскопки древней крепости на Кармир-блуре. Гав. «Коммунист», № 182/9255, Ереван, 9 августа, 1945. — [2] Б. Б. Пиотровский. История и культура Урарту. Акад. Наук Армянской ССР, Инст. ист., 1944. — [3] Б. Б. Пиотровский. Урартское государство во второй половине VIII в. до н. э. Вестн. древн. ист. № 1, стр. 65—78, 1935. — [4] Б. Б. Пиотровский. Урарту—древнейшее государство Закавказья. Изд. Гос. Эрмитажа, 1939.

Н. О. Бурчак-Абрамович.

¹ Государство Урарту (или Ванское) в культурной истории Передней Азии и Южного Закавказья сыграло большую роль, хотя и существовало оно недолго (с IX в. до н. э. по начало VI в. до н. э.). Столица государства Тушна находилась на восточном побережье оз. Ван. Урарту вело с переменным успехом непрерывные войны с Ассирией. Большая часть Армении входила в состав его. Клинообразные урартрийские надписи на скалах сохранились до наших дней на б. территории государства Урарту (оз. Севан, окр. Ленинкана, оз. Ван и т. д.).

ИСТОРИЯ и ФИЛОСОФИЯ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

ОБ ОДНОЙ ЗАМЕЧАТЕЛЬНОЙ СТРАНИЦЕ ИЗ ИСТОРИИ ХИМИИ

Д-р филос. н. Б. М. КЕДРОВ

Знание прошлого помогает разбираться в настоящем и предвидеть будущее. Знание прошлого, знание истории науки особенно важно для молодёжи, для всех тех, кто хочет посвятить себя научной, творческой деятельности; будущему учёному, изобретателю, исследователю природы надо знать, историю избранной им специальности; тогда он лучше будет понимать, откуда пришли новейшие достижения и открытия в этой области, куда направлено её дальнейшее развитие. Всё это поможет молодому, начинающему испытателю природы со временем сделаться квалифицированным специалистом и совершить серьёзные открытия в своей области. Вот почему в начале 1945 г. в беседе с бывшим президентом Академии Наук СССР В. Л. Комаровым товарищ Сталин указывал на важнейшее значение, которое имеет изучение истории мирового и отечественного естествознания.

«Это чрезвычайно важное дело, — говорил товарищ Сталин, — молодёжь в особенности должна знать историю науки». (Газета «Правда» от 10 февраля 1945 г.).

Знать историю науки — значит прежде всего знать факты и события, касающиеся деятельности отдельных выдающихся учёных и судьбы их открытий. В средней школе знакомство с историей науки этим и ограничивается. Но более подготовленная и, в частности, вузовская молодёжь должна идти дальше, она не может останавливаться на знакомстве с простым описанием событий, но должна искать для них необходимого марксистского объяснения. Здесь ей приходят на помощь замечательные произведения Маркса и Энгельса, Ленина и Сталина. В этих произведениях содержится ключ к марксистскому объяснению событий истории науки с точки зрения их связи с развитием промышленности и техники, с развёртыванием классовой борьбы и её отражением в области идеологии и философии и, вместе с тем, с точки зрения логики самой естественно-научной мысли, с точки зрения её внутренней закономерности. С этой последней точки зрения мы и рассмотрим в этой статье подготовку и открытие периодической системы Менделеева, история которой является одной из интереснейших страниц в истории не только химии, но и всего естествознания.

В «Диалектике природы» Энгельс объясняет, в чём заключается общий диалектический ход развития человеческого познания природы. Коротко этот путь можно охарак-

теризовать словами Энгельса, как «восхождение от единичного к особенному и от особенного к всеобщему» (стр. 181, 1941). Что же означает собой это «восхождение» и как оно происходит?

Изучая какие-либо вещи или явления, мы сначала устанавливаем отдельные факты, например отдельные свойства и проявления вещей, их размеры, характерные черты, длительность отдельных процессов и т. д. На этой первоначальной ступени изучения природы мы судим об изучаемых вещах как о чём-то единичном.

Затем, когда таких единичных фактов накопилось уже достаточно много, мы начинаем сравнивать и сопоставлять их между собой, находить у них такие особенные черты, признаки, на основании которых можно мысленно соединять в одну группу сходные вещи или явления и — разделять различные. Поэтому можно сказать, что на этой ступени познания мы судим о вещах и явлениях с той стороны, что у них есть нечто особенное, позволяющее группировать их особым образом.

Наконец, когда группировка изучаемых вещей и явлений произведена, встаёт более сложная задача — открыть тот общий для них закон природы, который объединяет их, но уже не в особые, разобщённые между собой группы, а в общую естественную систему; такое обобщение возможно именно потому, что открываемый закон природы лежит в основе данной области изучаемых явлений. На этой, более высокой ступени познания мы судим об изучаемых вещах и явлениях со стороны заключённого в них закона, как всеобщего.

Каждая из трёх названных ступеней не существует отдельно и независимо от других. Единичные, индивидуальные проявления вещей, их групповые, особенные черты и лежащий в их основе общий закон природы — нераздельно связаны между собой, как различные стороны (или, как говорят иногда, «моменты») изучаемых нами предметов и процессов природы.

Но эти три стороны раскрываются для нас не сразу, как только мы сталкиваемся с данными вещами, а в той закономерной последовательности, которая была только что изложена. При этом каждая более высокая ступень познания предполагает предыдущую в качестве своей подготовки, без которой она сама была бы невозможна. В свою оче-

редь каждая ступень сама подготавливает следующую за нею более высокую ступень познания. Вот почему Энгельс образно говорит о восхождении от единичного к особенному и далее от особенного к всеобщему, словно речь идёт о движении нашей мысли по ступеням какой-то лестницы познания.

В этом и состоит общий, диалектический ход познания природы. Этот общий ход Энгельс иллюстрирует на примере открытия превращения энергии, взятом из истории физики. Не менее ярко этот общий ход вскрывается на примере открытия химических элементов и их периодической системы.

*

Из тех веществ, которые мы в настоящее время считаем простыми, т. е. состоящими из одного элемента, в древние времена знали всего девять, а именно: семь металлов — золото, серебро, медь, железо, олово, свинец и ртуть — и два вещества, не обладающие металлическими свойствами (неметалла) — углерод и серу. Некоторые народы Востока знали также сурьму. Все эти вещества встречаются в свободном состоянии в природе (железо встречается в метеоритах). В средние века алхимики открыли цинк, висмут, фосфор и мышьяк. В течение одного XVIII столетия были открыты ещё одиннадцать элементов — газообразные: кислород, водород, азот, хлор и ряд металлов: кобальт, никель, вольфрам, платина, марганец, хром и неметалл теллур. В своём «Элементарном курсе химии», выпущенном в 1789 г., французский химик Лавуазье перечисляет 35 элементов, из которых настоящими элементами были только 24.

Открытие всех этих элементов, кроме четырёх газообразных, происходило в порядке единичных, ничем по существу не связанных между собою событий. Если элемент, скажем металл, был химически неактивным, то он встречался в природе в свободном состоянии или легко выделялся в этом состоянии. В процессе своей практической деятельности человек на него случайно наталкивался, «открывал» его с тем, чтобы так или иначе использовать для своих нужд. Но никакой связи между, например, открытиями азота, фосфора, мышьяка, сурьмы и висмута не было, хотя все эти пять элементов между собою химически сходны и образуют естественную группу (группу азота). Они открывались различными способами в различное время, как отдельные совершенно независимые вещества, как единичные предметы природы.

После работ Лавуазье открытие элементов пошло более быстрыми темпами. За первые 60—70 лет XIX в. было открыто около 40 новых элементов. Объясняется это тем, что с начала XIX в., в связи с применением новых методов исследования и улучшением способов разделения веществ, элементы стали открываться не только в отдельности, но и целыми группами. В 1800 г. был открыт спаянно-мощный источник электрического тока в виде Вольтова столба; это открытие позволяло английскому учёному Дэви разложить в 1807 г. соединения металлов калия и натрия с кислородом и получить эти эле-

менты в свободном состоянии. Так была открыта группа щелочных металлов.¹ Таким же путём Дэви открыл через год четыре элемента — магний, кальций, стронций и барий, которые составляют группу щелочно-земельных металлов.

В 1860 г. немецкими учёными Кирхгофом и Бунзеном был разработан спектральный анализ. Этот метод является очень тонким и даёт возможность узнавать присутствие самых малых количеств вещества. С помощью спектрального анализа были открыты новые щелочные металлы — рубидий и цезий, а затем ещё два элемента — индий и таллий, входящие в новую группу элементов — группу алюминия.

Интересно отметить, что элементы, близкие по химическим свойствам и по атомному весу, например лантаноиды, члены семейства железа и платины, обычно встречаются в природе совместно. Поэтому их открытие нередко происходило в порядке выделения примесей к основному металлу (например к платине). Так, в 1803 г. английские химики Уолластон и Теннант открыли среди спутников платины иридий, осмий, радий и палладий, а в 1845 г. среди них же наш казанский химик Клаус открыл рутений, названный так в честь России. Точно так же в течение всего XIX в. происходило открытие редкоземельных элементов путём разделения их смесей между собою, а также отделения от иттрия.

Кроме того, благодаря улучшению методов химического анализа и способов распознавания веществ, были открыты в первой трети прошлого столетия в порядке единичных открытий элементы: иод и бром, входящие в группу галоидов, кремний, входящий в группу углерода, алюминий и бор и другие элементы.

Характерной особенностью большинства перечисленных открытий было то, что они делались с помощью особых физических или химических способов, рассчитанных на особые свойства открываемых элементов. Так, например, спектральный анализ позволял открывать те элементы, соединения которых (соли) были летучими, а летучесть солей есть особенное, групповое свойство некоторых металлов. Точно так же электролиз позволил открыть те элементы, которые вследствие своей большой химической активности давали исключительно прочные соединения с кислородом (окислы), вследствие чего обычными химическими способами (например восстановлением с углем), выделить соответствующие металлы было при тех условиях невозможно. Опять-таки, подобная активность есть свойство групповое, особенное у некоторых металлов. Ещё раньше газообразные элементы были открыты способами пневматической (газовой) химии, получившей развитие во второй половине XVIII в.

Таким образом, в XIX в. открытия новых элементов стали примером того, что в познании элементов химии «поднялись» с предшествующей ступени, когда эти открытия но-

¹ Позднее, в 1855 г. тем же способом был выделен литий, входящий в эту же группу.

сили характер только единичных событий, на более высокую ступень, на которой элементы стали познаваться согласно их групповым, особым признакам.

Этот переход обнаружился ещё и в другом отношении. Дело в том, что с раскрытием особых черт у изучаемых веществ и распределением их по особым группам возникает необходимость в классификации этих веществ, первоначально такая классификация основывается на учёте особенного в веществах и явлениях природы. Так это и было в истории учения о химических элементах.

В 1827 г. немецкий химик Деберейнер выделил среди элементов несколько групп, в каждой из которых содержалось по три элемента, сходных между собой по своим химическим свойствам. Если расположить элементы каждой такой тройки («триады», как говорил Деберейнер) в порядке увеличения атомных весов, то атомный вес элемента, являющего промежуточные свойства, равен половине суммы атомных весов крайних членов тройки. Так, например, три щелочных металла — литий, натрий и калий — образуют триаду. Атомный вес натрия (23) равен половине суммы атомных весов лития (7)

и калия (39), так как $23 = \frac{7 + 39}{2}$.

То же самое мы имеем в триаде элементов, называемых галоидами — хлор, бром и йод. Бром, атомный вес которого (80) приблизительно равен половине суммы атомных весов

хлора и йода ($80 = \frac{35.5 + 127}{2}$), занимает

по своим свойствам промежуточное положение между этими элементами. И даже по своему агрегатному состоянию при обычной температуре бром занимает среднее положение между крайними членами триады: он является жидкостью, в то время как хлор — газ, а йод — твёрдое тело.

Классификация Деберейнера была примером разбивки элементов на группы согласно их особым признакам. Внутри каждой такой группы (триады), например галоидов, объединялись только химически сходные элементы. Все остальные элементы, отличные от них, относились уже к другим группам и не были ничем связаны с триадой галоидов. Химикам казалось противоестественным соединять вместе химически различные элементы. Поэтому всё своё внимание они сосредоточили на рассмотрении сходства между элементами.

Однако, идя таким путём, нельзя было открыть общей единой системы, охватывающей все элементы, так как среди них, как мы знаем, имеются не только сходные, но и различные элементы. Единая же система предполагает объединение и тех и других; этого невозможно достичь, когда несходные — полностью отрываются друг от друга и распределяются по независимым группам.

*

Новая ступень развития химии связана с именем великого русского учёного Дмитрия Ивановича Менделеева. Открытие периодической системы элементов Менделеевым предполагало отказ от одностороннего подхода

Деберейнера, которым ограничивались химик вплоть до конца 60-х годов XIX в.

Менделеев пришёл к мысли, что все элементы можно сопоставить по величине атомного веса и таким путём объединить их в общую, единую систему. Соответственно с этим в начале 1869 г. он составил таблицу, которую назвал «Опыт системы элементов, основанной на их атомном весе и химическом сходстве»; в этой таблице химические элементы были расположены в порядке увеличения атомных весов, причём обнаруживалась повторяемость их свойств через определённые промежутки. В том же 1869 г. появилась статья Менделеева о «Соотношении свойств с атомным весом элементов», в которой впервые была дана формулировка периодического закона. В первом пункте выводов из этой статьи сказано: «Элементы, расположенные по величине их атомного веса, представляют явственную периодичность свойств». Периодичность свойств означает, что при переходе от элемента к элементу в порядке увеличения атомных весов, мы через определённые промежутки (периоды) встречаем элементы, обладающие сходными химическими свойствами.

Что же оказалось в итоге? В таблице Менделеева элементы сближались по значению их атомных весов, — и это составляло горизонтальные ряды. Сходные же элементы Менделеев располагал один под другим, образуя вертикальные группы, которые совпали с установленными ранее группами Деберейнера и других химиков; но группы в менделеевской таблице были гораздо полнее прежних. Таким образом, «всеобщее» (система всех элементов) включило в себя и «особенное» (прежние «естественные» группы элементов). Но теперь эти особые группы рассматривались уже не как совершенно обособленные друг от друга, а как отдельные звенья, входящие в общую цепь и подчинённые этой общей цепи. При этом оказалось, что в горизонтальных рядах стоят рядом наиболее несходные в химическом отношении элементы, например сразу за хлором (резкий металл с атомным весом 35.5) идёт калий (резкий металл с атомным весом 39.1). Следовательно, в системе Менделеева были сближены и сопоставлены самые различные и даже противоположные элементы на том основании, что они имели близкие значения общего и коренного свойства — атомного веса: у хлора атомный вес равен 35.5, у калия 39.1. И хотя среди элементов нет более резких противоположностей, чем щелочные металлы и галоиды, например калий и хлор, оба элемента оказались в таблице Менделеева ближайшими соседями (ныне между ними обнаружен недействительный газ — аргон, который не был известен в то время).

Можно сказать, что суть открытия состояла в том, что Менделеев не удовлетворился рассмотрением элементов с точки зрения одного их химического сходства («особенное») и, преодолев этот уже устаревший подход, «поднялся» до рассмотрения их с точки зрения их общего свойства, охватывающего в равной мере и сходство и различие у элементов («всеобщее»).

Вот почему свою первую статью 1869 г. Менделеев заключил так: «Цель моей статьи была бы совершенно достигнута, если бы мне удалось обратить внимание исследователей на те отношения в величине атомного веса некоторых элементов, на которые, сколько то мне известно, до сих пор не обращалось почти никакого внимания».

С этого момента открытия химических элементов приобрели новый характер. Они могли быть предвидены на основании периодического закона, как того общего закона, которому все они подчиняются и который лежит в основе менделеевской системы. В тех же выводах своей первой статьи Менделеев указывает, что нужно ожидать открытия ещё многих неизвестных элементов, например, сходных с алюминием, бором и силицием (кремнием), и что величина атомного веса элемента иногда может быть исправлена.

Таким образом, уже в своей первой работе, посвящённой периодическому закону, Менделеев не только открыл закон, связывающий атомные веса элементов с их свойствами, но и сделал два смелых предположения о применении этого закона к исправлению атомных весов и открытию новых элементов. До работы Менделеева новые элементы открывались от случая к случаю. Их существование никто не мог предполагать заранее. Опираясь на периодический закон, Менделеев не только предсказал, что нужно ожидать открытия неизвестных ещё элементов, но, более того, в статьях 1871 и 1872 гг. он подробно описал свойства трёх неизвестных ещё элементов, названных им «экаалюминием», «экабором» и «экасилицием», которые должны были разместиться в периодической системе под алюминием, бором и силицием. Великий учёный предсказал свойства этих элементов и их соединений на основании расположения соответствующих им пустых клеток в общей системе элементов.

Прошло четыре года после предсказания, сделанного Менделеевым, и в 1875 г. французский химик Лекок-де-Буабодран открыл новый элемент, галлий. Свойства галлия почти в точности совпали со свойствами, предсказанными Менделеевым для экаалюминия. Ещё через 4 года, в 1879 г. шведский учёный Нильсон открыл элемент скандий, оказавшийся экабором. И, наконец, в 1886 г. немецкий химик Винклер открыл элемент — германий, свойства которого поразительно совпали со свойствами, предсказанными Менделеевым для экасилиция. Всё это показывает, что отныне открытия химических элементов стали возможны в порядке их предсказаний, основывающихся на знании общего закона, которому подчиняются все элементы.

Параллельно с этим продолжались открытия элементов по группам. Ещё в 1868 г. английский астрофизик Локиер обнаружил в солнечном спектре линии нового элемента, неизвестного на земле. Этот элемент был назван гелием. В 1896 г. английский химик Рамзай открыл этот элемент в одном из урановых минералов. Немногом раньше, в 1894 г., тот же Рамзай вместе с Рэлеем, изучая причину расхождения в плотности азота, полученного из различных источников, откры-

ли в воздухе новую составную часть, элемент аргон. И аргон и гелий оказались совершенно неспособными вступать в какие-либо химические соединения. В этой химической недейтельности заключалась их особенность. Поэтому в системе Менделеева для них пришлось выделить особую группу, названную позднее «нулевой». Поместив гелий и аргон согласно их атомным весам в эту нулевую группу, Рамзай сейчас же обнаружил одно пустое место между ними и, по крайней мере, два или три места ниже аргона. Следуя примеру Менделеева, Рамзай предсказал существование новых элементов, которые должны были занять обнаруженные пробелы; при этом они должны были обладать такими же примерно свойствами, как и аргон, т. е. быть недейтельными газами. Где же следовало их искать? Очевидно, если они являются недейтельными газами, то в конце концов, откуда бы они ни выделялись, они должны сосредоточиться в атмосфере. Здесь их и нужно искать в качестве примесей к основным частям воздуха или спутников аргона. К этому времени были найдены способы сжижения воздуха. Давая испаряться азоту, кислороду и аргону, можно было рассчитывать получить в остатке искомые газы. Так это и произошло. В течение 1897—1898 гг. Рамзай и его помощник открыли неон, криптон и ксенон. Можно сказать, что это было достигнуто при учёте особенных свойств всей группы недейтельных газов, причём сами эти особенные свойства были определены наперёд благодаря указанию места в периодической системе не только отдельных неизвестных элементов, но и всей их группы.

Одновременно с этим было открыто явление радиоактивности. Оно оказалось особенным свойством всех тяжёлых элементов, стоящих в самом конце периодической системы. Так как при радиоактивном распаде выделяются электрозаряженные частицы (отрицательные электроны или положительные α -частицы), то с помощью простейшего электрометра можно легко обнаружить присутствие радиоактивного элемента. Таким путём в 1898 г. супруги Кюри открыли новый элемент радий, а затем полоний. Спустя несколько лет были открыты другие радиоактивные элементы — эманация (нитон) и актиний. Но лишь в 1913 г. новые открытия в этой области были приведены в связь с Менделеевской системой. После этого, на основании так называемого закона сдвига был предсказан, а затем в 1919 г. открыт новый элемент, протоактиний.

В 1923 г. был открыт гафний на основании общего периодического закона, но в его новом, электронном, истолковании, о чём мы скажем в конце статьи. В 1925 г. немецкие геохимики Ноддак и Таке на основании рассмотрения пустых мест в периодической системе под марганцем открыли предсказанный Менделеевым элемент рений. Руководящую нить в этом открытии дал всё тот же общий периодический закон, который позволил наперёд высчитать относительную распространённость нового элемента во Вселенной.

Наконец, в 1940—1945 гг. на основании того же общего закона, но в его ещё более

глубокой физической трактовке, были синтезированы (искусственно созданы) в США четыре новых элемента, следующих за ураном по системе Менделеева, а потому названных трансурановыми: нептуний, плутоний, америций и кюрий.¹

Рассмотренные примеры служат блестящей иллюстрацией к положению диалектического материализма, высказанному Энгельсом, что «всякое действительное, исчерпывающее познание заключается лишь в том, что мы в мыслях поднимаем единичное из его единичности в особенное, а из этой последней во всеобщность». (Диалектика природы, стр. 187).

Вместе с тем Менделеевская система наглядно показывает, что общее существует не оторванно от индивидуального и особенного, а в неразрывной связи с ними, что оно включает в себя единичное и особенное, подчиняя их общему закону так же, как Менделеевская система включила в себя все отдельные элементы с их индивидуальными свойствами и все их особенные группы, показав им подчинённость общему закону природы. Всё это может служить примером к положению Ленина, что «всеобщее такое, которое воплощает в себе богатство особенного, индивидуального, отдельного...» (Философские тетради, стр. 73, 1947).

Всё сказанное выше резюмировано в прилагаемой таблице, на которой изображена так называемая «длинная» форма системы Менделеева; изображение её даётся в историческом разрезе, и обозначения в ней относятся к тому, каким образом делались открытия тех или иных элементов. Элементы, которые открывались в единичном порядке, ничем не обведены; элементы, открытые групповым порядком на основании их особых свойств, обведены общей рамкой; элементы, открытие которых было сделано на основании общего закона — периодического закона Менделеева, заключены в рамку и отмечены пунктиром, а их названия набраны курсивом.

Рассматривая эту таблицу, мы как бы единым мысленным взглядом охватываем в общих чертах весь путь, проделанный исследовательской мыслью в поисках химических элементов и их общего закона; в общих чертах, этот путь состоял в последовательном раскрытии трёх сторон у элементов: сначала была познана в них сторона единичности, затем — особенности и, наконец, — всеобщности.

Нам остаётся ещё выяснить более подробно, каким образом Менделеев делал свои предсказания и как он заранее вычислял свойства неизвестных ещё элементов. Чтобы разобраться в этом, нужно сказать несколько слов о характере периодической системы.

В этой системе элементы разбиты на 9 вертикальных групп (от 0 до VIII) и на

10 горизонтальных рядов. В каждой клетке, образуемой пересечением группы и ряда, находится один элемент. Исключение составляют три клетки VIII группы, которые содержат по 3 элемента каждая, и ещё одна клетка, образованная пересечением III группы и восьмого ряда, в которую помещены 15 элементов, называемых редкоземельными, или лантаноидами.

На первом месте системы стоит водород (1.008),¹ который обнаруживает некоторое сходство и со щелочными металлами и с галоидами. Следующий элемент гелий (4), недеятельный газ, которым заканчивается первый ряд.

Второй ряд образуют щелочной металл литий (7), за ним идёт щелочно-земельный металл бериллий (9), в химическом отношении более слабый, чем литий; далее следуют неметаллы — бор (11), углерод (12), азот (14), кислород (16) и фтор (19); при движении вдоль ряда слева направо неметаллический характер элементов всё время усиливается, а металлический падает; например, уголекислота является весьма слабой кислотой, азотная — значительно сильнее её. Наконец, в конце второго ряда стоит неон (20), сходный по своим свойствам с гелием; он помещается как раз под гелием, в нулевой группе.

Сравнивая далее второй и третий ряды периодической системы, мы замечаем следующее: если отсчитать от любого элемента второго ряда семь элементов, то восьмой элемент оказывается сходным с первым; сделав такой отсчёт от лития, получим натрий (23), а от фтора — получим хлор (35.5).

Теперь мы можем сформулировать, в чём с точки зрения марксистской диалектики состоит сущность Менделеевской системы элементов. Сущность её состоит в том, что постепенное количественное изменение атомного веса элементов вызывает качественное изменение самих элементов: происходит скачкообразный переход от водорода к гелию, от гелия к литию и т. д. Это означает, что Менделеевская система элементов и лежащий в её основе периодический закон являются конкретными примерами диалектического закона, говорящего о переходе количественных изменений в качественные. Указывая, что химические свойства элементов являются периодической функцией атомных весов, Энгельс делает отсюда вывод, что «следовательно, их качество обусловлено количеством их атомного веса», и что таким образом закон перехода количества в качество «имеет силу... и для самих химических элементов» (Диалектика природы, стр. 44).

На это обстоятельство указывает и товарищ Сталин. В своей замечательной работе «Анархизм или социализм?» товарищ Сталин пишет: «Что же касается форм движения, что касается того, что согласно диалектике, мелкие, количественные изменения в конце

¹ В скобках мы будем ставить атомные веса, округляя их по возможности до целых чисел.

¹ Тем же искусственным путём были открыты, точнее — созданы, элементы 43, 85, 87 и редкоземельный элемент 61. Руководящую роль при этом играл попрежнему периодический закон Менделеева и вытекающий из него закон сдвига.

концов приводят к большим качественным изменениям, — то этот закон в равной мере имеет силу и в истории природы. Менделеевская «периодическая система элементов» ясно показывает, какое большое значение в истории природы имеет возникновение качественных изменений из изменений количественных». (Сочинения, т. I, стр. 301, 1946).

Спустя шесть лет после того, как эти слова были написаны товарищем Сталиным, новые открытия в физике блестяще подтвердили ещё раз всю их правоту. В 1913 г. физик Мозели обнаружил, что в значении некоторых свойств элементов (а именно в значение их рентгеновских спектров) входит величина, которая изменяется ровно на 1 при переходе от элемента к элементу по системе Менделеева. Если перенумеровать все места в этой системе от водорода (место № 1) до урана, который в то время стоял в самом конце системы (место № 92), то найденная Мозели величина оказывается равной порядковому номеру соответствующего элемента (см. цифры, стоящие под названием элемента в приведенной таблице).

Сейчас же было высказано предположение (вскоре подтвердившееся), что порядковый номер элемента равен заряду атомного ядра и, следовательно, числу электронов в оболочке нейтрального атома.

Таким образом, порядковый номер, т. е. номер элемента в периодической системе, показывает, чему равен заряд ядра атома и сколько вокруг этого ядра расположено электронов. Отсюда следует, что элементы расположены в периодической системе по величине заряда ядра, и сущность периодической системы состоит в том, что свойства элементов находятся в периодической зависимости от величины ядерного заряда. Эта формулировка периодического закона не только отвечает современному уровню наших знаний о строении вещества, но и не допускает исключений, в то время как прежнее выражение периодического закона, устанавливающее зависимость свойств от величины атомного веса, имело три исключения: в трёх местах периодической системы элементы с большим атомным весом были помещены перед элементами с меньшим атомным весом. Например, Менделеев поместил кобальт (58.9) впереди никеля (58.7) и теллур (127.6) впереди иода (126.9). После открытия недейтельных газов, аргон (39.9) был помещён впереди калия (39.1). Если бы эти шесть элементов были размещены строго по их атомным весам, то они попали бы не в свои группы, и периодический закон имел бы грубые нарушения. Теперь же новая формулировка периодического закона применима без исключения ко всем элементам, ибо порядковые их номера возрастают всегда совершенно точно и ровно на 1. Например, теллур имеет № 52, а иод № 53, и потому теллур должен стоять перед иодом, а не после него, как выходило бы, если бы элементы располагались строго по величине их атомных весов.

Итак, современное выражение закона Менделеева гласит, что постепенное увеличение на 1 порядкового номера элемента (или величины заряда ядра) каждый раз вызывает переход к новому элементу, следующему за данным по периодической системе. Этим вновь подтверждается мысль товарища Сталина, что Менделеевская система служит яркой иллюстрацией того, как возникают качественные изменения из количественных.

•

В заключение остановимся на том, каким образом Менделеев на деле воспользовался в своих предсказаниях новых элементов и их свойств законом перехода количества в качество; при этом сам Менделеев не отдавал себе отчёта в том, что он применяет определённый закон диалектики.

Менделеев обнаружил, что изменения всех свойств элементов, расположенных согласно периодическому закону, носят строго закономерный характер; их значения нарастают или уменьшаются правильным образом. Возьмём, например, такой элемент, как магний. Сверху, над ним стоит бериллий, снизу — кальций, слева — натрий, справа — алюминий. Рассмотрим, как меняются свойства элементов, если мысленно двигаться по системе Менделеева в вертикальном направлении:

Элементы II группы	Атомный вес	Удельный вес
Бериллий	9.02	1.84
Магний	24.32	1.74
Кальций	40.08	1.55

Если же двигаться в горизонтальном направлении, то изменение свойств элементов представится в следующем виде:

Элементы 3-го ряда	Натрий	Магний	Алюминий
Атомный вес . . .	23.00	24.32	26.97
Удельный вес . .	0.97	1.74	2.7

Количественные значения всюду изменяются в строго определённой последовательности. Поэтому значение свойств любого элемента можно вывести, как некоторое среднее значение тех же свойств у его соседей справа и слева, сверху и снизу. Например, вычисленный таким способом атомный вес для магния будет равен:

$$\frac{9.02 + 40.08 + 23.00 + 26.97}{4} = 24.77$$

что очень близко к действительности (24.32). Так же можно вычислить удельный вес. Вычисленное его значение (1.74) в точности совпадает с истинным удельным весом магния.

Вот почему, если бы магний не был нам известен, то, основываясь на периодическом законе, можно было бы предсказать не только его существование, — поскольку соответ-

МЕНДЕЛЕЕВСКАЯ СИСТЕМА В РАЗРЕЗЕ ИСТОРИИ ОТКРЫТИЙ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ

Группы		Группы																Группы	
Ряды		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	I	II	III	IV	V	VI	VII	0	Ряды	
1	1.																	Гелий	
2	2																	Неон	
3	3																	Аргон	
4	5																	Криптон	
6	7																	Ксенон	
8	9																	Нитон	
10																			

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Литий	Бериллий	Натрий	Магний	Калий	Стронций	Рубидий	Цезий	Барий	Лантаноды
3	4	11	12	19	37	38	39	40	41
42	43	44	45	46	47	48	49	50	51
52	53	54	55	56	57-71	72	73	74	75
76	77	78	79	80	81	82	83	84	85
86	87	88	89	90	91	92	93	94	95
96	97	98	99	100	101	102	103	104	105

вующее ему место в системе Менделеева было бы пусто, — но и все его важнейшие свойства (более или менее точно). Так и поступал Менделеев, делая свои замечательные предсказания.

В основе такого расчёта лежит мысль, что количественные значения свойств каждого элемента неразрывно связаны с его качеством; поэтому при изменении качества элемента (когда мы переходим от известного элемента к неизвестному, а, следовательно, от занятого места в менделеевской системе — к пустому) должно происходить вполне определённое изменение количества (атомного веса и других свойств). Это значит, что фактически в своих предсказаниях Менделеев пользовался; сам того не сознавая, законом перехода количества в качество и, наоборот, перехода качества в количество. Энгельс писал по поводу открытия предсказанного Менделеевым экаалюминия: «Менделеев, применив бессознательно гегелевский закон перехода количества в качество, совершил научный подвиг, который смело можно поставить рядом с открытием Леверрье, вычислившего орбиту ещё неизвестной планеты — Нептуна». (Диалектика природы, стр. 45).

Спустя много лет история повторилась. В 1913 г. Мозели показал, опираясь фактически на тот же закон диалектики, что стоявшие до тех пор рядом два элемента — лютеций и тантал — имеют порядковые №№ 71 и 73. Так как последовательность постепенного количественного нарастания порядковых номеров элементов здесь прерывается (имеется скачок сразу на две единицы), то Мозели высказал предположение, что между лютецием и танталом должен стоять какой-то неизвестный ещё элемент с № 72. Очевидно, оболочка его атома должна состоять из 72 электронов. В 1921 г. датский физик Бор вычислил, что эти электроны должны располагаться в том же порядке, как у циркония, а потому по своим свойствам неизвестный элемент 72 должен быть похож в химическом отношении на цирконий и встречаться в природе совместно с ним (как это в таких случаях обычно наблюдается). Через год с небольшим действительно был найден в норвежской циркониевой руде новый элемент 72, названный гафнием.

Таким образом, закон перехода количества в качество продолжал помогать в XX в. хи-

микам и физикам делать научные открытия, и те учёные, которые им пользовались хотя и бессознательно, могли совершать с его помощью, подобно Менделееву, всё новые и новые научные подвиги.

Вместе с тем все приведённые выше примеры ярко свидетельствуют о величии русской науки, выдвинувшей такого титана мысли, как Менделеев. Рассмотренные выше открытия, сделанные учёными самых различных стран мира, в Германии и Франции, в Англии и Америке, в Швеции и Дании, в Польше и Чехии и в других странах, явились прямым подтверждением предсказаний Менделеева, дальнейшим развитием его периодического закона элементов.

Этот закон лежит в основе всех современных представлений о веществе, о его строении и его развитии. Указав путь развития учения об атомах и элементах, Менделеев выступил как основоположник современных физики и химии. Недаром такой выдающийся химик, как Рамзай, называл Менделеева «низшим учителем», а физик Нильс Бор писал о том, что путеводной нитью в разработке теории атома ему служила периодическая система. И если в своё время сам Менделеев говорил о периодическом законе, что этот закон «очень нов и глубоко проникает в природу химических явлений, и я, как русский горжусь тем, что участвовал в его установлении», то теперь все советские люди могут гордиться своим великим соотечественником, открытия которого принесли славу русской науке и завоевали ей прочное место в первых рядах науки всего мира.

В заключение отметим, что марксистская диалектическая логика позволяет полнее и глубже понять историю нашей науки; она позволяет раскрыть с точки зрения внутренней логики закономерный ход познания природы человеком. Однако такой подход не даёт ещё представления об истории науки во всей её полноте. Для этого следует учесть не только внутреннюю логику познания природы, но и движущие силы развития науки, лежащие в практических потребностях общества, в конечном счёте — в борьбе классов. Только исходя из внутренней логики и познания и анализа движущих сил его развития, следовательно из анализа соотношения теории и практики, можно дать правильное марксистское объяснение истории науки.

ПОТЕРИ НАУКИ

АЛЕКСАНДРА АНДРЕЕВНА ГЛАГОЛЕВА-АРКАДЬЕВА

(1884—1945)

30 октября 1947 г. исполнилась вторая годовщина со дня смерти выдающейся русской женщины, учёного и педагога, Александры Андреевны Глаголевой-Аркадьевой.

Александра Андреевна родилась в Тульской губернии 16/28 февраля 1884 г. По окончании средней школы

в Туле она с 1900 г. по 1906 г. была сельской учительницей. А. А. с любовью отдавалась школьной работе и оставила у своих учеников благодарную память на всю жизнь. В 1906—1910 гг. Александра Андреевна училась на физико-математическом факультете Московских высших женских курсов, где её учителями были профессор А. А. Эйхенвальд, А. В. Цингер и Б. К. Млодзевский. Вместе с тем она слушала в Московском университете лекции Н. А. Умова и других выдающихся профессоров. По окончании факультета она была оставлена при Высших женских курсах ассистентом по кафедре физики и стала руководить занятиями в практике по физике. В начале первой мировой войны Александра Андреевна устроила и возглавила рентгеновский кабинет для военного госпиталя при Высших женских курсах и работала в нём безвозмездно с группой курсисток до конца войны. В дальнейшем она реорганизовала этот кабинет для преподавания рентгенологии во Втором Московском Государственном университете (II МГУ), в который были преобразованы Высшие женские курсы. Ещё во время войны Александра Андреевна сконструировала новый измерительный прибор — рентгеностереометр и разработала его теорию. Он давал возможность точно определять местонахождение пуль и осколков снарядов внутри человеческого организма. Позже он применялся в акушерстве. В 1920—1930 гг. Александра Андреевна читала в Первом и Втором московских университетах лекции по рентгенологии и рентгенотехнике и вела практические занятия, а с 1930 г. руководила кафедрами физики на биологическом факультете I МГУ и во Втором медицинском институте, в ко-

торый был преобразован медицинский факультет Второго Московского Государственного университета. В 1931—1932 гг. она организовала в последнем физическую лабораторию с рентгеновским кабинетом и механической мастерской. С 1937 г.

Александра Андреевна вследствие расстроенного здоровья стала постепенно сокращать свою педагогическую работу, а в 1939 г. вовсе прекратила её.

Наряду с педагогической деятельностью. Александра Андреевна вела интенсивную научно-исследовательскую работу и продолжала её также в последние годы жизни. Её исследовательская работа протекала во II МГУ, в Государственном Экспериментальном электротехническом институте (позже Всесоюзный Электротехнический институт) и в Академии Наук СССР; однако основные научные достижения Александры Андреевны были связаны, главным образом, с лабораторией имени Максвелла при I МГУ, — здесь ею были выполнены работы, создавшие ей широкую известность. В последние годы Великой Оте-



А. А. ГЛАГОЛЕВА-АРКАДЬЕВА.

чественной войны она положила много трудов на восстановление нормальной работы лаборатории им. Максвелла после эвакуации и добилась в этом отношении больших успехов.

Лаборатория им. Максвелла, с которой так тесно связана научная деятельность Александры Андреевны, была организована в 1919 г. проф. В. К. Аркадьевым, руководившим ею в течение более четверти века. Деятельность лаборатории, функционировавшей сначала на правах научного кружка, протекала в трудных условиях: помещение было (и, к сожалению, даже в настоящее время остаётся) совершенно недостаточным, сотрудники лаборатории работали в течение долгого времени на добровольных началах, оборудование в течение долгого времени также оставалось желать лучшего. Однако лаборатория привлекала исследователей, которые безвозмездно работали исключительно из любви к науке; среди них особенно выделялась своим энтузиазмом Александра Андреевна.

Основные научные работы Александры Андреевны были направлены на воспроизведение и изучение кратчайших электрических волн, долженствовавших заполнить в электромагнитном спектре пробел между радиоволнами и инфракрасными лучами и тем дополнительно подтвердить электромагнитную теорию света Максвелла. Дваумя путями шли исследователи к заполнению этого пробела — путём получения радиоволн возможно меньшей длины и путём увеличения длины инфракрасных волн. После Герца, получившего волны длиной 60 см, Риги, пользуясь методом вибратора, достиг длины волны в 7,5 см, П. Н. Лебедев — 6 мм и даже 3 мм (1896), Никольс и Тир — 1,8 мм (1923); с другой стороны, Рубенс увеличил до 0,343 мм длину инфракрасных волн, испускаемых нагретым телом, т. е. возбуждаемых колебаниями молекул и атомов. При продвижении этих выдающихся исследователей навстречу друг другу в области электромагнитного спектра трудности непрерывно возрастали. Никольс и Тир вынуждены были изготовить вибратор, каждая половина которого имела длину только 0,2 мм, причём надо было впаивать его в стекло и погружать в керосин (для предохранения от сгорания при действии вызывающей колебание искры) и создать исключительно чувствительные приёмники радиоволн, поскольку с уменьшением длины вибратора резко падала энергия излучаемых им волн. Трудности, стоявшие на пути исследователей, стремившихся к увеличению длины инфракрасных волн, тоже были настолько велики, что после классических работ Рубенса (1911) лишь через 10 лет Гердой Ласки было достигнуто сравнительно небольшое увеличение длины волн до 0,420 мм (при использовании ртутно-кварцевой лампы, которую употреблял ещё Рубенс). Таким образом, становилось ясным, что в использовании обоих методов — вибратора Герца и нагретого тела (метод использования молекулярных колебаний) — исследователи приблизились к пределу возможного, и требуется новый метод для получения волн, заполняющих интервал в электромагнитном спектре. Генезис и развитие идеи этого метода, предложенного проф. В. К. Аркадьевым, представляют большой интерес.

Идея нового метода заключалась в объединении принципов, лежавших в основе двух предыдущих методов. Хотя энергия вибратора Герца сильно падала с уменьшением его размеров, но молекулярные вибраторы имели, однако, довольно значительную энергию, обусловленную их массовым действием. Таким образом, уменьшая размеры макроскопических вибраторов, но пользуясь ими «в массе», представлялось возможным получить волны, лежащие в интервале электромагнитного спектра и могущие быть воспринятыми при помощи существующих приёмников. Самым фактом своего существования элементарные вибраторы — молекулы — свидетельствовали о достаточности упрощённых устройств для возбуждения колебаний и вызвали мысль о принципиальной возможности осуществления подобных излучающих устройств макроскопического порядка. Необходи-

мо было лишь найти подходящие физические формы воспроизведения последних по аналогии с микровибраторами. Такое воспроизведение наметилось в форме мелких металлических опилок, плавающих в жидкости. Колебание этих элементарных вибраторов, т. е. сам процесс излучения волн, могло быть получено путём пропускания электрических искр от индуктора через такую смесь. Жидкостью для опилок должен был быть охлаждающий диэлектрик, например густое масло, которое поддерживало опилки и предотвращало их сгорание от возбуждающей искры. При этом отпадали трудности, связанные с изготовлением индивидуальных вибраторов, требовавших столько тонкой, «филигранной», работы, как у Никольса и Тира, и их практические неосуществимых оправ. Для устранения изнашивания частиц «массового излучателя» представлялось возможным быстро сменять работающие вибраторы, что достигалось механическим перемещением их по замкнутому пути. Таково было замечательное принципиальное решение сложной, не поддававшейся усилиям западно-европейских исследователей, проблемы.

Конструкция массового излучателя была осуществлена Александрой Андреевной в следующей форме (1922). Смесь металлических опилок с вязким маслом в стеклянном сосуде приводилась при помощи специальной вращающейся мешалки в непрерывное движение, образуя однородную кашецеобразную массу, — вибрационную массу. Последняя захватывалась из сосуда небольшим, вращавшимся частично в этой массе, карболитовым колёсиком, образуя на этом колёсике под действием центробежной силы как бы вязкую «шину». С помощью индуктора и двух проводов, подводивших высокое напряжение к «шине» (в верхней части колёсика), через последнюю производились разряды, вызывавшие в «шине» электрические колебания, длина волны которых зависела, главным образом, от размера опилок. На пути каждой искры, пронизывавшей вибрационную массу, встречалось при работе излучателя множество пар частиц (опилок) на различных расстояниях друг от друга, причём элементарные вибраторы Герца воспроизводились парами частиц, находящихся на таких расстояниях друг от друга, при которых проходили искры были активны в смысле возбуждения колебаний.

Несмотря на трудные условия — перегрузку педагогическими обязанностями, отсутствие достаточно подходящего оборудования и помещения и прочее, — работа была успешно закончена. Александра Андреевна преодолела все трудности технологического и конструктивного порядка, возникшие в процессе изготовления удивительно работающего излучателя. Будучи «массовым», излучатель обладал значительной энергией излучения и широким диапазоном испускаемых волн; кроме того он отличался простотой в обращении, не требовал регулировки возбуждающей искры и вместе с тем, благодаря неубывающей длине вибраторов, длина и энергия излучаемых волн оставались постоянными в течение длительных промежутков времени, измеряемых часами. Уже в 1923 г. Алек-

сандра Андреевна не менее успешно осилила также все трудности, связанные с работой нового генератора колебаний, с получением колебаний потребной высокой частоты и достаточной мощности. Первоначально длины полученных волн определялись по форме полученных интерференционных кривых, причём было установлено в последних наличие волн длиной от 50 мм до 0.082 мм. Тем самым задача получения волн, заполнявших интервал в электромагнитном спектре, по существу была разрешена, так как излучение массового излучателя с избытком перекрывало весь пробел в спектре и явилось мостом, перекинутым между волнами, которые генерируются приборами, как радиоволны, и волнами, которые испускаются молекулами и атомами.

Хотя уже до создания массового излучателя электромагнитный спектр постепенно терял свой гипотетический характер, так как единство природы световых и иерцевых волн делалось всё более вероятным, однако ультраиерцевы волны устранили все следы гипотетичности в общей электромагнитной шкале лучистой энергии, утверждая единство электромагнитной природы света и радиоволн.

Поскольку последний пробел в электромагнитном спектре оказался заполненным, Александра Андреевна составила в 1926 г. полную шкалу электромагнитных волн, наглядно характеризующую соотношение между различными генераторами колебаний и длиной получаемых волн (от неопределённой до длины порядка 10^{-11} см), а позже (1937) составила проект классификации и номенклатуры этих волн.

Не ограничиваясь достигнутым, Александра Андреевна поставила себе задачей дальнейшее развитие выполненной работы. Она исследовала распределение энергии и специальный состав излучения в излучающем участке «шины» нового генератора колебаний, действие длинных инфракрасных волн длиной 0.34 мм на термоэлементы и прочее. После этого Александра Андреевна приступила к новой задаче, заключавшейся в том, чтобы выделить из комплекса волн, генерируемых массовым излучателем, волны определённой длины (монохроматические), и точно их измерить. В процессе этой работы она вновь проявила высокое экспериментальное искусство.

Для очистки излучения массового излучателя от длинных волн на пути пучка параллельных лучей ставилась проводочная сетка с квадратными клетками в 1 см², а также дополнительные вторые сетки с клетками меньшего размера (в соответствии с длиной волны выделяемого излучения). После этого лучи падали на ступенчатую решётку (эшелетт), в которой в зависимости от угла их падения на плоскость ступенчатой решётки изолировались волны строго опре-

делённой длины. Таким путём Александрой Андреевной были выделены волны, длина которых составляла 9.9 мм, 7.1 мм, 5.3 мм, 1.0 мм, 0.72 мм и 0.35 мм; волны длиной 1.0, 0.72 и 0.35 мм были выделены, как монохроматические, впервые. Длина выделенных волн была точно измерена при помощи интерферометра с зеркалами Больцмана, а энергия их — посредством термоэлемента, соединённого с панцирным гальванометром.

Александра Андреевна выяснила также физические особенности действия нового генератора электрических колебаний; в его спектре она нашла три основных волны, возбуждаемые соответственно колебаниями отдельных металлических частиц, пар частиц (образующихся при встречах последних во время движения во взвешенном состоянии) и цепочек частиц. Вместе с тем Александра Андреевна добилась крупных результатов в усовершенствовании массового излучателя, как генератора колебаний, повысив его мощность и устойчивость работы.

Работы Александры Андреевны создали ей широкую известность. Число научных и научно-технических журналов и книг, касающихся исследований, выполненных Александрой Андреевной, перешло уже в настоящее время за пределы сотни.

Преждевременная кончина Александры Андреевны больно отозвалась в сердцах всех тех, кто близко соприкасался с ней в качестве учеников или сослуживцев. Ряд писем, проникнутых глубокой скорбью по поводу её преждевременной кончины, ярко свидетельствовал о том чувстве искренней признательности, которую питали к Александре Андреевне её ученики (педагоги, научные работники, врачи-рентгенологи), рассеянные по разным местам нашей необъятной страны.

Образ Александры Андреевны был бы неполным, если бы мы не сказали о большой общественной работе, которую она постоянно вела. В молодости она всегда избиралась секретарём собрания, комиссии или бюро, в более зрелом — председателем или руководителем. Часто мы её видели делегатом от русских учёных женщин или их представителем на съездах в Ленинграде или в Москве. Только за год или два до своего заболевания она оставила должность председателя в Комитете общественных Московской области.

Президент Академии Наук СССР акад. С. И. Вавилов ставит Александру Андреевну по научным её достижениям рядом с С. В. Ковалевской и О. А. Добиаш-Рождественской. Академия и её Физико-математическое отделение постановили увековечить память Александры Андреевны изданием её биографии и основных работ, посвящённых исследованиям в области кратчайших электрических волн.

Н. А. Шостын.

VARIA

НОВЫЕ НАУЧНЫЕ ЖУРНАЛЫ И СЕРИИ

1. *Agriculture Abroad*. — Ottawa, Canada, Department of Agriculture.

В 1947 г. начал выходить новый канадский сельскохозяйственный журнал, освещающий достижения иностранной науки и практики. Журнал выходит ежемесячно и рассылается бесплатно.

2. *American Association of Cereal Chemists. Monograph Series*. — New York, Interscience Publishers.

Американская ассоциация химиков зерна приступила в 1946 г. к изданию серии монографий, посвящённых различным проблемам химии и технологии обработки зерна. Первым томом этой серии явилась книга: J. A. Anderson, ed. *Enzymes and their role in wheat technology* (Д. А. Андерсон, ред. Энзимы и их роль в технологии пшеницы), 371, 1946. В составлении этой монографии принимал участие ряд авторов.

3. *Analytica Chimica Acta*. International journal Dealing with Every Branch of Analytical Chemistry. — New York — Amsterdam, Elsevier Publishing Company.

В 1947 г. начал выходить новый журнал по аналитической химии. Главный редактор журнала — Пауль Э. Венгер (P. E. Wenger) — США, члены редакции: Ш. Шарло (C. Charlot), Ш. Дюваль (C. Duval) — Франция, Ф. Фейгель (F. Feigl) — Бразилия, Р. Флятт (R. Flatt) — Швейцария, Ж. Жиллис (J. Gillis) — Бельгия, Ц. И. ван-Ниуенбург (C. J. van Nieuwenburg) — Нидерланды, Н. Страффорд (N. Strafford) — Соединённое королевство. Подписная плата — 9 долларов 50 центов в год.

4. *Annales Universitatis Mariae Curie-Sklodowska*. — Lublin.

Через несколько месяцев после того, как части советской армии освободили от немецких захватчиков и вернули польскому народу город Люблин, Польский Комитет национального освобождения издал декрет об открытии в нём университета Марии Кюри-Складовской, первого высшего учебного заведения возрождающейся Польши. Благодаря самоотверженному труду польских учёных и братской помощи советской научной общественности, новый университет стал одним из крупнейших научных центров страны. В 1946 г. университет смог уже приступить к изданию своего печатного органа — «Анналов». Журнал выходит в 6 секциях: А) математика, физика и химия; В) география, геология, минералогия и петрография; С) биология; D) медицина; Е) сельское хозяйство; F) философия и филология. Ежегодно будет выходить по одному тому каждой секции, объёмом в 240—400 стр. Том состоит из 15—25 тетрадей, содержащих большей частью по одной статье. Труды большого объёма (руковод-

ства, методологические работы и т. д.) печатаются как приложения к «Анналам». Среди полученных Библиотекой Академии Наук СССР первых выпусков секции С имеется ряд работ, представляющих значительный интерес, в том числе исследование И. Мидларского (I. Midlarski) «Механизм эволюции в отношении к филогенезу человека». Университет обратился ко всем научным учреждениям СССР с предложением об обмене изданиями.

5. *Biochimica et Biophysica Acta*. — New York — Amsterdam, Elsevier Publishing Company, New York — Interscience Publishers.

В 1947 г. начал выходить новый международный журнал, посвящённый проблемам биохимии и биофизики. В состав редакции входят: У. Т. Эстбэри (W. T. Astbury) — Соединённое королевство, А. Браунштейн — СССР, Ч. Ф. Кори (C. F. Cori) — США, К. Фромажо (C. Fromageot) — Франция, К. Линдерстрём-Ланг (K. Linders tröm-Lang) — Дания, Г. Г. К. Вестинбринк (H. G. K. Westenbrink) и Р. В. Г. Викофф (R. W. G. Wyckoff) — Нидерланды. Подписная цена — 9 долларов 50 центов в год.

6. *Chemical Engineering Progress*. — Philadelphia, Pa., American Institute of Chemical Engineers.

С января 1947 г. выходит новый ежемесячный журнал прикладной химии, орган Американского института инженеров-химиков. Это издание включает в себя выходивший ряд лет журнал «Transactions of the American Institute of Chemical Engineers», начиная с его 43-го тома. Редактор нового журнала — Ф. И. ван-Антверпен (F. I. van Antwerpen). Подписная цена — 6 долларов в год.

7. *Economic Botany. Devoted to Applied Botany and Plant Utilization*. — New York, New York Botanical Garden.

Нью-Йоркский ботанический сад приступил, начиная с января 1947 г., к изданию нового журнала, посвящённого проблемам прикладной ботаники в широком смысле слова, использованию растений человеком и значению растительных продуктов в хозяйстве. В журнале будут освещаться вопросы селекции растений, применение ростовых веществ в сельскохозяйственной практике, применение удобрений, включая микроэлементы, вопросы сохранения и улучшения лугов и пастбищ и т. д. Журнал будет выходить четыре раза в год, объёмом не менее 400 стр. в томе. Подписная цена — 5 долларов в год.

8. *The Engineers' Digest. Review of Foreign Engineering Progress*. — New York, E. D. Publications.

В 1944 г. начал выходить новый ежемесячный американский технический журнал, освещающий достижения технической мысли

за пределами США. В нём печатаются переводы, полные или сокращённые, наиболее интересных с точки зрения американских инженеров статей, опубликованных в различных журналах. Большим вниманием пользуются работы советских инженеров. Так из числа 17 статей т. I, № 1 пять взяты из наших журналов «Автоматное дело», «Журнал технической физики», «Промышленная энергетика», «Вестник машиностроения», «Известия Академии Наук СССР». Редактор журнала — А. Клемин (A. Klemm). Подписная цена — 7 долларов 50 центов в год.

9. *Genetica Agraria*. — Roma.

Национальный генетический институт в Риме приступил в 1946 г. к изданию журнала, посвящённого прикладной генетике животных и растений. Это первое издание подобного типа на итальянском языке является естественным дополнением теоретического журнала «*Scientia Genetica*», начавшего выходить ещё до войны. Журнал будет публиковать, в основном, работы селекционных и животноводческих опытных станций. Каждая статья сопровождается резюме на латинском и английском языках. Цена тома (четыре номера в год) — 900 лир.

10. *Geographica Helvetica*. — Zürich, Geographisch-Ethnographische Gesellschaft.

В январе 1946 г. вышел первый номер нового ежеквартального швейцарского географического журнала, органа Географо-этнографического общества в Цюрихе. Он заменяет два выходивших ранее журнала: «*Mitteilungen*», издававшиеся Географо-этнографическим обществом, и «*Der Schweizer Geograph*», орган Географического общества в Берне. Основное внимание уделяется природе и народу Швейцарии. Кроме специальных статей, печатается хроника, рецензии.

11. *Hungarica Acta Mathematica*. — Budapest, Academia Scientiarum Naturalium Hungaricae.

Наряду с другими изданиями Академии естественных наук Венгрии, созданной после освобождения Венгрии от немецких фашистов и их прислужников, в 1946 г. начал выходить новый математический журнал. Ежегодно будет печататься один том, состоящий из шести выпусков, выходящих нерегулярно. Редактор журнала — Э. Эгервари (E. Egervári), он же автор работы «О новой форме дифференциальных уравнений проблемы трёх тел», составляющей первый выпуск первого тома. Все статьи печатаются на одном из трёх языков: французском, английском, немецком.

12. *Lobund Reports*. — Notre Dame, Ind., University Press.

«*Lobund*» — сокращённое название бактериологических лабораторий университета в Нотр Дэйме (Laboratories of Bacteriology, University of Notre Dame), руководимых профессором Джемсом А. Рейниерсом (Reyniers), автором целого ряда интересных работ по стерильной культуре животных. Новое издание, первый номер которого вышел в 1947 г. под редакцией Рейниерса, имеет целью публикацию исследований лабораторий по стерильной культуре. Цена первого выпуска 1 доллар.

13. *McGraw — Hill Digest. Engineering — Industry — Science — Business*. — New York, McGraw — Hill Publishing Company.

Новый американский научно-технический ежемесячный популярный журнал, начавший выходить в 1946 г. В журнале иногда помещается интересный материал по развитию науки и техники в США, но в целом издание носит неприкрытый рекламный характер. Журнал распространяется только за пределами США и Канады. Редактор — Ф. К. Лоулер (F. K. Lawler), его помощник — Д. Г. Мак-Кий младший (J. H. McKee, Jr.). Подписная цена — 5 долларов в год.

14. *Myśl Współczesna. Czasopismo Naukowe*. — Łódź.

Прежде исключительно индустриальный город Лодзь становится крупным научным центром новой Польши. В мае 1945 г. в Лодзи были открыты университет с шестью факультетами и политехникум с тремя факультетами. В 1946 г. в г. Лодзи начал выходить новый общенаучный ежемесячный журнал. Главный редактор — Зигмунт Шимановский (Z. Szymanowski), члены редакции: Я. Халасинский (J. Chałasiński), Ф. Фидлер (F. Fiedler), Н. Гонсировская (N. Gosińska), Т. Котарбинский (T. Kotarbiński) — ректор Лодзинского университета, Б. Краузе (B. Krauze). Подписная цена — 600 злотых в год.

15. *Philips Research Reports. Añ. Scientific Journal of Theoretical and Experimental Research in Physics, Chemistry and Allied Fields*. — Eindhoven, Nederland, Philips Research Laboratories.

Научно-исследовательские лаборатории Филиппа (Нидерланды) приступили в 1946 г. к изданию нового журнала по физико-химическим наукам, публикующего результаты исследований этих лабораторий. Журнал выходит шесть номерами в год, объём тома — около 500 стр. Подписная цена — 12,5 гульдена в год.

16. *Prisma. Schweizerische Monatsschrift für Natur, Forschung und Technik*. — Frauenfeld, Huber und Co.

В мае 1946 г. начал выходить новый швейцарский научно-популярный ежемесячный журнал. Журнал освещает все разделы естественных и технических наук, хорошо иллюстрирован. Редакторы: Альберт Бибер (A. Bieber) и Макс Шулер (M. Schuler). В каждом номере помещается несколько статей по 2—6 стр., несколько рецензий и целый ряд небольших заметок, объединённых в отделе под названием «Спектр». Объём тома — около 360—400 стр. (в два столбца). Подписная цена — 19 швейцарских франков в год.

17. *Research To-Day*. — Indianapolis, Ind., Ele Lilly and Company.

В 1944 г. вышел первый номер нового микробиологического журнала, печатающего исследовательские работы, выполненные в лабораториях Лилли. Ежегодно выходит три номера.

18. *Rivista Fitosanitaria*. — Roma.

Новый итальянский фитопатологический журнал, являющийся приложением к «*La Difesa delle Pianta*». Первый номер первого тома вышел в августе 1946 г. Редактор — А. Дель-Лунго (A. Del-Lungo), члены редак-

ции: Л. Борзини (L. Borzini), Л. Маримпьетри (L. Marimpietri) и Л. Тирелли (L. Tirelli).

19. *Science To-Day*. — London.

В октябре 1946 г. вышел новый английский научно-популярный еженедельный журнал, ставший своей задачей давать своевременную информацию о достижениях во всех областях науки, рассчитанную не только на учёных, но и на более широкую аудиторию. (По типу известного издания «*Science News Letter*»). Редактор журнала — А. Г. Хаслетт (A. H. Haslett). Подписная цена — 30 шиллингов в год.

20. *Sydowia. Internationale Mycologische Zeitschrift*. — Horn, Oesterreich, F. Berger.

В течение 42 лет крупнейший австрийский миколог Г. Сидов (H. Sydow) издавал журнал «*Annales Mycologici*», пользовавшийся известностью во всём мире. Весной 1945 г. издание было прекращено, а возникший пожар уничтожил весь тираж последней части 42-го тома. 6 июня 1946 г. скончался сам Сидов. Его многолетний сотрудник, заведующий ботаническим отделением Естественно-исторического музея в Вене доктор Ф. Петрак (F. Petrak) приступил к изданию нового журнала, предназначенного заменить «*Annales Mycologici*» и названного в честь Сидова «*Sydowia*». Первое время журнал будет выходить двумя тетрадями в год, объёмом в 12—15 печатных листов каждая. Первая тетрадь первого тома должна была выйти летом 1947 г. и содержать ряд статей Петрака, которые предполагалось опубликовать ещё в прежнем журнале. В следующих тетрадях будут помещены работы по грибной флоре Китая, Эквадора, Филиппин и других стран, а также ряд исследований по отдельным группам грибов и лишайников.¹ В дальнейшем, кроме оригинальных статей, журнал будет публиковать рефераты и библиографию важнейших новых лихенологических и микологических работ. Подписная цена — 40 швейцарских франков в год.

21. *Universities Quarterly*. — London, Turnstill Press Ltd.

В 1946 г. в Соединённом королевстве начал выходить новый журнал, посвящённый специально вопросам университетского образования в современных условиях. Редактирует журнал бюро под председательством Эрнеста Саймона (E. Simon). Ежегодно выходит четыре номера, подписная цена — 20 шиллингов в год.

22. *Wild Birds Magazine*. — Richmond, Surrey, Friars Lodge.

В 1947 г. в Соединённом королевстве начал выходить новый орнитологический журнал, посвящённый фаунистическим и экологическим исследованиям птиц Британских островов. Редактор журнала — Эрик Харди (E. Hardy). Ежегодно выходит шесть номеров.

23. *Известия на Камарата на Народната Култура*. — София.

Правление Союза научных работников при Камере народной культуры, организация которой является одним из показателей возрождения и расцвета культуры в новой Болгарии, приступило в конце 1946 г. к изданию большого научного журнала. Журнал выходит в пяти сериях: 1) история, филология, педа-

гогика, философия и литература; 2) право, социология, финансы и экономика; 3) биология, сельское хозяйство и лесоводство; 4) медицина и ветеринария; 5) естественно-математические и технические науки. Главный редактор всего издания, сразу ставшего одним из важнейших болгарских научных журналов, — Николта Агонский (Агънский). Каждую серию редактирует видный представитель болгарской науки.

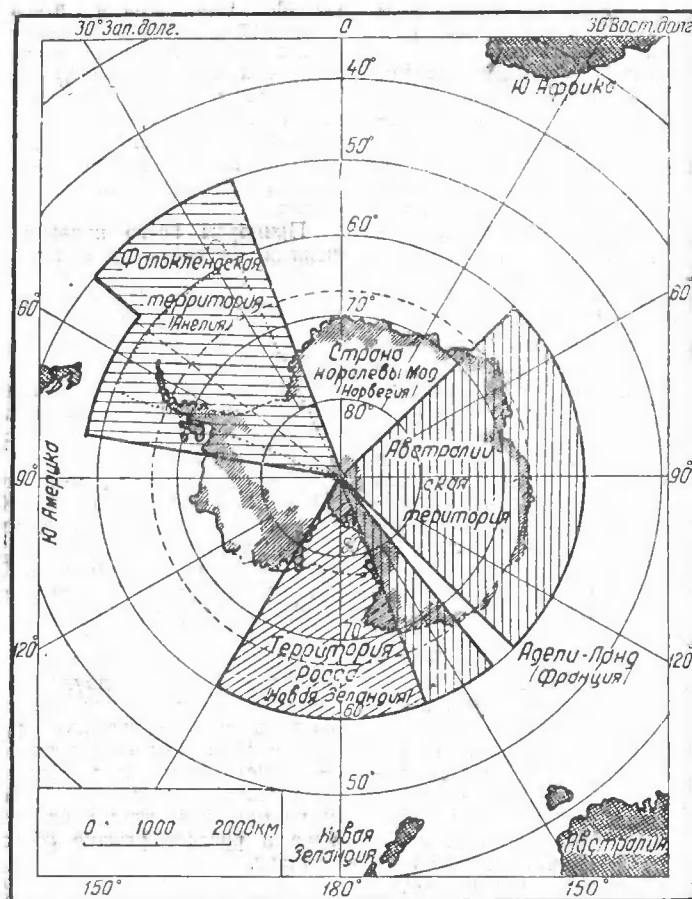
Примером всего издания является полученный библиотекой Ботанического института им. Комарова Академии Наук СССР номер первого тома 3-й серии, редактируемой одним из выдающихся современных цитогенетиков Дочко Костовым, длительное время работавшим в СССР. Среди опубликованных статей работы самого Д. Костова по циклу развития ядра клетки и старению хроматина, по искусственному получению гигантских форм *Penicillium*, по влиянию условий развития на полиплоиды, исследования Ивана Ковачевского по фунгисидам, работа А. Христова по вирусным заболеваниям слив, сводка Д. Бойкова по ассортименту яблонь Болгарии, ряд лесоводческих работ и т. д. Кроме оригинальных исследований, печатаются рефераты наиболее важных зарубежных работ. В конце каждого номера помещаются небольшие заметки, сообщающие о новостях в научной жизни Болгарии и других стран. Все статьи печатаются на болгарском языке и сопровождаются обязательно русским резюме. Кроме того, имеются резюме каждой статьи на английском или французском языке. В журнале могут быть напечатаны работы и на одном из этих трёх языков, но болгарское и русское резюме обязательны во всех случаях.

Д. В. Лебедев.

СОВРЕМЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В АНТАРКТИКЕ

Полярные области земного шара за последние годы привлекают к себе по разным причинам самое пристальное внимание. Успехи наших советских полярников в изучении северных полярных морей, прилегающих к побережью СССР, известны всему миру. В то же время широкие круги читателей СССР мало знакомы с положением в районе южной полярной области — Антарктики. Настоящая заметка и является слабой попыткой заполнить этот пробел.

К настоящему времени континент Антарктики (около 20 млн км²) как будто был уже весь поделён между Англией, Норвегией, Францией, Чили и Аргентиной. Наибольшие территории захвачены Великобританией. Сюда относятся три района: сектор Фальклендских островов, Ново-Зеландский и Австралийский секторы Антарктики. Все они управляются администрацией Фальклендских островов Британии. Первый сектор — так называемая «Территория Фальклендских островов» — был «закреплён» за Британией указом 21 июля 1917 г. Второй сектор — так называемая «Территория Росса» — был официально оформлен постановлением Посу-



1



2



3

Схема Антарктики.

1 — границы территориальной заявки Аргентины, 2 — границы территориальной заявки Чили, 3 — районы, действительно виденные исследователями.

дарственного совета Британии от 30 июля 1923 г. Третий сектор — так называемая «Австралийская Антарктическая территория» — был официально объявлен принадлежащим Англии постановлением Государственного совета Британии от 7 февраля 1933 г.

Французский сектор, так называемая «Страна Адели», находится между двумя большими секторами Австралийской территории. Этот участок был присоединён к Франции декретом от 1 апреля 1924 г. Норвегии принадлежит «Страна королевы Мод», аннексированная декретом от 14 января 1939 г.

Чили, декретом от 6 ноября 1940 г., объявила своей территорию между 53° и 90° з. д., в секторе между Фальклендской и Россия территориями Британии. Однако до сих пор ни одна чилийская экспедиция не работала на этих пространствах. С 1939 г. Аргентина проявляет стремление расширить свою заявку на Южные Оркнейские острова и предъявляет претен-

зии на закрепление за ней всей британской «территории Фальклендских островов» от 25 до 66° 34' з. д. Ясно, что заявки обеих этих стран противоречат заявкам Англии и друг другу.

Таким образом, вопрос о подмандатности антарктических территорий далеко не решён. Уже сейчас налицо конфликты между Англией и Чили, между Англией и Аргентиной. Кроме того США ясно и определённо заявили, что они не признают никаких прежних территориальных заявок других стран, если эти заявки носят формальный характер, т. е. если заявившая право мандата страна не осваивает заявленную территорию. Это заявление послужило юридическим оправданием исключительной активности США в Антарктике, организации в 1946 г. двух крупных экспедиций, работающих в нескольких районах: к востоку от о. Петра I, к западу от Новозеландской территории, в море Россия и в стране Грэхэма.

Сведения об этих экспедициях широко по-

ступали в печать до декабря 1946 г., после чего наступило полное молчание. За весь год после декабря 1946 г. сведений в печати об экспедициях США в Антарктику не появлялось.

Как указано выше — США ставят вопрос о подмандатности территорий Антарктиды в связи с изучением и экономическим анализом природных ресурсов последней.

Недавно в американском еженедельнике «Saturday evening post» появилась статья офицера Ледерера и журналиста Джонса, в которой они недвусмысленно заявляют, что Антарктика должна принадлежать США, так как она имеет залежи угля, металлов, нефти и урановой руды и кроме того является «стратегической территорией». (Смотрите подробней в газете «Известия», № 66 от 19 III 1948, стр. 3. Москва).

Полезные ископаемые в Антарктике

Как видно из прилагаемой схемы, исследованность Антарктиды очень незначительна. Районы, хотя бы однажды виденные исследователями, занимают узкую береговую зону, заходя в глубь материка только в районе моря Росса и в Тихоокеанском секторе.

Промышленно ценные месторождения здесь неизвестны. Угли и углистые сланцы известны в свите Биконских песчаников на Моунт Бюклей, в вершине ледника Бердмора. Эти же угли и сланцы найдены близ Гранитной Гавани в «Стране Виктории» на восточном берегу моря Росса. Известны они также и в «Стране королевы Мод» и близ Хорн Блеф, в «Стране короля Георга V». Запасы этих углей и сланцев, повидимому, велики, но качество низкое, так как породы подверглись термальному метаморфизму изверженных пород. Кроме месторождений Хорн Блеф, все залежи находятся далеко в глубь континента и пока недоступны. Золото, серебро и оловянный камень были найдены на мысе Донисона в Австралийском секторе Антарктики, но в очень малых количествах. Галенит (свинцовый блеск) и пирит (серный колчедан) были найдены далеко в глубине Тихоокеанского сектора, на территории «Страны Мэри Берд». Пирит и медные руды были найдены на южных Шетландских островах и в архипелаге Пальмера, в пределах «Фальклендской территории». Все эти месторождения не имеют экономического значения — прежде всего из-за большой удалённости от потребителей сырья.

Б. Робертс [1] особо подчёркивает, что на обследованных к концу марта 1947 г. территориях Антарктиды не обнаружено ни месторождений нефти, ни радиоактивных минералов. Это замечание находится в резком противоречии со статьей в южноафриканском горном журнале, несколько ранее сообщавшей о предварительных результатах работ экспедиции адмирала Берда к концу 1946 г. Автор, пожелавший остаться неизвестным [10], указывает, что одной из главных задач экспедиции Берда в 1946/47 г. являются поиски урановых руд. Им указывается большое сходство геологического строения восточной части Антарктики с Южной Роде-

зией. Подчёркивается, что поиски урана в Антарктике ведутся в связи с «древними серыми гранитами», аналогичными породам Южной Африки. Урановые минералы в этой обстановке обычно находятся в гранитах и метаморфических породах, а также в ассоциирующихся с первыми гидротермальных и пегматитовых жилах [3].

Современные экспедиции в Антарктику

Выяснив общую ситуацию в Антарктике, сделаем краткий обзор деятельности многочисленных экспедиций, работающих или направляемых сюда различными странами.

Английский департамент колоний, в кооперации с комитетом «Дисковери» и Скоттовским институтом полярных исследований, ведёт систематические работы на «Фальклендской территории» с 1943 г.

В работах участвуют 4 корабля: «Вильям Скорсби», «Фицрой», «Игл» и «Трепассей». Организован ряд баз и станций в архипелаге Пальмера, на Южно-Шетландских островах, в Хот-бай и на Южно-Оркнейских островах. В 1945 г. проведено обследование о. Джемса Росса санными экспедициями с баз.

На всех базах работают метеорологические станции, передающие результаты наблюдений и прогноз погоды для южной части Атлантического океана. В результате всех этих работ к настоящему времени собраны обширные геологические и биологические коллекции. Всестороннее исследование Фальклендского сектора продолжается.

В Антарктике, в настоящее время, начиная с декабря 1946 г., работают две экспедиции Соединённых Штатов Америки. Экспедиция, которой руководит контр-адмирал Р. Е. Бёрд, — самая большая, какая когда-либо работала в Антарктике. В ней участвуют около 4000 офицеров, солдат и матросов на 13 кораблях. Экспедицию обслуживают два ледокола, два больших морских самолёта, один разведочный и два вертолёта. На борту обоих ледоколов находится, кроме того, по одному вертолёту и разведочному самолёту. В составе экспедиции находится также подводная лодка «Сеннет».

Эта экспедиция, организованная Военно-морским департаментом, имеет официальное задание «натренировать личный состав и испытать снаряжение в полярных условиях, обобщить результаты работ прежней экспедиции США и изучить район с гидрографической, географической, геологической, метеорологической и геофизической стороны...» Для выполнения таких разнообразных задач, в составе экспедиции работает большая группа учёных под руководством контр-адмирала П. Е. Ли, директора морских изысканий США.

Эта огромная экспедиция действует, разделившись на три группы. Восточная группа, под командованием капитана Г. Дюфека, на трёх кораблях, работает к востоку от о. Петра Первого, вокруг материка. Западная группа, под командованием капитана Ш. Бонда, на трёх кораблях, работает по побережью Антарктики к западу от юго-запад-

ного угла Новозеландской территории. Центральная группа, на восьми кораблях, включая флагманский, связной и субмарину, работает в море Росса. В различных журналах и по радио уже появились различные статьи и заметки о предварительных результатах этой экспедиции.

Вторая экспедиция, Финн-Ронне, должна была прибыть в Антарктику к середине февраля, посетить западные берега «Страны Грэхема» и организовать базу в Маргерит-бае для зимовки 20 человек. В распоряжении экспедиции находится деревянный корабль с дизельными двигателями и три самолёта.

Аргентина в ноябре 1946 г. объявила о намерении организовать постоянную метеорологическую обсерваторию на южных Оркнейских островах, Транспорт «Патагония», в сопровождении трёх вспомогательных кораблей и самолёта-амфибии, отплыл 4 января 1947 г. из Буэнос-Айреса. Экспедиция должна была исследовать Аргентинский сектор Антарктики до самого 74° южной широты (западного берега «Страны Грэхема»), но вернулась обратно уже в марте. Экспедиция организовала новую метеорологическую станцию и подтвердила заявку Аргентины на контроль над зоной, лежащей между материком Аргентины и Южным полюсом.

Чили в декабре 1946 г. направила в Антарктику экспедицию на трёх кораблях «... для установления контакта с этим отдалённым уголком национальной территории». Эта экспедиция должна была возвратиться в марте 1947 г. обратно.

Австралия в сезон 1946/47 г. ограничилась только одним намерением послать корабль для предварительной разведки и выбора места для баз на австралийской территории Антарктики.

В Новой Зеландии в настоящее время только обсуждаются планы организации «международной» (англо-австрало-новозеландской) экспедиции.

На ближайший год организуется англо-норвежско-шведская экспедиция в западную часть «Страны королевы Мод». Район, подлежащий исследованию, был сфотографирован с воздуха немцами в 1934—1940 гг., причём обнаружен район, свободный от льда, открывающий возможности для исследования большого научного значения.

Русские исследования в Антарктике, конечно, замалчиваются, хотя море Беллинсгаузена, названное так в честь знаменитого русского адмирала, совершившего первое серьёзное научное изучение Антарктики в начале XIX в., омывает южные берега Южной Америки. Там же находится — остров Петра Первого и земля Александра Первого, открытые экспедицией Беллинсгаузена.

В заключение отметим, что в сезон 1946/47 г. в водах Антарктики шла интенсивная охота на китов, согласованная с международной конференцией по китовому промыслу, в связи с общим продовольственным кризисом почти во всех странах. Китовой промысел в водах Антарктики уже более 40 лет ведётся с большой интенсивностью и является очень прибыльным. В настоящее время он имеет здесь особенное значение, в

связи с тем что должен дать сырьё для выработки маргарина и лярда ряду стран, остро нуждающихся в жирах для питания населения.

С декабря 1946 г. по апрель 1947 г. здесь действовало 15 пловучих заводов, каждый из которых обслуживался целым флотом китобоев. Из 15 пловучих заводов 7 принадлежат Норвегии, 3 — Англии, 1 — Южно-Африканскому союзу, 1 — Голландии, 1 — СССР и 2 — Японии.

Л и т е р а т у р а

- [1] Australia plans Antarctic study. Polar Times, № 23, Dec., 1946. — [2] Antony Leviero. South Pol as U. S. Bastion Aim of Big Navy Expedition. Polar Times, № 23, 1946. — [3] Antony Leviero. Navy Loading Ships for Trip into Antarctic. Polar Times, № 23, Dec., 1946. — [4] R. E. Nichols. Pictures of Antarctic Expedition likely to Excel Those of Bikini. Polar Times, № 23, Dec., 1946. — [5] B. Roberts. The Exploitation of Antarctic. Nature, № 4038, March, 1947. — [6] N. Standford. 19 Nations write new set of Rules for whale Industry. Polar Times, № 23, Dec., 1946. — [7] W. S. Sullivan. Wartime devices to go to Antarctic. Polar Times, № 23, Dec., 1946. — [8] W. S. Sullivan. Byrd Ships hunt vanished islands. Polar Times, № 23, Dec., 1946. — [9] W. S. Sullivan. Navy Ships start for the Antarctic. Polar Times, № 23, Dec., 1946. — [10] W. S. Sullivan. The South African Mining and Sugeneering Journal, vol. LVII, part II, № 2811, Dec., 1946.

В. А. Токарев.

К МЕЖДУНАРОДНОМУ ЗООЛОГИЧЕСКОМУ КОНГРЕССУ В 1948 г.

Исполнительный комитет 13-го Международного конгресса зоологов объявил, что конгресс состоится в Париже в течение 21—27 июля 1948 г. (Nature, № 4062, Sept., 1947). Одновременно намечается проведение в июле и августе 1948 г. в Стокгольме конгрессов по генетике и энтомологии. На конгрессе зоологов будут работать секции: общей зоологии (проф. А. Вандель); эволюции и генетики (проф. Г. Тейссьер); цитологии и протистологии (проф. Е. Фауре-Фремье); сравнительной и экспериментальной эмбриологии (проф. Е. Вольф); позвоночных: а) по сравнительной анатомии (проф. М. Пренант) и б) систематике и экологии (проф. Е. Бурделле); беспозвоночных, исключая насекомых (проф. Л. Фейг); энтомологии (проф. Р. Джинель); прикладной зоологии и паразитологии (проф. А. Вайссьере); зоогеографии и палеонтологии (проф. П. Арамбург); номенклатуры (проф. М. Фишер-Пьетте).

Президентом конгресса назначен М. Каулери, профессор зоологии в Сорбонне и президент постоянного комитета конгресса зооло-

гов. Секретарём сессии — генеральный секретарь конгресса проф. Фишер-Пьетте (Париж, ул. Бюффона, 55).

В. А. Токарев.

ПРОИЗВОДСТВО ВИТАМИНА А В КАЛИФОРНИИ

С тех пор как было установлено высокое содержание витамина А в печёночном жире акул, промысел этих животных в Калифорнии и его рентабельность стали расти с необыкновенной быстротой. До 1937 г. промысел акул по тихоокеанскому побережью Калифорнии ограничивался удовлетворением рыночного спроса на свежее рыбное филе да небольшим экспортом сушёных плавников акул, находящих хороший сбыт на китайском рынке. Годовая продукция акул за промежуток времени с 1930 по 1936 г. определялась в среднем: в 266 886 кг (588 373 американских фунтов). Но в 1937 г., в связи с установлением высокой витаминности акульего печёночного жира, внезапно спрос, а следовательно, и цены стали быстро расти. Требования рынка были затем ещё усилены благодаря возникшей в Европе войне. Помимо обычной нототницы, *Squalius suckleyi*, широкое применение нашла акула *Galeorhinus zyopterus*, известная под местным названием «scoorfin». Эти две акулы являются в настоящее время главными источниками витамина А в США. Для экстренного расширения акульего промысла была использована флотилия мелких судов, занятых прежде на ловле палтуса; всего вдоль тихоокеанского побережья США стали высылать до 600 судов. Ловцы и промышленники быстро применились к запросам скупщиков; цены с 40—60 долл. за тонну акулы-сырца (круглая рыба) в 1937—1938 гг. быстро поднялись до 2000 долл. за тонну в 1941 г. При запросах таких цен исходили из предположения, что в среднем выход печени определялся в грубом приближении в 10% от общего веса; очень скоро перешли к определению цены от 1 долл. 50 цент. до 13 долл. за фунт истинного веса печени, предпочтительно самца акулы. Самки ценились ниже вследствие более низкого содержания и печени и витамина. На самом деле содержание печени колебалось от 11 до 17 % общего веса тела.

Вспыхнувшей второй мировой войной и вовлечением в неё США был пресечён вывоз витамина за границу. Рекордная выгрузка акул в портах Калифорнии пришлось на 1939 г., когда было добыто 4 213 122 кг (9 228 187 фунтов), после чего промысел пошёл на убыль: в 1944 г. — 1 173 959 кг (2 587 873 фунта).

Для ловли акул, главным образом *Galeorhinus zyopterus*, применяются сети с ячеей 22.9—27.9 см (9—11 дюймов), вышиною 15—30 ячей, выбиваемые на различных глубинах, не свыше 420.9 м (230 саж.), а также крючная снасть.

С.-Франциско даёт 42% всех акул Калифорнии. Половой состав акул не одинаков в различных частях побережья Калифорнии; самки держатся на меньшей глубине, чем самцы; самцы преимущественно преобладают в северных районах (Эврика и С.-Франциско), самки многочисленнее в более южных (Сан-Педро, Сан-Диего). Самцы длиною менее 155 см имеют в среднем менее 50 тыс. международных единиц витамина А на грамм жира; более крупные самцы — свыше 200 тыс. междуединиц на грамм. Самки, не имеющие яиц — всего 35 тыс. единиц у особей 160—165 см длиною; самки с неоплодотворёнными яйцами в оварирах (стадия В) — от 15 тыс. до 50 тыс. единиц на грамм. Самки с хорошо развитыми эмбрионами и уже родившие — имеют очень непостоянное количество витамина А — от 45 тыс. до 640 тыс. международных единиц на грамм жира. Максимальное количество витамина у самцов равно 410 тыс. единиц, у самок (стадия А, В, С) — 116 тыс. единиц. Общее максимальное количество — 640 тыс. единиц у родившей самки (стадия Е). Ещё несколько сопоставлений, имеющих практическое значение. Количество витамина А на 1 американский фунт (453.6 г) печени у самца — до 15.7 млн единиц при длине акулы 155 см и до 58 млн единиц при длине особи 175 см. Крайние — на 1 фунт печени от 3 до 111 млн единиц для взрослого самца. Из изложенных сопоставлений ясно, что печень самцов является более ценной, чем печень самок, особенно как уже показано, на стадиях А, В, С, т. е. незрелых, неоплодотворённых и со слабо развитыми оплодотворёнными яйцами.

Количество жира в печени доходит до 75%, среди жира большое количество неомыляемых стерина.

В настоящей заметке вкратце изложено содержание некоторых статей сборника, включающего пять небольших работ.

Нами руководило желание — прежде всего обратить внимание наших хозяйственников на недооцениваемый ими богатый источник для получения всё ещё дефицитного у нас витамина А; вместе с тем нам казалось необходимым подтолкнуть ихтиологов и биохимиков Полярного и Тихоокеанского институтов рыбохозяйства и океанографии (ПИРО и ТИПРО) на срочную необходимость всестороннего исследования встречающихся в отечественных водах видов акул и скатов с точки зрения использования их в качестве сырья для удовлетворения потребностей нашего народного здравоохранения.

Проф. Е. К. Суворов.

КРИТИКА и БИБЛИОГРАФИЯ

С. Ю. Липшиц. Русские ботаники. Биографо-библиографический словарь. Том I. А—Б. Ответственный редактор акад. В. Н. Сукачев. Изд. Московского общества испытателей природы, М., 1947, XII + 335 стр. (в два столбца). Ц. 50 руб. (в переплете). Тираж 10 000.

Выход в свет первого тома биографо-библиографического словаря С. Ю. Липшица «Русские ботаники» является праздником советской ботанической науки. С чувством законной гордости замечательными достижениями науки нашего народа возьмёт в руки эту книгу каждый ботаник, агроном, лесовод, почвовед, географ, библиограф, историк русской культуры. В итоге десяти лет напряжённого, кропотливого и далеко не всегда благодарного труда, затраченного автором на подготовку этого издания, наша литература обогатилась ценнейшим справочником, подлинным «памятником русской (советской) ботанической мысли».

Уже первый том сухим языком библиографических цитат говорит о славном прошлом и прекрасном настоящем русской ботаники, о самостоятельных исканиях и выдающихся открытиях, прокладывающих новые пути развития науки, крупнейших учёных, создателях школ и направлений.

Выдающийся советский геоботаник, исследователь степей В. В. Алёхин. Безвременно скончавшийся блестящий систематик и ботанико-географ Н. М. Альбов, исследователь флоры и растительности Кавказа, Аргентины и Огненной Земли. Создатель альгологической школы В. М. Арнольди. Разносторонний учёный, физиолог, анатом и экономист В. М. Арциховский. Оригинальный экспериментатор киевский физиолог О. В. Баранецкий. Один из основоположников прикладной ботаники А. Ф. Баталин. Глава советских биохимиков А. Н. Бах. Патриарх русских ботаников, первый русский дарвинист А. Н. Бекетов, воспитавший К. А. Тимирязева, В. Л. Комарова, Г. И. Танфильева, А. Н. Краснова, Н. И. Кузнецова, И. Ф. Шмальгаузена и многих других. Классик морфологии растений В. И. Беляев, работы которого превосходили последующие успехи эмбриологии и цитологии. Основатель Русского ботанического общества И. П. Бородин. Разносторонний исследователь и выдающийся путешественник И. Г. Борщов. Один из творцов морфолого-географического метода блестящий систематик А. А. Бунге. Крупный советский микробиолог и физиолог В. С. Буткевич. Исследователь Кавказа, учитель многих советских ботаников Н. А. Буш.

Мы перечислили некоторые, наиболее известные имена, вошедшие в первый том словаря. Но главная заслуга С. Ю. Липшица не в освещении деятельности этих крупных учёных. Материалы, посвящённые им, более

доступны и демонстративны. Поэтому очень часто исследователи превращают историю науки в сборник биографий её выдающихся деятелей. Заслуга автора — в обобщении разпылённых и почти не поддающихся сбору биографических и библиографических данных о второстепенных работниках, показ всего коллектива русских ботаников, его выдающегося места в развитии мировой науки. Эта работа имеет глубокое патриотическое значение. Отсутствие подобных и скудость, вообще, каких бы то ни было био-библиографических справочников в дореволюционной России было одним из проявлений неуважения к русской науке, следствием систематически культивируемого представления об её неполноценности.

Словарь задуман С. Ю. Липшицем в широком плане. Он должен дать биографические сведения о всех ботаниках России и СССР, начиная с 1725 г., года основания Российской Академии Наук. В число ботаников включены не только представители «чистой» науки, но и растениеводы, селекционеры, лесоводы. Кроме того, в словаре нашли место и представители смежных дисциплин, способствовавшие развитию ботаники. Так в первом томе помещены сведения о путешественнике В. А. Арсеньеве, географе Л. С. Берге, метеорологе П. И. Броунове, почвовед В. П. Бушинском и других. В словаре представлены не только лица, имеющие печатные работы, но и наиболее значительные коллекторы. Трудный вопрос о ботаниках, родившихся и работавших в Польше, Финляндии и Прибалтике, решён так, что в словарь помещены лица, учившиеся в русских университетах и обязанные своим развитием русской ботанической культуре. При этом, конечно, неизбежен некоторый произвол и субъективность.

В краткой биографической справке, основной для современников, по возможности, на автобиографическом материале, даются сведения об основных этапах научного пути, об экспедициях, коллекциях, о важнейших работах. Для наиболее видных покойных учёных приводится анализ их научной деятельности, указываются их важнейшие открытия, подчёркивается приоритет, выясняется их влияние на дальнейшее развитие ботаники.

За биографической справкой следует по возможности исчерпывающий список опубликованных работ, иногда указываются рукописи. Работы помещены в хронологическом порядке.

После списка работ идёт список источников: биографий, некрологов, печатных библиографических списков, описаний путешествий, отчётов о дискуссиях при защите диссертаций, некоторых рецензий и т. д. Указывается иконография.

Предположено, что всё издание будет включать около 8000 ботаников и сообщать свыше

50 000 библиографических справок. Намечено выпустить 10 томов, а в дальнейшем ещё несколько дополнительных.

Так как публикация ботанических работ продолжается непрерывно и во всё возрастающем объёме, составитель словаря был вынужден взять какой-то год как границу обязательного включения материала. Такой границей служит 1941 г. (включительно). Более поздняя литература отражена, так сказать, «без гарантии», но довольно полно. Дополнительные томы должны привести списки в соответствие с современным положением.

Совершенно естественно и неизбежно, что при исключительном объёме крайне распылённого материала, при ограниченности и бедности источников, при неразработанности специальной библиографии, при неполноте даже наиболее полных библиотек, словарь содержит пропуски. Лучше всех знает об этом сам автор, и мы не будем останавливаться здесь на данном неизбежном и неустранимом недостатке, указывать на конкретные пропуски, обнаруживаемые уже при первом просмотре. Эти пропуски будут выявляться постепенно, в процессе работы со словарём, при повседневном пользовании им. Общественный долг каждого ботаника и библиографа, заметившего тот или иной пробел, — сообщить о нём автору для исправления, как материал для дополнительных томов. Но нам кажется необходимым остановиться на других недостатках, которые могут быть и должны быть устранены.

Имеются две причины этих погрешностей: во-первых, недостаточная продуманность и строгость построения словаря; во-вторых, явная спешка при подготовке и печатании его. Поясним на примерах, оговорившись при этом, что мы не ставим задачей указать все или хотя бы существенную часть ошибок или недоделок. Наши примеры по большей части будут представителями целых классов ошибок и недоделок.

Прежде всего о биографических справках. Их некоторая разнородность при разнородности источников также неизбежна. Но в некоторых случаях нарушение единства не оправдано.

Так в нарушение общего стиля, в биографии Алексеенко Ф. Н. (стр. 36) приведена большая (целый столбец) выдержка из книги П. Н. Лепешинского «На повороте» с подробным описанием обстоятельств самоубийства этого молодого учёного. Некоторые справки о лицах, представивших автобиографические сведения, очень неполны, не соответствуют схеме, приведённой автором в предисловии. Такова биография Алексеенко М. А. (стр. 35). Обычно составителем сообщаются даты, к которым относятся автобиографические данные, но в ряде случаев даты опущены: Аверкиев Д. С. (стр. 9), Андреев В. Н. (стр. 57), Аптекарь Э. М. (стр. 69), Арциховская Е. В. (стр. 85), Арциховская Н. В. (стр. 85) и др.

Библиографические списки должны составляться и редактироваться с максимальной строгостью и с соблюдением единого принципа. Все работы того или иного автора, охваченные составителем словаря, нужно бы-

ло включить в единый список в строгом хронологическом порядке. При упоминании какой-нибудь работы в биографическом тексте совершенно нецелесообразно привлекать там полной библиографической цитаты. Достаточно указать на порядковый номер работы в последующем списке и, в крайнем случае, привести сокращённое название, опять-таки с ссылкой на номер. При соблюдении этого правила библиографическая часть словаря стала бы единообразной, пользование ею было бы облегчено, были бы избегнуты излишние повторения и достигнута экономия места. К сожалению С. Ю. Липшиц не провёл такого принципа со всей строгостью.

В некоторых случаях библиографические цитаты просто включены в биографический текст. Так сделано, например, в справке об Алиеве (стр. 43—44). В других случаях (Бессер В. Г., стр. 186—188) автор даёт два списка: отдельно в тексте список работ, посвящённый полянам, из 11 названий, а в конце «список работ, кроме упомянутых» из 28 названий. Таким образом читатель должен наводить справки в двух местах. Иногда в тексте приводится полная цитата, дублируемая затем в списке (Бедельян И. Л., стр. 148—149, работа № 7). В этой же справке, рядом, приводится только одно название другой работы, без выходных данных. В то же время в тексте справки о Бауме О. О. (стр. 134—135) даются цитаты на две его работы, а затем помещён «список других работ» из четырёх названий. При этом нарушается хронологический порядок.

Далеко не все цитаты научно правильны и полны. В некоторых случаях автор оговаривается, что он «работы не видел» (например, Адамс М. И., стр. 15, работа № 4 или Бессер В. Г., стр. 187, работа № 7). В многочисленных случаях такой оговорки нет, а всё же цитата не содержит указания на год выхода работы (Аболин Р. И., стр. 2, работа № 1), на страницы журнала или сборника, в котором она напечатана. Иногда это касается очень распространённых и доступных изданий. Так, в списке работ Аксентьева Б. Н. (стр. 20) не указаны страницы для работ №№ 13—17, 19—22, опубликованных в «Ботаническом журнале СССР» в 1931—1940 гг. Там же упоминается некролог Аксентьева, напечатанный Г. И. Потапенко, содержащий список работ из 29 названий, в то время как в словаре перечисляются только 22 работы. Почему-то составителем опущено 7 рукописей, помещённых в конце списка Потапенко. Из пяти работ Арасимовича В. В., опубликованных в сборнике «Биохимия культурных растений», только для одной указаны страницы.

В некоторых случаях такая неполнота цитат очень усложняет разыскание нужной работы. Так для работы № 1 Абрамова В. А. (стр. 4) приведены только название и год издания. Между тем, отметки о том, что составитель не видел её, нет.

Исключительную ценность представляет материал, объединяемый под подзаголовками «Источники». Собранные С. Ю. Липшицем ссылки дают возможность обратиться к работам, сообщаящим более полный материал

о жизни и научном творчестве того или иного исследователя. Каждый биограф и историк получает отпавший пункт для своей работы. Но всё же подбор «источников» вызывает некоторые критические замечания.

Вряд ли нужно указывать, как на источники, на общие библиографические работы, в которых просто упоминаются какие-то работы данного автора. Так для Боброва Е. Г. (стр. 212) в качестве единственного источника упоминается книга Павлова «Литературные источники по флоре и растительности Казахстана» с примечанием: «неполный список работ». Между тем у Павлова указывается всего на две работы Боброва из 52, перечисленных Липшицем! Если же включать также «источники», то непонятно игнорирование библиографических сводок по советской ботанической литературе Оля и Домрачёва.

Неясно место рецензий на работы какого-либо автора в общей структуре книги. Для Алёхина В. В. рецензии на некоторые его работы сведены вместе вслед за «источниками» (стр. 42—43). В других случаях рецензии включены в состав «источников» (Богдан В. С., стр. 214, рецензия Мальцева; Бретшнейдер Э. В., стр. 273, рецензия Палибина). По большей части же рецензии совсем опущены. Конечно, включение их значительно увеличит объём работы, но оно ещё больше повысит её ценность. Наиболее целесообразно помещать цитаты рецензий сразу же вслед за цитатами рецензируемых работ, как это сделано, скажем, в сводках библиографа датской ботанической литературы, К. Христинсена. Кроме того, рецензии, естественно, должны быть приведены в списке работ их автора.

Сделаем здесь же одно замечание частного порядка. В статье о Бородине И. П. (стр. 249) говорится: «Некоторые выступления Бородин, в частности его речь „Протоплазма и витализм“ (1894) вызвали критику и обвинения Бородин в склонности к виталистическим воззрениям». Нам кажется, что в список источников должна была быть включена страстная речь Тимирязева «Витализм и наука», в которой он ответил Бородину. Слова товарища Сталина: «Историю нельзя ни улучшить, ни ухудшить»! — руководящее положение для каждого историка.

Непонятно, почему для опубликованных на русском языке статей Асмуса В. К. приводятся английские названия (стр. 91). Если автор не видел их, это надо оговорить.

Почему-то список принятых сокращений, с которого должен был начинаться первый том, будет напечатан только в последнем томе.

Очень портит книгу изобилие опечаток, совершенно нетерпимых в справочном издании. Имеются, буквально, «классические» опечатки. Боровский В. В. превратился в Воровского (стр. 247) — искажена начальная буква фамилии, входящая в состав словника тома! В списке источников о Н. А. Буше (стр. 334) Сочава В. Б. дважды превратился в Сачау.

Если за опечатки может нести ответственность издательство, то нельзя снять вины с автора за несколько случаев «винверсий», наблюдающихся в словаре. Нарушение строгого алфавитного порядка фамилий — непустая погрешность. Так, Бем М. К. (стр. 174) расположен после Беневоленского И. И.; Биберштейн Ф. К. (стр. 188) — после Бибиковой А. Ф.; на стр. 223—224 вообще принят непонятный порядок расстановки фамилий: Бойченко Е. А. — Бокучава М. А. — Бологов Г. А. — Бокун Э. И. — Бологовская Р. П.; на стр. 288 Буддо А. Ф. помещён за Будищевым А. Ф.

И, наконец, о внешнем оформлении книги. Мы уже приводили совершенно справедливые слова автора о том, что эта книга — памятник русским ботаникам. Её выход является значительным общественным событием, этапом в развитии историографии русской биологической науки. Она издаётся не на год, не на два, а на многие десятилетия, в течение которых будет сохранять своё значение и ценность. Поэтому словарь заслуживает другого оформления; значительно более добротного переплёта, хорошей и прочной бумаги. Московское общество испытателей природы печатает сейчас много, и остальные его издания последних лет оформлены лучше. По крайней мере мы давно не видели книги, отдельные листы которой были бы напечатаны на разной бумаге: часть — на белой, часть — на жёлтой.

Обидно, что издательство не сочло возможным иллюстрировать книгу портретами ботаников.

Сейчас поздно говорить об этом, но возможен другой принцип размещения материала в био-библиографических справочниках, не по алфавиту, а по годам публикации первых научных работ. Тогда первые томы, посвящённые ботаникам прошлого, нуждались бы только в незначительных дополнениях, в указании несобранных сразу немногих работ. Современники же, сосредоточенные в последних томах, обладали бы синхронизированными библиографическими списками и библиографическими справками. Сейчас же, пока выйдет последний том, первый том будет нуждаться в очень существенных дополнениях. Необходимость дополнительных указателей при хронологическом размещении материала окупилась бы, с нашей точки зрения, исторической наглядностью и одинаковостью полноты материала.

Отметим, что подобных ботанических изданий нет в других странах, за исключением маленькой Дании, масштабы науки которой совершенно несравнимы с нашими. В 1944 г. Фердоорном было объявлено о подготовке к изданию биографического словаря — «Указателя ботаников» («Index Botanico-rum», см.: Д. В. Лебедева Природа, 5, 88, 1947). В 1947 г. Фердоорн был вынужден отказаться от своих планов и заявить о том, что он готовит только библиографию биографий ботаников («Indicis Botanico-rum Prodrum»), и лишь после завершения этой работы сможет приступить к составлению самого «Указателя», оказавшегося не по силам его коллективу. Это лишний раз

¹ Вопросы философии. Вып. I, 1947, стр. 404.

подчеркивает значение и трудоёмкость труда С. Ю. Липшица.

Автор представляет свою работу, как он говорит, «на справедливый суд советской ботанической общественности». Несомненно, что многие недостатки были бы устранены, если бы книга была подвергнута общественному просмотру до её печатания. Ещё не поздно исправить недочёты в следующих томах.

Заслуги С. Ю. Липшица громадны и несомненны. Ботаники Советского Союза будут всегда благодарны ему за его благородный и неоценимый труд. Но они хотели бы, чтобы тот праздник, каким является выход в свет «Русских ботаников», был бы ничем не омрачён.

Д. В. Лебедев.

Ю. И. Миленушкин. Великий преобразователь природы Иван Владимирович Мичурин. Издательство ВЦСПС «Профиздат», М., 1946, 80 стр. Цена 2 руб. 25 коп.

В последние годы наши издательства выпустили ряд книг и брошюр, посвящённых трудам великих естествоиспытателей и преобразователей природы. Среди этих изданий следует отметить, в первую очередь, брошюру «Творцы новых растений» Н. В. Турбина; «Как человек переделывает природу растений» А. И. Молодчикова; «В содружестве с природой» И. И. Презента и ряд других. К этому списку ценных и весьма необходимых книг принадлежит, безусловно, и научно-популярная книга «Великий преобразователь природы» Ю. И. Миленушкина, посвящённая в популярной форме изложению жизнедеятельности и основных достижений И. В. Мичурина.

Ю. И. Миленушкин выступает на этом фронте не впервые. Он известен читателям своей книгой «Происхождение и развитие жизни на Земле», вышедшей в 1945 г., где он даёт обзор научно-популярной литературы и указания для лиц, занимающихся самообразованием.

Прочитав первые 4 раздела брошюры Ю. И. Миленушкина «Великий преобразователь природы», каждый читатель, особенно наша молодежь, ясно может представить тяжёлую участь учёного-новатора в условиях дореволюционной России. При этих условиях только богато одарённый человек, каким являлся И. В. Мичурин, обладающий сильной волей и трудоспособностью, без специального образования мог достичь тех вершин научного знания, на которые сумел подняться И. В. Мичурин в результате упорного труда.

Остальные разделы (5—13) брошюры показывают читателю жизнь и деятельность И. В. Мичурина после 1917 г. и успех его работы при советской власти.

В брошюре производится живое и очень интересное сравнение трудов И. В. Мичурина с работой крупнейшего американского селекционера-дарвиниста Бербанка. Но читатель и здесь убеждается, что несмотря на суровые климатические условия средней полосы России, И. В. Мичурин сумел сделать значительно больше, чем американский естествоис-

пытатель. И. В. Мичурин создал не только новые сорта и новые культуры растений, но и разработал стройную научную теорию плодоводства, чего не было у Бербанка.

Наконец, как положительную сторону брошюры, следует отметить то, что в ней автор, в отличие от ряда других научно-популярных изданий, рассказывает историю получения некоторых наиболее интересных сортов И. В. Мичурина. Так в ней очень живо и в доступной форме изложена история выведения знаменитого для средней полосы СССР сорта яблони «Кандиль китайка».

Простота и ясность изложения, имеющие место в брошюре Ю. И. Миленушкина, делают доступными для неспециалистов великие достижения и научные основы плодоводства, разработанные И. В. Мичуриным.

К сожалению, приходится отметить, что не все рисунки, приведенные в брошюре, удовлетворяют требованиям, предъявляемым к научно-популярной литературе. Издательство ВЦСПС «Профиздат» обязано это учесть и исправить. Научно-популярные издания только тогда достигают цели, когда они издаются в безукоризненном оформлении.

Но, несмотря на этот недостаток, брошюра Ю. И. Миленушкина является весьма ценной и необходимой.

Д-р И. Н. Коновалов.

Claude E. ZoBell. Marine Microbiology. A Monograph on Hydrobacteriology. Waltham, Mass., USA., Published by the Chronica Botanica Company. 1946. Moscow, Mezhdunarodnaja Kniga. \$ 5.00. (A new series of plant science books edited by F. Verdoorn. Vol. XVII). — Цо-Бэлл. Морская микробиология. 1946.

Существуют книги, интересные не только для представителя одной специальности. Рецензируемая книга одинаково интересна для океанолога и микробиолога, гидрографа и зоолога, эколога и ботаника. Автор в течение многих лет возглавлял микробиологические исследования в Скриппсовском институте океанографии Калифорнийского университета. Этот крупный институт, основанный в 1892 г., расположен на берегу Тихого океана вблизи Ла-Йола. В институте ведутся комплексные исследования по биологии морских организмов, что позволило автору на протяжении ряда лет работать в контакте с представителями самых различных специальностей. За время своей деятельности в области морской микробиологии Цо-Бэлл опубликовал около 50 работ, посвящённых биологии микроорганизмов, живущих в водоёмах. Это определило характер самой книги. Она представляет собой монографию, в которой почти по каждому вопросу излагается своя собственная точка зрения, основанная на результатах многочисленных экспериментальных исследований. Поэтому книга меньше всего заслуживает названия компиляции. Однако это не значит, что автором не использован весь опыт, уже накопленный в данной области. Достаточно сказать, что в книге цитируются свыше 600 литературных источников. Благодаря личному большому опыту автора эти литературные данные подвергаются критическому анализу,

что, конечно, ещё более повышает ценность монографии.

В предисловии, которое написано С. Ваксманом, подчёркивается значение микробов в круговороте веществ в водоёмах, а также сопоставляется особенность условий существования микроорганизмов в почве и в морях.

В монографии имеется 18 глав. Её объём — 240 страниц, из которых 22 занимает список литературы.

В первой главе даётся краткий исторический очерк развития морской микробиологии. Хотя первый организм, живущий в воде, именно *Spiriochaeta plicatilis*, и был изолирован Эренбергом 100 лет назад (1838), однако только с плавания экспедиционного судна «Талисман», в котором принял участие Церетес и результаты которого опубликованы в 1884 г., было начато научное изучение микроорганизмов, обнаруженных в 100 образцах воды и грунта, взятых во время экспедиции. Затем последовала экспедиция в Вест-Индию, в которой принял участие корабельный врач Б. Фишер, открывший в 1887 г. *Photobacterium indicum*. Ряд работ, проведённых в конце прошлого и начале этого столетия, носил эпизодический характер. В них исследователи ставили перед собой задачу только изучить распространение микроорганизмов в воде и в грунте. Интенсификация микробиологических исследований, по мнению автора, наступила благодаря появлению в 1914 г. монографии Б. Л. Исаченко, посвящённой микроорганизмам Северного Ледовитого океана. В этом исследовании впервые было обращено внимание на роль микроорганизмов в круговороте веществ в водоёмах, обнаружены представители самых разнообразных физиологических групп и описано много новых видов бактерий.

Вторая глава книги не имеет непосредственного отношения к микробиологии. В ней содержатся краткие сведения о глубинах, встречаемых в океанах, и топографии морского дна, биотических зонах, проникновении солнечного света сквозь толщу воды, температуре воды, солёности, осмотическом и гидростатическом давлении, растворённых газов, pH воды и очень краткая характеристика животных и растений, обитающих в морях. Для лиц, хорошо знакомых с гидробиологией, эта глава покажется излишней. Что же касается большинства читателей, то для них она явится ценным введением, необходимым для более лёгкого восприятия содержания следующих глав.

Третья глава содержит сравнительную оценку различных методов взятия проб воды и грунта. На основании собственных исследований, Цо-Бэлл пришёл к выводу, что любой металл оказывается токсичным для морских организмов, поэтому металлические цилиндры, которыми нередко пользовались в прежних исследованиях, абсолютно непригодны для взятия проб. Стеклянные трубки и бутылки не годятся, так как уже на сравнительно небольшой глубине они бывают раздавлены. Из 120 бутылей, погружённых автором на глубину 600 м, ни одна не осталась целой. Поэтому для взятия проб на больших глубинах рекомендуется прибор, сконструированный самим автором. Он состоит из двух досок, соединённых

под прямым углом, которые подвешены на металлическом тросе. В углу, образуемом досками, укрепляется стерильная каучуковая бутылка, закрытая пробкой. Через пробку бутылки пропущена стеклянная трубка, конец которой запаян. С помощью рычага, который приводится в движение «почталлоном», посылаемым по тросу, конец трубки обламывается, и вода устремляется внутрь бутылки. Для удобства, на один трос можно укрепить несколько бутылей, что позволяет одновременно взять несколько проб на различных глубинах.

Образцы грунта рекомендуется брать с помощью прибора, предложенного Эмери-Дитц в 1941 г.; не вдаваясь в детали, следует отметить, что с помощью этого прибора легко могут быть взяты монолиты грунта, достигающие в длину 15 футов. Большим преимуществом этого прибора следует считать то, что в процессе взятия пробы монолиты покрываются прозрачной целлюлоидной капсулой. Исследователь получает возможность рассмотреть взятый образец и выбрать место для взятия пробы.

Хранить взятые образцы грунта и воды необходимо при низких температурах, лучше всего при 0° С или даже при температурах ниже нуля, так как морские микроорганизмы, особенно взятые из больших глубин, способны размножаться при низких температурах. По этим же причинам, т. е. в связи с обилием в морской воде психротолерантных и психрофильных форм, следует избегать нагревания воды, взятой для исследования, до температуры выше 25°, так как эта даже сравнительно низкая температура приводит к гибели бактерий. При хранении образцов воды при 20° вначале наблюдается уменьшение числа бактерий, а затем число их возрастает во много раз. Любопытно, что при этом происходит своеобразный отбор, и в пробе, которая вначале содержала клетки 26 различных видов, через один день остаётся только 4 вида при значительном увеличении общего числа клеток в 1 мл. При взятии проб на больших глубинах, где температура воды низкая, во время подъёма происходит постепенное нагревание воды, содержащейся в сосуде, с помощью которого берётся проба. Однако температура поверхностных слоёв воды настолько незначительна, что это не может отразиться на жизнедеятельности микробов, содержащихся в пробе. Эту главу автор заканчивает практическими советами, как организовать работу на борту корабля, перечисляет наиболее удобную аппаратуру, посуду и т. д. Все эти указания весьма ценны.

Следующая глава посвящена методам, позволяющим определить количество бактерий в воде. Для количественного учёта бактерий на чашках Петри рекомендуется среда, состоящая из 5 г пептона, 0.1 г фосфорнокислого железа, 1000 г морской воды и 1.5 г агара. При этом отрицается преимущество сред, приготовленных из рыбы. Максимальное количество бактерий вырастает при pH среды в пределах 7.5—7.8. Совершенно справедливо подчёркивается, что все исследования, проведённые с питательными средами, приготовленными на водопроводной воде, почти не имеют

научной ценности. Если посеять грунт или воду, взятую из океана, на агаровую среду, приготовленную на морской воде и параллельно — на среду, приготовленную на водопроводной воде, то на каждые 100 колоний, вырастающих в первом случае, приходится 12 или 13 колоний, появляющихся на чашках со средой, приготовленной на водопроводной воде. При посеве почвы на те же среды отношения совершенно обратные. Исключительный интерес представляют данные автора о температуре, при которой необходимо выращивать посевы. Максимальное количество колоний вырастает при 18°, а при 37° уже почти совсем нет роста. Таким образом, подавляющее большинство морских бактерий имеет низкий температурный оптимум роста, и одновременно они довольно чувствительны к сравнительно высоким температурам. В частности, если образец морской воды вносится в расплавленный агар, температура которого равна 45°, то часть клеток погибает. Разбирая вопрос о количественном учёте анаэробных морских бактерий, автор отмечает, что так называемые облигатные анаэробы могут расти при свободном доступе кислорода, если потенциал среды достаточно низкий. Для посева рекомендуется среда, состав которой был указан выше, к которой добавлялся 1% глюкозы, (0.1% тиогликолата натрия и 0.0002% метиленовой синьки. Е_h среды обычно ниже — 0.1v. Для поглощения кислорода в анаэро-стате рекомендуется хромовый сульфат, который в 40 раз более эффективен в этом случае, чем пирогаллол. Посев образца, содержащего анаэробных бактерий, можно производить также в расплавленную плотную среду, которая затем наливается в плоские длинные трубки. Вырастающие колонии легко могут быть подсчитаны в таких трубках.

Сравнительно новым является метод прямого подсчёта бактерий, обитающих в воде. Прямой посчёт клеток даёт обычно значительно более высокие цифры, чем метод подсчёта колоний на чашках, что объясняется, главным образом, тем, что морские бактерии реже плавают свободно, а гораздо чаще находятся на плотных частицах, плавающих в воде, или планктонных организмах. При подсчёте под микроскопом можно обнаружить несколько клеток, тогда как частица, содержащая бактерии, зооглея или цепочка, попадая на чашку, даёт одну колонию. Сравнительно небольшое содержание бактерий в морской воде требует предварительной концентрации микроорганизмов. Последнее может быть достигнуто выпариванием воды под вакуумом, обработкой воды гидроокисью алюминия, фильтрацией через мембранный фильтр, центрифугированием и другими методами.

Подсчёт под микроскопом окрашенного препарата, приготовленного из морского грунта, вполне возможен, так как грунт содержит значительное количество микроорганизмов, и их предварительная концентрация не нужна.

Для экологических исследований несомненный интерес представляет погружение в океан предметных стёкол на различные глубины и на различные сроки. Вслед за перифитическими бактериями на стёклах поселя-

ются; водоросли, актиномицеты, простейшие и т. д. Возможно, что плотная поверхность адсорбирует органическое вещество из воды и тем самым даёт возможность развиваться на её поверхности микробам. Не все морские бактерии обладают способностью расти на поверхности стёкол. Из 96 различных видов только 29 давали хороший рост на стеклянных пластинках.

В пятой главе разобрано действие различных факторов, влияющих на распространение микроорганизмов моря. В прибрежной полосе содержатся десятки и сотни тысяч бактерий в одном миллилитре, тогда как на расстоянии нескольких километров в воде обнаруживаются только десятки и сотни бактерий (в миллилитре). Что касается колебаний в содержании бактерий в зависимости от времени взятия проб, то автор не мог констатировать сколько-нибудь заметной разницы при взятии проб днём или ночью, хотя имеются указания, что вертикальная миграция зоопланктона или нектона в течение суток может влиять на распределение бактерий в эвфотической зоне.

На вертикальное распределение бактерий влияет ряд факторов. До глубины 30—50 м количество бактерий быстро возрастает, однако затем оно постепенно падает. Увеличение числа бактерий, наблюдающееся в верхних слоях воды, обратно пропорционально интенсивности освещения. Однако развитие фитопланктона в поверхностных слоях, а также сравнительно высокая температура также играют в этом случае роль. Гидростатическое давление не может мешать развитию бактерий, так как экспериментально доказано, что бактерии безболезненно выдерживают давление в 3—4 тысячи атмосфер, а спороносные формы — до 20 тысяч атмосфер. При этом необходимо помнить, что максимальное давление на дне океана не превышает 1000 атмосфер.

Несколько разноречивы данные о влиянии солнечной радиации. Многие авторы указывали, что в поверхностных слоях свет снижает, благодаря своему бактерицидному действию, количество бактерий. Описывалось меньшее содержание бактерий в одном и том же водоёме днём, чем ночью, летом, чем зимой. Однако на основании своих исследований автор приходит к выводу, что если солнечный свет и оказывает действие на бактерии в морской воде, то оно выражено неотчётливо и затмёнено другими моментами. Повидимому, этот вопрос требует выяснения, так как в условиях эксперимента у автора, в воде, подвергнутой в сосуде действию света, в такой солнечной местности, как Калифорния, наблюдалась массовая гибель бактерий и, при слое воды толщиной в 35 мм, уже через 2 часа погибло 8.7% клеток. Температурный фактор не имеет большого экологического значения. За исключением поверхностных слоёв, температура воды в морях более или менее постоянна в течение всего года. Подъём температуры может ускорить размножение бактерий, но оно вскоре прекратится из-за недостатка органического вещества. Любопытно, что в мелких местах в тропических морях, где температура достигает 25°, почти

такое же количество бактерий, как и на больших глубинах на дне моря, где температура не превышает 5°. Здесь бактерии размножаются медленнее, но они дольше и живут. Благодаря многолетней работе на морской станции, автор располагает результатами систематических микробиологических анализов воды, проводившихся в течение многих лет. Однако сезонные колебания оказались незначительными, и число бактерий в 1 мл колебалось от 354 в мае до 620 в сентябре.

Существует прямая зависимость между величиной бактериальной популяции и содержанием фитопланктона в воде. Чем последнего больше, тем больше бактерий. Ещё Ваксман нашёл, что при употреблении планктонной сетки с большими отверстиями, через которые проходит наннопланктон и бактерии, очень много бактерий всё же остаётся в такой сетке, так как они находятся на поверхности планктонных организмов. При этом меняется и качественный состав микроорганизмов. В частности, бактерии, разлагающие агар, обнаруживаются в большем числе, чем в свободной воде. Много бактерий бывает на поверхности отмерших организмов. Тесная связь бактерий с фитопланктоном объясняется, повидимому, тем, что фитопланктон выделяет растворимые вещества, усваиваемые микробами. Огромное значение имеют микроорганизмы, ассимилирующие органическое вещество, находящееся в растворённом состоянии в воде. С другой стороны, в морской воде происходит накопление веществ, которые обладают антагонистическим действием на микробов. По-видимому, эти вещества связаны с антагонистической деятельностью микроорганизмов и выделяются ими наружу. Токсические вещества термолабильны, и морская вода, стерилизованная фильтрацией, в три раза токсичнее воды, простерилизованной нагреванием. Что касается бактериофага, то он встречается преимущественно в прибрежной воде и его бывает нелегко обнаружить.

Значительный интерес представляють исследования автора о влиянии плотной поверхности на размножение бактерий. При хранении образцов воды в сосудах малого размера количество бактерий резко увеличивается, тогда как в сосудах большой ёмкости бактерий меньше. Так, например, при ёмкости сосудов в 14 мл через 2 недели в 1 мл было 1 млн 863 тыс. бактерий, тогда как в сосуде, вмещающем 13 л, 1 мл воды содержал только 261 тыс. бактерий. Объясняется это тем, что в первом случае соотношение между жидкостью и плотной поверхностью было 1:2.64, а во втором случае это соотношение равнялось 1:0.24. Таким образом, чем больше (относительно) плотной поверхности, тем интенсивнее размножаются микробы. Этот любопытный факт объясняется тем, что вода содержит сравнительно мало органических веществ, и только тогда, когда она адсорбируется плотной поверхностью, бактерии получают возможность утилизировать эти вещества.

Недостаточное количество углеродсодержащих веществ является основным фактором, лимитирующим размножение бактерий моря. Добавление к 1 л морской воды 2.5 мг глю-

козы в 3.5 раза повышает количество микроорганизмов. С экологической точки зрения, морские бактерии относятся к организмам, способным к жизни в среде со значительно более низким содержанием органики, чем например, почвенные микроорганизмы.

Следующие две главы посвящены микроорганизмам, обитающим в грунте морей, а также активности этих микроорганизмов. Количество бактерий в донных отложениях варьирует от сотен тысяч до сотен миллионов в 1 г. Независимо от места, где взят грунт, количество микробов в поверхностных образцах гораздо больше, чем в взятых в более низких слоях. На глубине 1 дюйма в одном из образцов было 38 млн бактерий, тогда как на глубине 100 дюймов — 290 клеток.

Нахождение бактерий в каменном угле, извлечённом из глубины 1089 м, обнаружение Б. Л. Исаченко пурпурных серных бактерий на глубине 2000 м, — всё это поднимает вопрос о нижней границе биосферы. По-видимому такой границей следует считать дно океана, но отсутствие кислорода делает весьма проблематичным развитие там аэробных видов бактерий, скорее они находятся в покоящемся состоянии в течение столетий. Анаэробные формы, конечно, могут развиваться. Основным фактором, определяющим количество бактерий в грунте, следует считать содержание в последнем органических веществ. В одном грамме песка, содержащего 0.09% N, обнаруживается 22 000 бактерий, тогда как мелкие коллоидные частицы, в состав которых N входит в количестве 1%, содержат 1 510 000 микробов. Фотосинтезирующие растения — основной источник органического вещества. На больших глубинах располагаются их остатки, а в неглубоких местах, где солнечный свет достигает дна, растущие на дне растения оказывают большое влияние на число бактерий в воде. По сравнению с фитопланктоном, дно, покрытое водорослями, содержит в 12—15 раз больше микроорганизмов. Что касается характера микробов, обитающих в грунте, то поражает высокий процент факультативно аэробных форм — он достигает 90%. Среди изолируемых бактерий преобладают представители рода *Achromobacter* и *Chromobacterium*. Многие виды психрофильны и размножаются при —7°С, иногда число бактериальных спор достигает в грунте 13%. По данным автора, в грунте встречаются возбудители всех основных превращений C, N и S, за исключением азотфиксирующих и нитрифицирующих бактерий. Эти данные расходятся с наблюдениями советских учёных, которые находили в грунтах морей азотфиксирующих бактерий.

Как известно, донные отложения содержат до 20% углекислого кальция в форме лиместона, образование которого может быть связано с деятельностью различных бактерий: десульфуризирующих, денитрифицирующих, аммонифицирующих и др. Отложения железа, марганца на дне моря возникают в результате жизнедеятельности аутотрофных железобактерий, а также гетеротрофных микроорганизмов, утилизирующих органическую часть в органическом соединении железа и откладывающих затем железо в оболочке. Некоторые не-

специфические бактерии принимают участие в осаждении меди, ванадия, а также силиката алюминия. Далее, с большим знанием дела автор перечисляет все те биохимические процессы, которые происходят в грунте океана и которые могут повышать или понижать концентрацию водородных ионов. Осветив значение микроорганизмов в поглощении кислорода, падении окислительно-восстановительного потенциала и содержании газов в донных отложениях, он переходит к исключительно актуальной проблеме возникновения нефти.

Повидимому её образование из органического вещества растительного и животного происхождения было связано с деятельностью бактерий, обитающих в грунте океана. Любопытно, что свежие донные отложения содержат меньше углерода и водорода, но больше кислорода, азота и фосфора, чем старые осадки. Эти данные говорят о том, что накапливающееся органическое вещество по своему составу приближается к нефти. Здесь нельзя не отметить, что автору удалось получить из различных жирных кислот и углеводов с помощью сульфатредуцирующих бактерий углеводороды парафинового ряда (от C_{10} до C_{35}).

В восьмой главе дается характеристика морских бактерий. В солёных водоёмах доминируют представители следующих родов: *Pseudomonas*, *Vibrio*, *Flavobacterium*, *Achromobacter*, тогда как кокков, споросных палочек и актиномицетов сравнительно мало. Таким образом, качественный состав микрофлоры морской воды совершенно иной, чем почвы. Среди изолируемых бактерий много пигментных форм, видов, разлагающих белки, денитрифицирующих, разлагающих агар, свечащихся. Естественно, что все эти формы адаптировались к определённому солевому режиму: если разводить пробы морской воды дистиллированной водой, то количество микроорганизмов, вырастающих на чашках, уменьшается прямо пропорционально разведению. С эволюционной точки зрения существенно, что при хранении культур в лаборатории наиболее медленно теряют галофильность истинные морские формы (*Pseudomonas*, *Vibrio*) и гораздо скорее микрококки. Морские микроорганизмы плохо переносят высокие температуры. Десятиминутное нагревание при 40° убивает 80% клеток. Как и следовало ожидать, такая незначительная термостойчивость связана с резко выраженной психрофильей. Многие виды размножаются при 0° , и далеко не единичные формы, растущие при -7.5° . Нередко описывалось разложение мышц рыбы морскими бактериями при -5° .

Следующая глава, девятая, содержит данные о дрожжах и других грибах, найденных в морской воде. В ней приводятся, главным образом, списки обнаруживаемых микроорганизмов.

Последующие главы посвящены роли микробов в круговороте веществ в водоёме. Эти главы в большей степени, чем предыдущие, основаны на литературных данных, отдельно рассматривается участие микроорганизмов в разложении углеводов, главным образом целлюлозы, затем агара, лигнина, белков, хитина, жиров и углеводов. Если

условия для активности бактерий, окисляющих углеводороды, не благоприятные, то в донных отложениях накапливаются углеводороды. Обычно углеводороды с длинной цепью разлагаются скорее, чем обладающие небольшим молекулярным весом. Циклические и ароматические соединения менее доступны, чем алифатические. Углеводороды с открытой цепью, имеющие ненасыщенные связи, разлагаются скорее, чем соответствующие соединения с насыщенной связью. Около 99% органического вещества подвергается минерализации. Остающаяся фракция, устойчивая к разложению, известна под именем морского гумуса. В присутствии достаточного количества кислорода гумус, как это установил Ваксман, подвергается медленному разложению бактериями, и это сопровождается выделением углекислоты и аммиака.

Глава девятая содержит данные о круговороте азота в море. Образование аммиака связано не только с разложением белков, но и дезаминированием мочевины, которая вызывается уробактериями, обычно находящимися в морской воде. Значительно сложнее вопрос окисления аммиака, так как ряд исследователей не находил в морях нитрифицирующих бактерий. Не исключена возможность, что существуют специальные морские нитрифицирующие микроорганизмы, которые будут ещё найдены. В противоположность этому, восстановление нитратов вызывается большим числом легко выделяемых бактерий. Также не представляет трудности изолировать из воды моря аэробных и анаэробных азотфиксирующих бактерий.

Данные о круговороте серы содержатся в двенадцатой главе. Освещая восстановление сульфатов, автор подчёркивает необычайное разнообразие источников энергии, которыми могут пользоваться сульфатредуцирующие бактерии.

Разделы, посвящённые бесцветным и пурпурным серным бактериям, содержат ссылки на большое число работ. Краткая тринадцатая глава затрагивает проблему круговорота фосфора. В ней имеются данные об освобождении фосфора при разложении органического вещества, а также о влиянии бактерий на растворимость соединений фосфора.

Для эколога несомненный интерес представит содержание четырнадцатой главы, в которой рассматривается взаимоотношение между бактериями и морской фауной. Вначале указывается на исключительно большое количество CO_2 , образуемого бактериями. На 1 г живых клеток бактерии образуют 30 мл CO_2 , тогда как на 1 г ткани животного образуется только от 0.002 до 1 мл углекислоты. Для сапрофитных бактерий основным источником питания являются растения; на поверхности некоторых водных растений могут быть обнаружены различные формы бактерий, находящиеся в симбиотических отношениях с растением. Наряду с эпифитной микрофлорой, на растениях могут поселяться самые различные грибы и бактерии. Обогащая океан минеральными веществами, необходимыми для питания растений, бактерии тем самым способствуют образованию пищи, необходимой для животных. Значительное количество мик-

поорганизмов обитает в кишечнике морских животных, а также на поверхности их тела. Слизь, взятая с поверхности морских рыб, иногда содержит до 11 видов различных бактерий. Бактериальные клетки сами очень часто служат пищей. В этом огромное значение микроорганизмов, которые способны превращать органическое вещество моря, недоступное для других форм, в органическое вещество, легко усваиваемое многими живыми организмами. Не только зоопланктон, но также илосодержащие, моллюски и некоторые другие животные питаются клетками микробов. Среди морских бактерий имеется много видов, вызывающих заболевания рыб, омаров, икры и т. д.

Вопросу о содержании микроорганизмов в морском воздухе посвящена пятнадцатая глава. Автором установлено, что чем дальше от берега моря вглубь материка взята проба воздуха, тем больше вырастают формы, способные развиваться на пресной воде и, наоборот, уменьшается число микроорганизмов, вырастающих на среде морской водой. Следовательно, нахождение морских бактерий в воздухе говорит о близости моря. Воздушный транспорт морских бактерий осуществляется легко при наличии сильного ветра. В этом случае с гребней волн подхватываются частицы жидкости, содержащей микробов, и уносятся на большие расстояния. Крупные капли воды скоро оседают. Если же скорость ветра равна 10 милям в час, то мелкие частицы, например в 5 %, могут быть перенесены на расстояние 366 миль.

Вопрос о санитарном значении морской микробиологии рассматривается автором в шестнадцатой главе. Приводятся данные о выживании патогенных форм, в частности возбудителей кишечных заболеваний, в морской воде. Обычно они довольно быстро отмирают. В странах, где в значительном количестве употребляют в пищу устриц, возможны вспышки заболеваний, связанные с передачей через устриц патогенных микробов. Микроорганизмы, находящиеся на поверхности рыб, могут быть причиной довольно быстрой порчи выловленной рыбы. С этим нелегко бороться, так как многие формы бактерий настолько психрофильны, что рыбу необходимо хранить при очень низких температурах.

Семнадцатая глава посвящена экономическому значению процессов, вызываемых морскими микроорганизмами. Начальная стадия появления обрастаний на подводных частях корабля связана с развитием бактерий. Затем размножаются животные, питающиеся бактериями, а также водоросли и другие организмы. Способность корабельного червя *Teredo navalis* и других организмов разрушать древесину, повидимому, связана с присутствием в их организме большого числа бактерий симбионтов, разрушающих целлюлозу и лигнин. В странах, где развито рыболовство, огромные экономические потери терпят из-за разрушения сетей и других рыболовных принадлежностей морскими микробами.

В США стоимость рыболовных принадлежностей составляет 15 млн. долларов. В результате активной деятельности целлюлозных бактерий, продолжительность эксплуатации этих принадлежностей не превышает двух лет. В результате деятельности микроорганизмов в морской воде медленно, но всё же разрушаются также пробка и резина. Нередко появляющиеся на солёной рыбе окрашенные пятна связаны с развитием галофильных пигментных бактерий.

Последней, восемнадцатой, главой заканчивается монография. В этой главе приведены некоторые данные по микробиологии таких солёных водоёмов, как Чёрное море, Большое солёное озеро в США, Мёртвое море. Значительный интерес представляют биоценозы, развивающиеся в озёрах, где содержание солей достигает 335 г в литре. Разнообразные водоросли и бактерии обнаружены в Мёртвом море, и это опровергает название, присвоенное морю. Изолированные бактерии прекрасно развиваются на средах с 25% солей.

Монография Цо-Бэлла, несомненно, поможет дальнейшему развитию водной микробиологии и облегчит подготовку специалистов в этой области. Приятно отметить, что автор широко использовал работы советских учёных: Зелинского, Исаченко, Буткевича, Книповича, Рубенчика, Кузнецова и ряда других. Содержащиеся в книге сведения сопоставлены с новейшими достижениями в различных областях микробиологии. Поэтому, монографию можно назвать работой, бесспорно стоящей на уровне современных данных. Однако это не значит, что книга лишена недостатков. Основным из них следует считать перегруженность фактическим материалом при недостаточном освещении ряда теоретических вопросов принципиального характера. Биология морских микроорганизмов не может рассматриваться вне связи с проблемами эволюционной экологии, которые сейчас так привлекают внимание всех биологов. Вопросы приспособления к различным условиям среды, механизма этого приспособления, т. е. взаимоотношения между изменчивостью и отбором, химический состав, происхождение и филогения водных микроорганизмов в связи с теорией, рассматривающей океан как колыбель жизни — всё это и целый ряд других вопросов не затронуты в монографии.

Более детальный анализ явлений с эволюционной точки зрения сделал бы, несомненно, книгу ещё более ценной. Такие теоретические изыскания не будут носить исключительно спекулятивного характера, так как морская микробиология располагает достаточным количеством фактов, которые могут быть привлечены в данном случае.

Член-корр. АН СССР

А. А. Ишменецкий.

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ ПОПУЛЯРНЫЙ ЕСТЕСТВЕННО-ИСТОРИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ, ИЗДАВАЕМЫЙ АКАДЕМИЕЙ НАУК СССР

37-й год издания

„ПРИРОДА“

37-й год издания

Редактор заслуж. деятель науки РСФСР проф. В. П. Савич

ЖУРНАЛ ПОПУЛЯРИЗИРУЕТ достижения в области естествознания в СССР и за границей, наиболее общие вопросы техники и медицины и освещает их связь с социалистическим строительством. Информирова читателя о новых данных в области конкретного знания, журнал вместе с тем освещает общие проблемы естественных наук

В ЖУРНАЛЕ ПРЕДСТАВЛЕНЫ все основные отделы естественных наук, организованы также отделы: естественные науки и строительство СССР, природные ресурсы СССР, история и философия естествознания, новости науки, научные съезды и конференции, жизнь институтов и лабораторий, юбилей и даты, потери науки, критика и библиография

ЖУРНАЛ РАССЧИТАН на научных работников и аспирантов — естественников и общественников, на преподавателей естествознания высших и средних школ. Журнал стремится удовлетворить запросы всех, кто интересуется современным состоянием естественных наук, в частности широкие круги работников прикладного знания, сотрудников отраслевых институтов: физиков, химиков, растениеводов, животноводов, инженерно-технических и медицинских работников и т. д.

„ПРИРОДА“ даст читателю информацию о жизни советских и иностранных научно-исследовательских учреждений. На своих страницах „Природа“ реферирует естественно-научную литературу

Редакция: Ленинград 22, ул. проф. Попова, 2

ПОДПИСНАЯ ЦЕНА: на год за 12 №№ 72 руб.
на 1/2 года за 6 №№ 36 руб.

Рассылку №№ и приём подписки производят: Контора по распространению изданий Академии Наук СССР „Академкнига“ — Москва, Пушкинская, 23; книжный магазин „Академкниги“ — Москва, ул. Горького, 6; отделения Конторы „Академкниги“ — Ленинград, Литейный, 53-а; Киев, ул. Ленина, 42; Свердловск, улица Белинского, 71-в; Ташкент, улица Карла Маркса, 29; Алма-ата, ул. Фурманова, 129; Харьков, Горяиновский пер., 4/6, и отделения Союзпечати.

РЕДАКЦИЯ ПОДПИСКИ НЕ ПРИНИМАЕТ