

ПРИРОДА



№

3

ИЗД-ВО АКАДЕМИИ НАУК СССР • 1935

СОДЕРЖАНИЕ

<p>Проф. С. В. Орлов. Стрoение головы кометы 1</p> <p>Проф. Ю. С. Залькинд. Изотопы водорода и кислорода в органических соединениях 7</p> <p>А. Д. Пельш. Минерализация в донных отложениях как гидрохимический и гидрологический фактор 16</p> <p>Акад. ВУАН В. Н. Любименко. К теории процесса приспособления в растительном мире. (II. О приспособлениях к напряженности и спектральному составу света) 23</p> <p>С. Я. Залкинд. Проблема митогенетического излучения. (III. Биологическое действие митогенетических лучей. Теория митогенетического эффекта) 36</p> <p>Проф. В. В. Савич. Эндемический зуб 49</p>	<p>Юр. П. Знаменский. Морские водоросли и проблема их использования 67</p> <p>Г. У. Линдберг. К акклиматизации нерки на Амуре 74</p>
<h3>НОВОСТИ НАУКИ</h3>	
<p>Физика. Камера Вильсона для исследования космических лучей в стратосфере 75</p> <p>Химия. Новый метод уничтожения туманов. — Гуммирование деревянной аппаратуры 77</p> <p>Биология</p> <p>Палеоботаника. Бразения в межледниковых отложениях СССР. — К ископаемой флоре среднего плиоцена Болгарии 78</p> <p>Палеооология. Итоги изучения фауны Мезийской палеолитической стоянки. — Скатообразная рыба на нижнего девона 79</p> <p>Зоология. К вопросу о морфаллаксии 83</p> <p>Паразитология. О роли клещей рода <i>Ornithodoros</i> в патологии животных 87</p>	
<h3>НАУЧНЫЕ СЪЕЗДЫ И КОНФЕРЕНЦИИ</h3>	
<p>Проф. Б. Н. Меншуткин. Столетие смерти В. В. Петрова 55</p>	<p>Первая конференция по борьбе с шумом (13—15 февраля 1935 г. в Ленинграде) 88</p> <p>Некоторые вопросы коллоидной химии на Всесоюзной конференции (24—28 ноября 1934 г. в Воронеже) 90</p> <p>Всекаспийская рыбохозяйственная конференция (7—23 января 1935 г. в Москве) 93</p> <p>Всероссийская конференция по борьбе с малярией (25—28 ноября 1934 г. в Москве) 94</p>
<h3>ПОТЕРИ НАУКИ</h3>	
<p>И. Д. Брудин. Горючие газы и минеральные воды Южной Украины 64</p>	<p>Речь Боденштейна в память Фрица Габера (Fritz Haber) (1868—1934) 97</p> <p>Профессор Carlos Chagas 102</p>
<h3>КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ</h3>	



ПРИРОДА

ПОПУЛЯРНЫЙ
ЕСТЕСТВЕННО-ИСТОРИЧЕСКИЙ
ЖУРНАЛ

ИЗДАВАЕМЫЙ АКАДЕМИЕЙ НАУК СССР

ГОД ИЗДАНИЯ
ДВАДЦАТЬ ЧЕТВЕРТЫЙ

№ 3

1935

СТРОЕНИЕ ГОЛОВЫ КОМЕТЫ

Проф. С. В. ОРЛОВ

Кометы — одни из самых поразительных светил нашей солнечной системы. Их размеры, по справедливости, можно назвать исполинскими: даже само Солнце уступает перед ними, а наша Земля — крохотный шарик по сравнению с кометами. Голова кометы 1811 г. имела диаметр того же порядка, как и Солнце, а длина ее хвоста была в десятки раз больше.

Но диаметр головы кометы непостоянен, его величина резко меняется: чем ближе комета к Солнцу, тем меньше диаметр; физические причины этого явления только сейчас нашли себе объяснение.

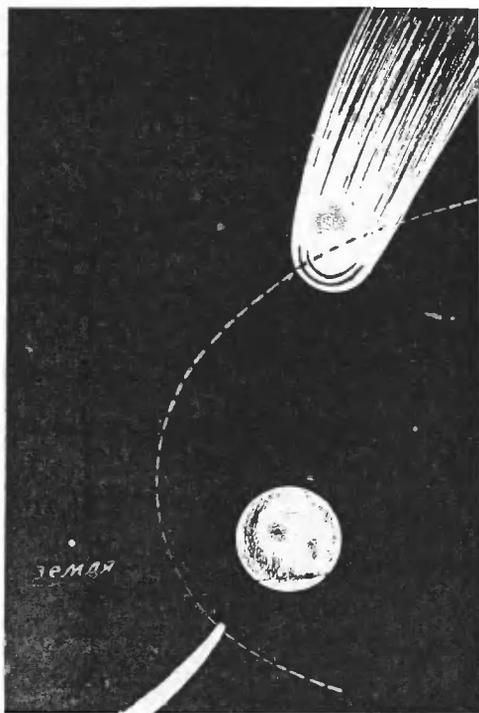
На фиг. 1 изображены относительные размеры Солнца, Земли и кометы 1811 I в двух ее положениях: когда она была на расстоянии от Солнца, равном одной астрономической единице (среднее расстояние Земли от Солнца = 149 500 000 км), и на расстоянии 0.01 астрономической единицы. Комета 1811 г. не приближалась на самом деле к Солнцу так близко: размер ее диаметра на расстоянии 0.01 был вычислен (закон изменения диаметра головы кометы известен).

Несмотря на исполинские размеры, массы комет ничтожны. Французский астроном Бабине остроумно прозвал их „видимыми ничто“. Действительно, все попытки определить их массы по тем возмущениям, которые они могли бы оказать на движение планет, проносясь недалеко от них, кончались безуспешно: было установлено только, что масса кометы, во всяком случае, меньше одной десятитысячной массы Земли.

Однако нет сомнений, что ядра комет, окруженные светящейся газовой оболочкой, состоят из твердых глыб, подобных метеоритным камням, отражающих льющиеся на них лучи Солнца. Материя головы и хвоста кометы сильно разрежена, и вся ее масса сосредоточена почти исключительно в ядре.

Вдали от Солнца комета имеет вид слабо светящегося туманного пятнышка с размытыми очертаниями, в середине которого можно различить более яркий световой сгусток — это ядро кометы.

По мере приближения к Солнцу, яркость кометы возрастает; глыбы ее ядра постепенно прогреваются под лучами Солнца, благодаря чему начинается вы-



Фиг. 1. Уменьшение головы кометы при сближении ее с Солнцем. Наверху комета 1811 I на расстоянии 150 млн. км от Солнца; внизу та же комета на расстоянии 1.5 млн. км от Солнца. Рядом нарисовано Солнце и Земля (белая точка). Относительные размеры соблюдены. Диаметр Солнца 1 390 000 км. Диаметр головы кометы наверху 1 030 000 км. Диаметр головы кометы внизу 103 000 км. Диаметр Земли 12 800 км.

деление окклюдированных в них газовых молекул циана $(CN)_2$ и углерода (C_2) .

Интенсивность выделения молекул непрерывно растет, появляются излияния, имеющие вид огненных фонтанов, бьющих из ядра по направлению к Солнцу. Молекулы газов, вылетевшие из глыб ядра, сейчас же подхватываются отталкивательными силами Солнца (лучевое давление). Отдельные струйки излияний, подобно струйкам фонтана, загибаются назад, охватывают со всех сторон ядро, бегут дальше от Солнца, формируя собою исполинский хвост кометы, серебристой полосой стелящийся по звездному небу. Наибольшего развития хвост кометы достигает в эпоху прохождения через перигелий, т. е. ту точку ее орбиты, где она ближе всего к Солнцу.

Остановимся на строении головы кометы. Предположим, что молекулы вылетают из ядра по всем направлениям с одними и теми же начальными скоростями. Можно принять, что отталкивательные силы Солнца в пространстве, занимаемом формирующейся головой кометы, одинаковы по величине и направлению; в этом случае мы имеем полную аналогию между головой кометы и бьющими вверх струйками обычного фонтана. Из элементарной механики известно, что отдельная капля фонтана, как всякое брошенное под углом к горизонту тяжелое тело, движется по параболе; каждая струйка фонтана имеет форму параболы и огибающая все струйки (а у кометы ее оболочка, охватывающая ее голову со стороны Солнца) должна быть тоже параболой. Ф. А. Бредихин еще в прошлом столетии разработал теорию головы кометы; им было получено два следствия: первое — очертания головы кометы должны быть параболой, а сама голова параболоидом вращения; второе — размеры головы кометы должны изменяться прямо пропорционально квадрату ее расстояния от Солнца, если величина отталкивательной силы Солнца, действующая на молекулы, и начальные скорости, с которыми молекулы вылетают из ядер, остаются все время постоянными.

Но ни первое, ни второе следствие не были подтверждены наблюдениями. Очертания оболочек головы кометы оказались резко отличающимися от парабол; они сильно сжаты с боков и ближе к эллипсам. Согласно теории Бредихина для величины головы кометы имеем следующую формулу:

$$\xi_0 = \frac{g^2 r^2}{2k^2(1 + \mu)}, \quad (1)$$

где ξ_0 — расстояние от ядра кометы до вершины оболочки, g — начальная скорость молекул при вылете их из ядра, r — расстояние кометы от Солнца, k^2 — постоянная Гаусса (ускорение силы тяготения Солнца на расстоянии астрономической единицы), $1 + \mu$ — величина отталкивательной силы Солнца в единицах солнечного тяготения.

Считая $1 + \mu$ и g постоянными, можно было предполагать, что отношение $\frac{\xi_0}{r^2}$ тоже будет постоянным; но наблюдения показали, что это отношение резко меняется.

Однако неподтверждение наблюдениями этих двух следствий теории нельзя рассматривать как признак неправильности ее основных положений. Еще Ф. А. Бредихин после первых попыток проверить теорию наблюдениями указал на то, что начальные скорости могут быть не одни и те же по всем направлениям; всегда можно подобрать закон их изменения как функцию угла между направлением скорости и радиусом-вектором кометы r , чтобы получить имеющуюся у той или другой оболочки кометы аномальную сжатость.

С другой стороны, те же начальные скорости вообще могут зависеть от r (расстояния кометы от Солнца); этим можно объяснить непостоянство отношения $\frac{\xi_0}{r^2}$ (второе следствие теории). Но такой эмпирический путь не может разъяснить самой сущности явления.

Разгадка была найдена, как только при выводе новых формул были приняты во внимание те физические явления, которые должны иметь место при формировании головы кометы.

Сначала было необходимо из наблюдений найти величины скоростей, с которыми молекулы вырываются из ядра кометы; они оказались порядка 4 км/сек. Метод получения величин начальных скоростей был достаточно надежен (изучалось движение отдельных облачных образований в самой голове кометы вблизи ядра).

Всего естественнее было принять, что начальные скорости — это обычные тепловые скорости, с которыми, по кинетической теории газов, движутся молекулы; эти скорости зависят только от абсолютной температуры газа. Абсолютная температура глыб ядра кометы может быть вычислена следующим образом. Нагреваются глыбы лучами Солнца; энергия солнечного луча известна: на расстоянии астрономической единицы каждый кв. сантиметр поверх-

ности, поставленный перпендикулярно к лучам Солнца, получает 1.93 г/кал./мин. или 0.0322 г/кал./сек. Представим себе черный шарик радиуса R на расстоянии астрономической единицы от Солнца; в одну секунду шарик получит $0.0322 \cdot \pi R^2$ г/кал.; вся поглощенная им энергия пойдет на нагревание. Но нагретое тело лучеиспускает, и при температурном равновесии каждый кв. сантиметр нашего шарика будет излучать обратно количество энергии, равное $\frac{0.0322 \pi R^2}{4 \pi R^2}$ г/кал. (полная поверхность шарика $4 \pi R^2$).

Зная это, по закону Стефана-Больцмана мы можем теперь найти температуру шарика:

$$E = \sigma \cdot T^4, \quad (2)$$

где E — количество энергии в г/кал./сек., излучаемое кв. сантиметром тела, σ — постоянная величина, равная $1.28 \cdot 10^{-12}$, T — абсолютная температура тела. В нашем случае

$$E = \frac{0.0322}{4} \quad \text{и} \quad T = \sqrt[4]{\frac{0.0322}{4 \cdot 1.28 \cdot 10^{-12}}},$$

отсюда $T = 282^\circ$ или $T = +9^\circ \text{C}$.

Подобным путем можно составить таблицу температур черного шарика на различных расстояниях его от Солнца. Конечно, ядерные глыбы нельзя рассматривать как идеально черные тела, поглощающие все падающие на них излучения, и их действительная температура поэтому будет меньше табличной, но разница не может быть значительной, и мы для наших приближенных подсчетов вправе пользоваться приводимой здесь табл. 1.

Таблица 1

В астр. един.	T	t° C
0.2	631°	+358
0.4	446	+173
0.6	364	+ 91
0.8	315	+ 42
1.0	232	+ 9
1.5	230	— 43
2.0	199	— 74
2.5	178	— 95
3.0	163	—110

Кинетическая теория газов дает возможность вычислить величину средней скорости газовых молекул (наибольшее число молекул имеет скорости, близкие к средней) по следующей формуле, если известна абсолютная температура T газа, которая сама зависит от r (радиус-вектор кометы):

$$v = \frac{A}{\sqrt[4]{r}} \text{ км/сек.} \quad (3)$$

A — параметр, характеризующий взятый нами газ: напр., для циана $A = 0.369$, для углерода $A = 0.543$.

Следовательно, на расстоянии, равном единице от Солнца, можно ожидать, что начальные скорости молекул, вылетающих из ядра кометы, будут порядка 0.4—0.5 км/сек. Но наблюдения, как мы видели, дали величину в десять раз большую. Что же это за механизм, скрытый в ядре кометы и выбрасывающий молекулы по направлению к Солнцу со скоростями порядка 4 км/сек.? Всего естественнее принять, что само ядро отталкивает от себя вылетевшие газовые молекулы; это отталкивание увеличивает тепловые скорости с 0.4 км/сек. до 4 км/сек.

Примем, что на молекулы, вылетевшие из ядер, действуют лучевые давления и Солнца и ядра кометы, причем ядро отталкивает молекулу отраженными¹ от него лучами Солнца. Если ввести в теорию эти добавочные условия (молекулы вылетают из ядра с тепловыми скоростями, и ядро кометы отталкивает молекулы своим лучевым давлением), то можно получить новую формулу, дающую зависимость между ξ_0 и r :

$$\xi_0 = \sqrt{2r} \cdot \sqrt[4]{M}, \quad (4)$$

где $M = \frac{\mu'}{1 + \mu}$; μ' — отталкивательная сила ядра кометы, $1 + \mu$ — отталкивательная сила Солнца. Так как и та и другая сила обратно пропорциональны квадрату расстояния кометы от Солнца, то величину M следует считать посто-

янной. Тогда и отношение $\frac{\xi_0}{\sqrt{r}}$ должно быть постоянным; напомним, что по старой теории можно ожидать постоянства $\frac{\xi_0}{r^2}$.

Только тот, кому приходилось измерять диаметры комет, знает, с какой неуверенностью из-за размытости их очертаний производятся подобного рода оценки. В нашем случае желательно было подобрать ряд более или менее точных измерений головы кометы, во время которых расстояние кометы от Солнца менялось достаточно резко (размеры оболочек зависят только от r). Для проверки теории я воспользовался измерениями головы большой январской кометы 1910 г. В табл. 2 приведены моменты наблюдений, величины r (расстояния кометы от Солнца), ξ_0 — расстояние от вершины оболочки до ядра и отношения $\left(\frac{\xi_0}{r^2}\right)$ (старая теория) и $\frac{\xi_0}{\sqrt{r}}$ (новая теория).

Последнее отношение должно сохраняться постоянным, если верны те предположки, на основе которых выведена новая формула.

Таблица 2

Комета 1910 г.	r	ξ_0	$\left(\frac{\xi_0}{r^2}\right)$	$\frac{\xi_0}{\sqrt{r}}$	
Январь 22	0.259	0.00010	0.00150	0.00020	
	0.561	0.00024	0.00077	0.00034	
Февраль 1	0.591	0.00026	0.00076	0.00034	
	2	0.618	0.00020	0.00051	0.00025
	10	0.813	0.00023	0.00034	0.00025

Отношение $\left(\frac{\xi_0}{r^2}\right)$ (старая формула) систематически уменьшалось по мере удаления кометы от Солнца, а отношение $\frac{\xi_0}{\sqrt{r}}$ оставалось почти постоянным.

Ряд достаточно точных измерений размеров головы кометы Галлея (1910 II) был произведен Бобровниковым на Ликской обсерватории (США). Использованы были превосходные негативы большого масштаба. Измерения дали сложную картину: из одних негативов было несколько оболочек, охватывающих одна другую (две и три оболочки), на

¹ Здесь под отраженными лучами я подразумеваю весь комплекс лучей, посылаемых нам ядром кометы согласно закону $\frac{a}{r^2 q^2}$ где q — расстояние

4 кометы от Земли и a — поправка на угол фазы (угол Солнце-комета-Земля).

Таблица 3

	r	ξ_0	$\frac{\xi_0}{\sqrt{r}}$	№№ обол.			$\frac{\xi_0}{\sqrt{r}}$	M		
Апр. 15	0.598	0.000140	0.00018	II	Первая оболочка	Май 4	0.00011	$2.5 \cdot 10^{-17}$		
	0.594	266	34	III			6		0.00009	
	22	0.589	171	22		II			Апр. 15	0.00018
			302	39		III	22			0.00022
23	0.592	185	24	II	23	0.00024	$8.3 \cdot 10^{-16}$			
		434	56	IV		Май 5			0.00024	
Май 4	0.664	87	11	I	28				0.00023	$5.2 \cdot 10^{-15}$
		0.675	197	24		II			30	
6	0.686	75	9	I	Июнь 9	0.00024			$2.5 \cdot 10^{-14}$	
28	0.989	225	23	II		Апр. 16				
28	384	38	III	22	0.00039					
28	543	54	IV		28	0.00038				
29	1.004	289	29	II		29		0.00040		
29	397	40	III	30	0.00037					
29	577	58	IV		Апр. 23	0.00056				
30	1.020	196	29	II		Май 28		0.00054		
30	360	37	III	29	0.00058					
Июнь 9	1.174	0.000257	0.00024		II	Четвертая обол.				

других видна была только одна оболочка (см. фиг. 2). Чтобы разобраться в этих оболочках, сначала нужно привести их к единице расстояния от Солнца, так как мы уже знаем, что оболочки увеличиваются с удалением кометы от Солнца; для этого, согласно новой теории, каждую величину ξ_0 , полученную измерением, следует разделить на \sqrt{r} . В третьем столбце таблицы 3 приведены уже редуцированные величины $\left(\frac{\xi_0}{\sqrt{r}}\right)$;

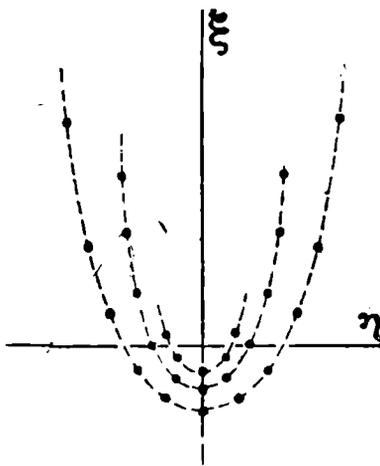
здесь с достаточной уверенностью можно выделить четыре индивидуальные оболочки: у первой, наиболее близкой к ядру, ξ_0 порядка 0.00010, у второй порядка 0.00024, у третьей порядка 0.00038 и у четвертой 0.00056.

Новая формула ($\xi_0 = \sqrt{2r} \cdot \sqrt[4]{M}$) дает возможность вычислить отношение

$$M = \frac{\mu}{1 + \mu},$$

отталкивательных сил ядра кометы и Солнца. Рядом приведены соответствующие каждой оболочке значения M . Согласно предположению, отталкивательные силы Солнца и ядра кометы объясняются их лучевым давлением; следовательно, можно ожидать, что отношение отталкивательных сил M ядра и Солнца будет близко к отношению яркостей ядра кометы (в отраженных лучах Солнца) и самого Солнца.

Яркость ядра кометы Галлея в отраженных лучах была вычислена по произведенным в 1910 г. фотометрическим оценкам; она оказалась равной 7^{mg} (в звездных величинах). Яркость Солнца тоже известна (-27^{mg}); их отношение $2.5 \cdot 10^{-14}$, что равно наибольшей величине $M = 2.5 \cdot 10^{-14}$. Это совпадение подтверждает правильность предположений, на основе которых была выведена новая формула.



Фиг. 2. Схематический рисунок головы кометы Галлея 1910 II 28 мая 1910 г. Видны три облегающих одна другую оболочки. Черными кружками нанесены измеренные точки.

Сжатость оболочек тоже находит себе объяснение.

Так как поток солнечных лучей, отраженных от ядра кометы, наиболее интенсивен в сторону Солнца, приблизительно вдвое слабее в направлениях под прямым углом к его лучам и равен нулю за ядром кометы, то поэтому величины начальных скоростей, почти исключительно зависящих от лучевого давления ядра, будут наибольшими у молекул, вылетающих из ядра прямо к Солнцу. Эти молекулы и формируют собою вершину оболочки. В направлениях перпендикулярных скорость молекул будет значительно меньше. Произведенный подсчет дал величины сжатия оболочки, близкие к наблюдаемым.

Часто наблюдавшаяся асимметрия оболочек, вершины которых направлены не к Солнцу, а под небольшим углом (несколько градусов) в сторону, объясняется вполне возможной неправильной формой кометного ядра, вследствие чего наибольшая интенсивность потока отраженных лучей будет слегка смещена и не направлена точно к Солнцу. Новая формула $\xi_0 = \sqrt{2r} \cdot \sqrt[4]{M}$ проверена только на оболочках головы кометы Halley'я (1910 II), измерения которых следует признать вполне надежными. Возможно, что ее применимость ограничивается только газовыми оболочками [C_2N_2 и C_2], которые всегда развиваются у комет с хвостами I типа.

З а к л ю ч е н и е

С приближением кометы к Солнцу твердые глыбы ядра, постепенно прогреваясь лучами Солнца, начинают выделять из себя молекулы циана (CN)₂ и углерода (C_2). Скорости, с которыми эти молекулы вылетают из ядер, зависят только от их абсолютных темпера-

тур (тепловые скорости). Вылетевшая молекула отталкивается лучевым давлением и Солнца и ядра кометы; при движении молекулы в сфере действия ядра, под влиянием его лучевого давления, скорость увеличивается в десятки раз. Формулы, выведенные на основе этих предположений, показывают, что размеры оболочек кометы пропорциональны $\sqrt{2r}$ (r — расстояние кометы от Солнца) и что оболочки должны быть сжаты. Оба эти следствия подтверждены наблюдениями (кометы 1910 I и 1910 II Галлея). Новые формулы дали возможность вычислить отношение M величин отталкивательных сил ядра кометы и Солнца. Эта величина M зависит от индивидуальных свойств ядра кометы (размеры ядра, его форма, масса и альbedo¹) и резко меняется от одной кометы к другой. В табл. 4 даны величины диаметров нескольких комет (на единице их расстояний от Солнца), величины $M = \frac{\mu'}{1+\mu'}$, h_0 яркости ядер в отраженных лучах Солнца, вычисленные по M , наблюдаемые яркости ядер, радиусы сферы действия ядер (на границе сферы действия отталкивательные силы Солнца и ядра кометы равны) и перигелийные расстояния q .

Изучение спектрограмм комет 1907 IV, 1908 III, 1910 II Галлея с хвостами так называемого I типа (по Бредихину) дали возможность установить резкое различие между излучениями, посылаемыми головой и хвостом. В головах этих комет обнаружены излучения циана (CN)₂ и углерода C_2 , а в хвостах, вместо них, излучения ионизированных молекул CO^+ (окиси углерода). Исследования

¹ Величина, характеризующая отталкивательную способность поверхности данного небесного тела. *Прим. ред.*

Таблица 4

		Диаметры в км	M	h_0 (в зв. вел.)	h_0 (наблюд.)	Радиус сферы действ. (в км)	q
1810	I	1 030 000	$3.6 \cdot 10^{-12}$	1.6	—	280	1.035
1862	III	300 000	$2.9 \cdot 10^{-14}$	6.8	—	26	0.962
1910	II	250 000	$2.6 \cdot 10^{-14}$	7.0	7.1	24	0.587
1910	I	90 000	$1.5 \cdot 10^{-15}$	10.0	—	6	0.129

движений облачных образований в хвостах и в голове кометы позволяют с большой точностью определять величины отталкивательных сил Солнца; здесь тоже обнаружена резкая разница между головой и хвостом кометы. В голове величины отталкивательных сил только немного превышают обычное тяготение Солнца, между тем как в хвостах они в десятки раз больше. Исследования, проведенные в Государственном Астрономическом институте им. П. К. Штерн-

берга в Москве, привели к заключению, что отталкивательные силы в хвостах I типа (состоящих из CO^+) всегда кратны числу порядка 22.3. Приходится принять, что при движении материи из головы кометы в ее хвост молекулы $(\text{CN})_2$ и C_2 почему-то замещаются ионизированными молекулами CO^+ ; вместе с этим резко меняются величины отталкивательных сил Солнца. Ход этого процесса еще не выяснен.

ИЗОТОПЫ ВОДОРОДА И КИСЛОРОДА В ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЯХ

Проф. Ю. С. ЗАЛКИНД

Тяжелый водород, H^2 , или дейтерий (D), как его многие называют, и тяжелый кислород, O^{18} , стали теперь до некоторой степени доступными; они еще дороги, еще трудно иметь „тяжелую“ воду, содержащую H^2 или O^{18} в чистом виде в сколько-нибудь значительных количествах, но все же во многих лабораториях уже ведутся работы с этими новыми интересными веществами. Пока, кроме простых тел, изучают преимущественно тяжелую воду. Но очень заманчивой проблемой является введение этих новых изотопов в органические соединения. Конечно, по химическим свойствам все изотопы данного элемента сходны между собою; но при столь легком элементе, как водород, где его изотоп H^2 вдвое тяжелее обыкновенного водорода H^1 , свойства соединений, особенно не слишком высокого молекулярного веса, могут оказаться существенно измененными. Тяжелая вода, как известно, заметно отличается по своим свойствам от обыкновенной. А ведь в тяжелом метане, CH_4^2 , или CD_4 , например, изменение молекулярного веса (20 вместо обычных 16) даже относительно больше, чем в тяжелой воде (D_2O с молекуляр-

ным весом 20 вместо 18). Было бы поэтому весьма интересно проследить, как отразится на органических производных введение тяжелого изотопа водорода, и не изменится ли реакционная способность при этом. Но, помимо получения новых подобных соединений, изотопы водорода и кислорода могут быть использованы и для другой цели: заменяя обыкновенный атом элемента изотопом, мы тем самым можем маркировать данный атом. Если, например, один из водородных атомов заменить атомом дейтерия, то является возможность проследить судьбу именно этого атома при различных химических превращениях и таким путем осветить ряд проблем органической химии. В этих-то направлениях и велись те, пока немногочисленные, работы, которые были опубликованы в 1933 и 1934 гг.

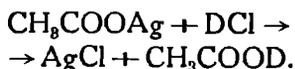
Синтез органических соединений, содержащих дейтерий, с принципиальной стороны не представляет никаких затруднений; трудно лишь располагать достаточным количеством тяжелого водорода или тяжелой воды, и в большинстве случаев приходилось довольствоваться довольно разбавленными раство-

рами тяжелой воды в обыкновенной. Так, А. Klemenz и О. Barkowski¹ обрабатывали карбид кальция водой, водород которой на 49.5% состоял из дейтерия. К обыкновенному ацетилену, соответственно этому, должен был быть приращен и тяжелый:



Действительно, свойства полученного ими ацетилена заметно отличались от обыкновенного: упругость пара сжиженного ацетилена оказалась меньше обычной (81.8 мм вместо 85.6 при -110° , 474 мм вместо 488 при -90° и 693.6 мм вместо 710.9 при -85°). G. Herzberg, F. Patat и I. Spinks² действовали на карбид кальция водой, содержащей 93% тяжелой. Казалось бы, при столь высокой концентрации дейтерия, они должны были бы получить почти чистый C_2D_2 . На деле, однако, изучение инфракрасного спектра показало, что в полученном газе лишь один водород был тяжелым, так что формула этого ацетилена была C_2HD : наблюдались 4 полосы в спектре, и все они отвечали именно C_2HD , а не C_2D_2 .

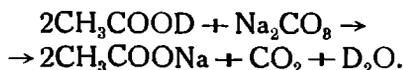
Кроме ацетилена получена была уксусная кислота, содержащая в карбоксиле тяжелый водород. Для этого G. Lewis и Ph. Schulz³ действовали чистым тяжелым хлористым водородом (DCl) на уксуснокислосое серебро:



Для получения нужного им хлористого водорода они использовали 0.25 куб. см тяжелой воды. Синтезированная ими уксусная кислота, CH_3COOD , плавилась при 13.3° (вместо 16°), а упругость ее пара превышала упругость пара обыкновенной уксусной кислоты при 50° на 7%, а при 90° на 3%. Этот факт очень интересен. Обыкновенно замена водорода дейтерием, утяжеляя молекулу, ведет к понижению упругости пара, т. е. к повышению температуры кипения, а здесь наблюдается как раз обратное

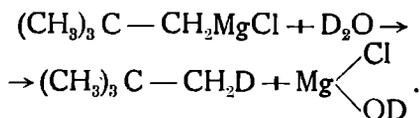
явление. Авторы пытаются объяснить это следующим образом: уменьшение упругости пара зависит от того, что тяжелые атомы дейтерия притягиваются друг к другу сильнее и соответственно сильнее удерживаются. При воде или аммиаке это усиление связи проявляется в жидкой фазе; оторвать друг от друга молекулы — для перехода их в газовую фазу — при тяжелом водороде здесь труднее, а потому и точка кипения выше. Но уксусная кислота, как известно, является ассоциированной и в парах (при неслишком высоких температурах); здесь поэтому атомы дейтерия вовсе не должны отрываться друг от друга и могут сохранять свою связь в молекулах $(\text{CH}_3\text{COOD})_2$, из которых состоят пары. Оттого тут и нет повышения точки кипения. Но почему при этом точка кипения даже понижается — это, как мне кажется, остается неясным.

Интересно было проследить, остается ли тяжелый водород в карбоксильной группе молекулы CH_3COOD или он хотя бы частью мигрирует в метильную группу. Чтобы это выяснить, авторы нейтрализовали свою уксусную кислоту безводной содой:



Образовавшаяся вода была отогнана и определен ее удельный вес. Получено было всего 0.06 куб. см воды, но, судя по удельному весу ее, она содержала весь тяжелый водород взятой уксусной кислоты. Следовательно, миграции водорода в метил не было.

Была также сделана попытка ввести тяжелый водород в молекулу предельного углеводорода. А именно, F. Whitmore и его сотрудники¹ действовали хлористым неопентилом, $(\text{CH}_3)_3\text{C}-\text{CH}_2\text{Cl}$, на магний и разлагали полученное магний-органическое соединение водоем удельного веса 1.0735:



¹ Naturwissenschaften, 22, 465 (1934).

² Nature (London), 133, 951 (1934).

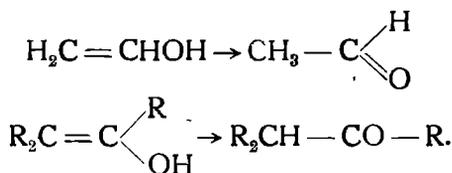
³ Journ. Amer. Chem. Soc., 56, 493 (1934).

¹ Journ. Amer. Chem. Soc., 56, 749 (1934).

Не говоря уже о том, что взята была ими не чистая тяжелая вода, здесь надо было считаться с довольно значительным весом молекулы ($C_3H_7 = 72$), при котором разница в весе на одну единицу уже не могла особенно сказаться. Тем не менее, полученный ими углеводород обнаружил некоторые особенности в спектре Раммана и несколько отличался по физическим свойствам: он замерзал при $-22 - 21^\circ$, а не при $-21 - 20^\circ$, и имел температуру кипения на 0.2° ниже, чем контрольная проба, полученная из того же магний-органического соединения при помощи обыкновенной воды.

Таким образом, в смысле получения органических соединений, содержащих тяжелый водород, сделано еще очень мало. Более интереса представляют работы, показывающие, что тяжелый водород, взятый в виде газа или в виде тяжелой воды, может в известных случаях обмениваться на водород органических соединений. Этим путем можно выяснить, какие именно атомы водорода в органических молекулах и при каких условиях обладают особой подвижностью, а это несомненно очень важно.

Если оставить в стороне водород карбоксила, который, как известно, способен ионизироваться, то наиболее подвижным надо, пожалуй, считать водород в гидроксильной группе, например в спиртах. Особенной активностью отличается гидроксил, стоящий у двойной связи. Правда, в соединениях с открытой цепью гидроксил у двойной связи непрочен, и вместо ожидаемых непредельных спиртов типа, например, $CH_2 = CHON$ или $R_2C = CROH$ мы получаем продукты их изомеризации — альдегиды или кетоны (правило Эрленмейера):



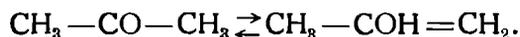
Эрленмейер считал подобные спирты неспособными к существованию. Ныне, однако, мы знаем много случаев, где

соединения с гидроксилом у углерода с двойной связью могут существовать. Так, ацетоуксусный эфир, а также β -дикетоны существуют не только в форме кетонов (I), но и в так называемой энольной форме (II)



Такая способность соединений реагировать по двум формулам называется, как известно, таутомерией, и препараты названных соединений при обыкновенных условиях являются смесью обеих таутомерных форм.

Более того, мы имеем основание полагать, что даже простые кетоны и альдегиды могут энантизировать, так что, например, ацетон на деле представляет равновесную смесь двух форм, кетонной и энольной, правда, с ничтожным содержанием последней:



Такое представление нашло серьезное подтверждение в отношении ацетона к тяжелой воде. Оказалось, что в присутствии щелочных агентов, — как известно, усиливающих энантизацию, — ацетон обменивает свой водород на дейтерий при соприкосновении с тяжелой водой. Так, I. Harford, C. Leigh, Anderson и I. Bates,¹ нагревая в течение 1—3 час. 30 куб. см тяжелой воды (где до 4.07% водорода было заменено дейтерием), 60 куб. см ацетона и 0.1 г поташа, нашли, что фракционирование этой смеси дает воду уже с меньшим содержанием дейтерия. Ацетон же после перегонки оказался несколько тяжелее обычного: он имеет ту же плотность лишь при температуре на 1.4° выше.

¹ Journ. Amer. Chem. Soc., 56, 491 (1934).

Если этот ацетон нагреть с обыкновенной водой, то последняя обогащается дейтерием: ацетон отдает при этом 54% своего дейтерия, заменяя его обычным водородом из воды. Таким образом, при соприкосновении ацетона с тяжелой водой устанавливается определенное равновесие, и дейтерий распределяется определенным образом между водой и ацетоном. При этом важно присутствие щелочного катализатора; авторы полагают, что в нейтральной среде дело вообще бы не пошло.

Гораздо обстоятельнее обследовал обмен атома водорода между водой и ацетоном R. Klar.¹ Метод работы его заключался в следующем. Безводный ацетон нагревался с тяжелой водой, содержание дейтерия в которой было точно известно. Затем ацетон удалялся путем отсасывания в вакууме, а оставшаяся вода перегонялась. Перегонная вода смешивалась с кислым сернисто-кислым натрием для удержания последних следов ацетона и помещалась в эксикатор, где в отдельной чашечке помещался хлористый кальций. По мере испарения воды в эксикаторе, пары ее поглощались хлористым кальцием. Когда вся вода успевала перейти в хлористый кальций, последний обезвоживался прокаливанием, а полученная при этом вода еще раз перегонялась с прибавкой марганцовокислого калия и затем шла в пикнометр для определения удельного веса и соответственно содержания в этой воде дейтерия.

Чтобы иметь суждение о результатах, Klar вычисляет, так называемое им, „конечное значение“ (Endwert); под ним автор подразумевает такое соотношение дейтерия к водороду, какое должно было бы установиться в условиях опыта, если бы родство к дейтерию было одинаковым у взятого вещества и у воды. Возьмем, например, ацетон (молек. вес 58, C₂H₄O). Уравнение его энолизации, приведенное на предыдущей странице, показывает, что любой из водородов каждой метильной группы ацетона может переходить в гидроксил и обратно; поэтому путем постепенной энолизации в нем все 6 водородов

могли бы замениться дейтерием. Если взято a г воды, в которой отношение дейтерия к водороду $D:H=1:200$, и b г ацетона, то вес водорода в воде равен $a \cdot \frac{2}{18}$, а в ацетоне — $b \cdot \frac{6}{58}$. Имеющийся во взятой для опыта воде дейтерий теперь распределяется уже не среди $a \cdot \frac{2}{18}$ г водорода, а среди $(a \cdot \frac{2}{18} + b \cdot \frac{6}{58})$ г. Поэтому соотношение между дейтерием и водородом („конечное значение“) теперь равно:

$$D:H=1:200 \frac{a \cdot \frac{2}{18} + b \cdot \frac{6}{58}}{a \cdot \frac{2}{18}}$$

Сравнивая вычисленное таким путем „конечное число“ с результатом опыта, можно составить себе ясное представление о ходе обмена атомами.

Опыты показали, что обмен идет и в нейтральных растворах, только очень медленно: через 36 часов нагревания ацетона с водой найдено было $D:H=1:260$ (вычисленное конечное значение 1:485). Совершенно иначе идет дело в присутствии хотя бы слабой щелочи: уже при $\frac{1}{50}$ норм. растворе едкого кали через 5 минут $D:H$ оказалось равным 1:245, а через 6 часов — 1:415. При увеличении концентрации щелочи обмен идет значительно скорее. Так, при 0.3 норм. едком кали уже через час найдено было соотношение $D:H=1:480$. Слабее действует присутствие серной кислоты. Если взять нормальный раствор ее, то через 4 часа получается $D:H=1:250$, и даже при 2-нормальном через 6 часов соотношение $D:H=1:360$, а через 24 часа достигает всего 1:400. При утроенном количестве той же тяжелой воды и 0.1 норм. едком кали через 72 часа соотношение оказалось равным 1:275 (вычислено было конечное значение $D:H=1:290$). Все эти опыты показывают, что коэффициент распределения дейтерия для воды и ацетона почти одинаков — в конце концов получаются отношения, близкие к вычисленному конечному значению. Все же это конечное значение так и не достигается окончательно — по видимому, тяжелый водород все же водку удерживается немного сильнее.

Что обмен здесь связан с энолизацией ацетона (см. стр. 9), доказывается не

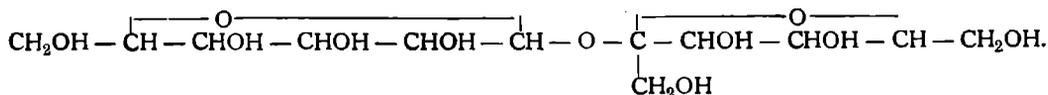
только тем, что присутствие щелочи, усиливающее энолизацию, столь сильно ускоряет и обмен атомами водорода, но и опытами с ацетилацетоном. Как уже было упомянуто (стр. 9), этот β -дикетон представляет собою и в нейтральной среде таутомерную смесь, содержащую значительное количество энольной формы. И вот оказывается, что соответственно сильной способности переходить в энол это вещество уже при обыкновенной температуре, и притом в нейтральной среде, быстро обменивает свой водород на дейтерий: через 1 час отношение D:H было 1:230, а через 24 ч. 1:325, при вычисленном конечном значении 1:345. И здесь наблюдаемое отношение все же остается несколько ниже вычисленного: равновесие сдвинуто несколько в сторону воды.

Дальнейшие опыты, проведенные с более богатой дейтерием водой, показали, что для ацетона коэффициент распределения дейтерия при соприкосновении с водой составляет 0,87, а для ацетилацетона — 0,88.

Альдегиды также способны обменивать свой водород при смешении с тяжелой водой. Здесь, однако, дело идет заметно труднее, чем при кетонах. Надо заметить, что и явления энолизации здесь обыкновенно гораздо слабее. Опыты с уксусным альдегидом, CH_3CHO , показали, что если оставить этот альдегид с тяжелой водой, водород которой на 11,7% состоит из дейтерия, то через 20 дней вода оказывается содержащей всего 9,6% дейтерия в своем водороде (конечное значение вычислено в 7,9%, если считать, что в энолизации участвует лишь один атом водорода в альдегиде, и в 4%, если считать, что энолизируются, а, следовательно, постепенно обмениваются все 4 водорода альдегида).

брались 30%-ный раствор формальдегида и вода с содержанием 11,7% дейтерия, считая на ее водород. Формальдегид отгонялся, остаток нагревался с кислым сернистокислым натром для связывания альдегида, а затем вода отгонялась в вакууме и улавливалась путем вымораживания в сильно охлажденном приемнике. Когда формальдегид оставался с водой на 48 часов, то в воде оставалось 9,9% дейтерия, а при стоянии в течение 16 суток — 9,1%. Последняя цифра, вероятно, несколько неточна, так как вычисленное конечное значение составляло 9,3%. Отогнанный при этом последнем опыте формальдегид при элементарном анализе обнаружил содержание 9% тяжелого водорода.

Следовало бы ожидать, что подобный обмен водородных атомов будет происходить не только при энолах или энолизирующихся соединениях, вроде кетонов или альдегидов, но и при других гидроксильных производных — прежде всего при спиртах. Пока, однако, опытов с простейшими спиртами произведено не было. Зато доказано было, что гидроксильные водороды в сахарах могут обменивать свой водород на дейтерий. Так, K. Bohnhöffer и G. Brown¹ растворяли 100 г чистого тростникового сахара в 50 куб. см воды — в контрольных опытах в чистой воде, в других — в тяжелой воде различной концентрации (D:H от 1:800 до 1:400). Вода затем отгонялась и определялся ее удельный вес, по которому и находили содержание в ней дейтерия. Контрольные опыты показали данные, точно отвечавшие обыкновенной воде, что указывало удовлетворительность метода работы. Оказалось, что 41—38% водорода тростникового сахара обменивается на дейтерий. В формуле тростникового сахара, $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$, мы имеем 8 гидроксилы:

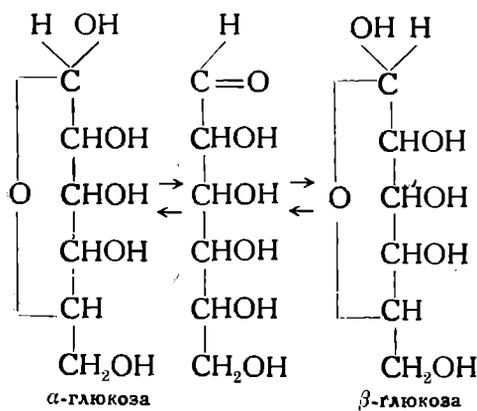


Изучался и другой альдегид — муравьиный, хотя его способность легко полимеризоваться и доставила экспериментатору много неудобств. Для опыта

Восемь водородов, входящих в гидроксильные группы, составляют 36% всего

¹ Z. Physik. Chem., B. 23, 171 (1933).

содержащегося в сахаре водорода. Принимая во внимание, что Bohnhöffer работал с очень разбавленной тяжелой водой, что, конечно, должно было отразиться на точности результатов, можно принять, что полученные им близкие к 36% цифры показывают, что именно все восемь гидроксильных атомов водорода и вступают в обмен. Могут ли участвовать в этом процессе и другие не гидроксильные водороды сахара, остается пока невыясненным. Вероятнее всего, что именно таким обменом водорода на дейтерий объясняется и влияние тяжелой воды на скорость мутаротации глюкозы. Этот процесс, как известно, связан с подвижностью водорода.



Е. Рассу¹ растворял 1.0024 г α -*d*-глюкозы в 5 куб. см воды; оказалось, что, если брать воду обыкновенную, то коэффициент скорости мутаротации при 20° $K_1 + K_2 = 0.00546$; если взять воду уд. веса 1.06, то $K_1 + K_2 = 0.00240$. Взяв 100%-ную тяжелую воду, тот же автор получил 0.00221 при 20°;² обыкновенная вода дает ту же скорость уже при 10°, так что замедление мутаротации при тяжелой воде надо признать очень значительным. Угол вращения плоскости поляризации, как оказалось, остается тот же и от присутствия тяжелой воды не меняется. Столь же сильное замедление мутаротации под влиянием тяжелой воды обнаружили и германские химики, Е. А. Моелwyn-Hughes,

Р. Klar, К Bohnhöffer.¹ Они растворили 10 мг тщательно очищенной α -глюкозы в 100 куб. мм воды и измеряли вращение плоскости поляризации при помощи микрополяриметра. Опыты проводились при 10°, 20°, 30° и 40°. Оказалось, что константа скорости мутаротации глюкозы падает при тяжелой воде до 0.316, если константу при обыкновенной воде принять за единицу. Отношение констант при различных температурах сохраняет одинаковую величину. Это могло бы указать на одинаковость энергии активации при обыкновенной и при тяжелой воде, т. е. энергии, необходимой для того, чтобы привести молекулу в возбужденное состояние, когда она способна реагировать. Эта энергия активации по данным авторов оказывается равной 17.53 кг-кал. на грамм-молекулу глюкозы. Здесь, однако, необходимо ввести поправку на вязкость растворов, которая при тяжелой воде выше. В результате эти авторы нашли для энергии активации в тяжелой воде 22.06 кг-кал., а в обыкновенной — 21.55. Е. Моелwyn-Hughes² исследовал мутаротацию глюкозы и инверсию тростникового сахара; он находит, что в присутствии иона D_3O^+ мутаротация идет медленнее, чем при ионе H_3O^+ , а инверсия — быстрее. Отношение констант скорости этих процессов K_{D_3O}/K_{H_3O} для мутаротации меньше единицы и с повышением температуры растет, а для инверсии — больше единицы и с повышением температуры падает. Автор полагает, что D_3O^+ образует с сахаром более прочные комплексы, чем ион H_3O^+ . Поэтому комплексы эти с D_3O^+ , находясь в большей концентрации, сильнее и влияют на инверсию. Но это объяснение страдает тем, что автор не принимает во внимание вступления тяжелого водорода в молекулу сахара; весьма вероятно, однако, что это имеет большое значение.

Брожение глюкозы в тяжелой воде идет медленнее, чем при растворении в обыкновенной воде. Е. Рассу³ брал 0.5 см³ 100%-ной тяжелой воды, 40 мг

¹ Journ. Amer. Chem. Soc., 55, 5056 (1933).

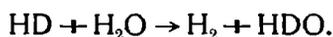
² Journ. Amer. Chem. Soc., 56, 745 (1934).

¹ Z. Physik. Chem. A, 169, 113 (1934).

² Z. Physik. Chem., B, 26, 273 (1934).

³ Journ. Amer. Chem. Soc., 56, 245 (1934).

глюкозы и 18 мг дрожжей. Ход брожения контролировался выделением углекислого ангидрида, измерявшегося высотой глицеринового столбика в манометре, соединенном с сосудом, где происходило брожение; параллельно велось в таком же приборе и с теми же количествами контрольные опыты брожения в обыкновенной воде. Оказалось, что брожение в тяжелой воде шло в 9 раз медленнее, чем в обыкновенной; если через 2 дня после начала брожения заменить тяжелую воду обыкновенной, то скорость брожения уже не увеличивается. Автор полагает, что тяжелая вода действует на комплекс цимазы. Даже при 60%-ной тяжелой воде брожение идет уже в 1.6 раза медленнее. Возможно, конечно, что это замедление брожения зависит от понижения общей жизнедеятельности дрожжей под влиянием тяжелой воды. Но вопрос о ее физиологическом действии вообще еще далеко неясен. По наблюдениям того же автора¹ *Spyrogyra* и *Oscillatoria*, например, растут в тяжелой воде еще лучше, чем в обыкновенной. В. Cavanagh, I. Horiuti и M. Polanzi² нашли, что *Bact. Coli* и *Bact. acidi lactici* действуют, подобно платиновому катализатору, ускоряюще на реакцию обмена между атомами газа водорода и воды:



Все приведенные факты показывают, что гидроксильный, в особенности подвижный, способный энолизироваться, водород может не только перемещаться внутри молекулы, как мы это видим при явлениях таутомерии, но и выходить за пределы молекулы, обмениваясь, например, на тяжелый водород. Тут, конечно, прежде всего приходит на мысль, что подобные атомы водорода могут ионизироваться. Хорошо известно, что органические соединения обыкновенно не проводят тока; но это может зависеть и просто от того, что степень ионизации очень мала. Современные электронные теории органической химии объясняют многие реакции именно такой способ-

ностью органических соединений распадаться на ионы, хотя количество этих ионов в обыкновенных условиях крайне незначительно. И нельзя не видеть, что приведенные выше опыты по обмену гидроксильного водорода спиртов на водород воды весьма сильно говорят именно в пользу такой гипотезы ионизации. Действительно, при таком допущении все указанные выше явления становятся легко понятными, и механизм их представляется весьма простым.

Но электронные теории отнюдь не ограничиваются признанием ионизации гидроксилсодержащих соединений: они распространяют эту гипотезу на все вообще органические производные, включая и углеводороды. Поэтому было бы крайне интересно выяснить, могут ли и другие тела, в частности углеводороды, также обменивать свой водород на тяжелый при простом соприкосновении с тяжелой водой или с тяжелым водородом. Во всяком случае, следовало ожидать, что здесь такой обмен если и пойдет, то гораздо труднее и медленнее, чем при телах, содержащих гидроксильную группу.

R. Klar¹ склонен был думать, что углеводороды вовсе неспособны к обмену атомами. Он нагревал бензол с тяжелой водой в запаянных трубках при 100° в продолжение 14 дней, с катализаторами и без них. Концентрация дейтерия во взятой для опытов тяжелой воде не изменилась при этом вовсе, откуда следовало, что никакого обмена атомами здесь не происходило. Norris Hall, E. Bowden и T. Jones² смешивали воду с содержанием 2% тяжелой воды с различными веществами, а затем отгоняли воду при атмосферном давлении и определяли содержание в ней дейтерия по удельному весу. Оказалось, что гликоль, $\text{HOCH}_2-\text{CH}_2\text{OH}$, как и следовало ожидать, очень быстро менял два своих водорода, — очевидно, гидроксильных, — на дейтерий. Когда были взяты натриевые соли уксусной, а также бензойной кислоты, то обмена заметно не было. Однако при долгом действии

¹ Journ. Amer. Chem. Soc., 55, 5056 (1933).

² Nature (London), 133, 797 (1934).

¹ Z. Phys. Chem., B, 26, 335.

² Journ. Amer. Chem. Soc., 56, 750.

тяжелой воды на уксуснокалиевую соль некоторый обмен водорода на его изотоп был замечен. Это показало, что и водород метильной группы взятой соли, CH_3COOK , может, хотя и трудно, участвовать в этом процессе.

Наиболее интересные результаты получились при пользовании катализаторами — платиной или никелем. Polanzi и Horiuti¹ еще раньше показали, что в присутствии платины тяжелый водород D_2 , и вода, H_2O , могут обмениваться атомами, так что при этом образуется HDO . Дальнейшие опыты М. Polanzi, I. Horiuti и Ogden² обнаружили подобный обмен атомами водорода и между газообразным дейтерием и бензолом в присутствии металлических катализаторов и притом при обыкновенной температуре. Надо отметить, что гидрирование бензола, т. е. присоединение к нему водорода с образованием циклогексана, требует повышения температуры, а в условиях опытов авторов не идет. Впрочем надо принять во внимание, что Вильштеттеру в свое время удалось присоединить водород к бензолу при обыкновенной температуре. Для этого ему пришлось подвергнуть бензол, уже свободный от тиофена, еще специальной очистке и взять особо деятельную платиновую чернь в довольно значительном количестве. Но раз у Вильштеттера реакция все же шла, то можно и здесь допустить, хотя бы и медленно идущие, процессы поочередного гидрирования и дегидрирования. Разумеется, считать такой механизм обмена доказанным совершенно пока невозможно. Подобный же обмен водорода на дейтерий обнаружили А. Farkas и L. Farkas³ и при смешении этилена с газообразным дейтерием в присутствии металлического никеля. Здесь толкование этой реакции как смены процессов гидрирования и дегидрирования еще затруднительнее, так как никель начинает заметно ускорять реакцию лишь при довольно высокой температуре (около 150—180°). Но дейтерий может проникать в молекулу углеводов не только из газообраз-

ного тяжелого водорода, но и из тяжелой воды. Это удалось доказать М. Polanzi и I. Horiuti.¹ Они действовали тяжелой водой на этилен при 80° в присутствии восстановленного никеля. Через 24 часа содержание дейтерия в этилене стало постоянным и составляло 1.3%. Отношение тяжелого водорода ко всему водороду в воде и в этилене ($\text{D}/\text{H}_2\text{O} : \text{D}/\text{C}_2\text{H}_4$) равнялось 1:0.58. Отсюда можно вычислить, что коэффициент распределения дейтерия между водою и этиленом равен 4.7. Такие же опыты были проведены и с бензолом; здесь после нагревания до 200° в течение 2 часов отношение дейтерия к водороду в воде и в бензоле оказалось равным 1.5. Если судить по этим данным, то водород в углеводородах обменивается значительно труднее и медленнее, чем в гидроксильных производных. Но важно то, что обмен все же происходит; и здесь, пожалуй, наиболее вероятным представляется ионизация углеводов, хотя, разумеется, гораздо более слабая, чем в гидроксильных производных. Ускорение этой ионизации в присутствии катализаторов можно сравнительно легко себе объяснить тем, что катализаторы вообще создают условия большей активности молекул. Во всяком случае, все эти явления, выше нами описанные, наиболее просто и легко объясняются электронной теорией органических соединений. Было бы несомненно важно и интересно распространить исследования обмена водорода на дейтерий на возможно более разнообразные классы органических соединений.

Если, таким образом, введению в органические производные посвящено уже около двух десятков исследований, то в отношении изотопа кислорода сделано пока еще очень мало. Есть только одна работа, в которой изотоп кислорода O^{18} использован для решения проблемы органической химии — правда, работа очень интересная. Дело идет о механизме весьма простой реакции, а именно омыления сложного эфира в присутствии щелочи. Как известно, омыление это состоит в том, что молекула воды при-

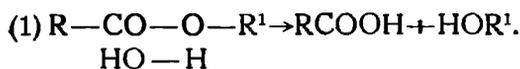
¹ Nature (London), 132, 819 (1934).

² Trans. Faraday Soc., 30, 663 (1934).

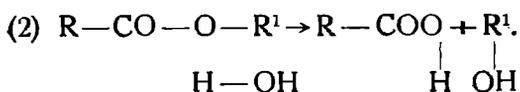
³ Chem. and Ind. 53, 489.

¹ Nature (London), 134, 377 (1934).

соединяется по месту эфирной связи, причем получаются кислота и спирт. Но куда девается кислород, связывавший остаток кислоты ($R-CO-$) с радикалом спирта, R^1 , в сложном эфире $R-CO-O-R^1$. Можно представить себе два возможных механизма реакции:



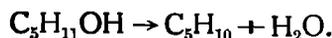
2) Другой путь заключался бы в том, что остаток кислоты, $RCO-$, сохранил бы связь с эфирным кислородом и соединился бы с водородом воды, тогда как остаток R^1 присоединил бы гидроксил воды:



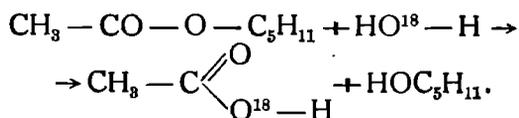
В первом случае кислород воды входит в состав получающейся в результате омыления кислоты, во втором же — кислород воды входит в состав образующегося спирта.

Выяснить, каким путем на деле идет реакция, решили М. Polanzi и А. Szabo,¹ использовавшие для этого тяжелый кислород O^{18} . Эти авторы омыляли амилоуксусный эфир, $CH_3COOC_5H_{11}$, водой с тяжелым кислородом. Разумеется, воды этой было у них очень мало, так что работа требовала особой тщательности. Вода их содержала всего 0,35 атомных процента кислорода O^{18} ,

и удельный вес ее был 1.00033. Для омыления взято было 100 мг этой воды, 2 миллимоля натрия и 1.8 миллимоля амилоуксусного эфира. Полученный при реакции амиловый спирт дегидратировался:



Образовавшаяся при этом вода была тщательно исследована; отношение в ней изотопов $O^{16}:O^{18}$ оказалось точно таким же, как в нормальной, обыкновенной воде. Отсюда следует, что кислород O^{18} из воды в спирт не перешел, а, значит, остался при кислоте. Реакция, очевидно, протекала по схеме I, приведенной выше:



Разрыв связи в сложном эфире происходит, как видно, так, что кислород эфира остается связанным со спиртом, гидроксил же воды присоединяется к остатку кислоты (к ацилу).

Работа эта представляет великолепный пример того, как можно пользоваться маркировкой атомов для решения вопросов о механизме реакции.

Мы видим, что пока сделаны только первые шаги по использованию изотопов в органической химии, но и эти первые шаги дали уже ряд интересных результатов. Можно смело надеяться, что при большей доступности тяжелых изотопов водорода и кислорода удастся с их помощью разъяснить не одну проблему органической химии, трудно поддающуюся решению иным путем.

¹ Trans. Faraday Soc., 30, 508 (1934).

МИНЕРАЛИЗАЦИЯ В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ КАК ГИДРОХИМИЧЕСКИЙ И ГИДРОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКТОР

А. Д. ПЕЛЬШ

I

Как известно, около $\frac{3}{4}$ поверхности земли скрыты под водой и представляют собою не что иное, как донную поверхность. Последнюю преимущественно образуют донные отложения, среди которых видное место занимают илы.

В основном всякий ил можно подразделить на две физических части (9).

1. Жидкая фаза ила, или иловой раствор. Это свободная вода с растворенными в ней солями и газами, пропитывающая поры ила. По происхождению — это та часть воды, которая остается включенной в структуру отложившегося ила, погребенная в нем и подвергшаяся видоизменениям под влиянием процессов, протекавших в толще ила. По объему иловой раствор занимает первое место, что зависит от общего объема пор между частичками ила; математически следует, что чем мельче слагающие частички, тем число пор, а равно и общий объем их, будет больше. Проще всего судить об этом по данным Шварца (14) о рыхлости сложения некоторых реальных частичек, где из общего объема объем пор составляет в процентах:

Песок	39.8
Суглинок	45.1
Глина	52.7
Болотная почва	84.0

Аналогичные поры в иле занимает иловой раствор.

2. Твердая фаза ила, или физический остов. Сюда включаются все механические частицы от ясно различных до тонко раздробленных, размерами до 0.1 μ . Это различной природы детрит аутохтонного (образовавшийся в самом водоеме) и аллохтонного (привнесенный в водоем извне) происхождения. По объему твердая фаза ила занимает, как ясно из предыдущего, второе место.

Помимо этого в иле различают еще коллоидную фракцию и газообразную фазу.*

В недавнее время методы исследования ила у нас в Союзе были значительно продвинуты вперед Б. В. Перфильевым. Он предложил методу, известную теперь под названием микрizonaльной. Руководящая идея микрizonaльных исследований дана этим автором в виде его микрizonaльной теории илообразования.

В природе оказывается распространенным тонкое микрizonaльное строение ила. Оно тесно связано с обитающей в иле богатейшей микрофлорой, а также является отражением периодических сезонных изменений в общем режиме водоема как целого. Ранее перечисленные компо-

ненты служат субстратом для микроорганизмов, которые размещаются в толще ила зонально по некоторым тонким горизонтам — микрizonaм, где сосредоточены подходящие условия для существования специфических групп микробов.

Изучение условий накопления отложений в современных водоемах необходимо рассматривать в перспективе как известное приближение к аналогичным процессам, протекавшим в свое время в древних водоемах. Часто от них не осталось иных вещественных следов кроме донных осадков, но настолько метаморфизированных, что не всегда представляется возможным установить их первоначальную природу. Особенно это касается отложений, богатых органическими остатками, — наш интерес к ним обусловлен энергетической ценностью таких отложений. Усиливают его и известные современные теории происхождения нефти из растительных остатков, в последнее время оживленно обсуждаемые геологами (1, 2).

Все это дает нам право заключить о наличии интереса к той сложной обстановке, в которой протекает жизнедеятельность донной бактериофлоры. Здесь мы можем коснуться этой проблемы только частично.

II

Поступление в ил органических остатков является периодическим процессом, причиной чего служит сезонная смена явлений. О составе осаждающегося на поверхность ила нового слоя осадка до некоторой степени можно судить по анализу пробы планктона, рассчитанного на сухое вещество.

Проба планктона в период цветения воды (3) —

1. Белок	13.0
2. Жир	1.3
3. Безазот. экстр. вещ.	39.0
4. Клетчатка	41.5
5. Зола	5.2

Подобный осадок не будет неизменным; он включает компоненты высокой питательной ценности, в связи с чем в иле развивается огромное количество бактерий.

Количественное распределение бактерий в иле иллюстрируют данные Г. Карзинкина и С. Кузнецова (4) (см. табл. 1).

Последняя графа перечисленного распределения бактерий в иле надо поставить то обстоятельство, что именно на поверхность ила поступает порция свежего осадка — детрита, так что здесь всегда детрит самой высокой питательной ценности. Чем более удален слой от поверхности ила, тем ранее он был образован, а, значит, и более использован, — тем менее его питательная ценность.

Таблица 1

Озеро Глубокое. Глубина воды 29 м
9 VI 1928 г.

Глубина от поверхности ила в миллиметрах	Колич. бактерий в куб. см ила в миллионах	В процентах от пов. слоя
0—3	1368.8	100.0
150—153	310.8	22.7
300—303	197.6	14.4

Рассматриваемый нами круг вопросов может быть представлен двумя простыми уравнениями, энергетический баланс которых рассчитан по правилам термодинамики [Baas-Becking and Parks (10)]:

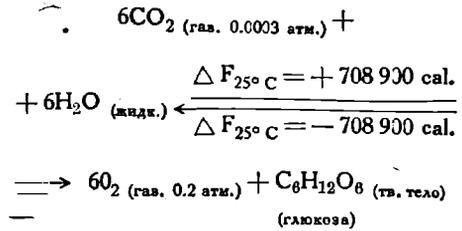


Таблица 2

Анализ по Кноппу (выполнен Е. М. Грундульс)

Название озера и глуб. воды в метрах	Характер прослойки ила	Глуб. от пов. ила в миллиметрах	Орган. С в процентах	В процентах к пов. слою ила
Габ-озеро, 14 . . .	Темнокоричневая Серая Черная	0—5	2.54	100.0
		20—23	1.11	43.7
		32—48	1.56	61.5
Перт-озеро, 27 . . .	Коричневая " " Оранжевая Серая	поверхн.	2.42	100.0
		14—19	2.87	118.6
		28—35	1.68	69.4
		следующая прослойка	{ 1.40 }	{ Средн. 58.2 }
			{ 1.48 }	
	{ 1.35 }			

Сказанное можно усмотреть из приводимых Б. В. Перфильевым (5) результатов определения органического углерода в тонких прослойках ила (табл. 2).

Из таблицы видно, что „падение концентрации“ органического С до некоторой колеблющейся величины происходит на протяжении первых сантиметров ила.

Распад сложных органических веществ под влиянием жизнедеятельности микроорганизмов на тела более простые: H_2O , CO_2 , CH_4 , H_2S , HNO_3 , N_2 — называется минерализацией. Пастер был первый в области исследования таких процессов молекулярного упрощения; из своих работ по брожению он сделал вывод общего значения — указал на роль микроорганизмов в круговороте веществ в природе. Биологическое значение процесса распада заключается в освобождении энергии, которая используется микроорганизмами на собственную жизнедеятельность — на все виды синтетических процессов, на преобразование в механическую энергию, лучистую, на теплообразование и т. п.

Считая первым ур-нием течение процесса слева направо, мы видим, что оно характеризует продуктивный фотосинтез зеленого растения при обычных атмосферных условиях. $+\Delta F$ показывает, что такое направление реакции идет с увеличением уровня свободной энергии, т. е. реакция требует затраты энергии из внешних источников, а отсюда следует, что данный процесс не может протекать самопроизвольно. Зеленое растение необходимое количество энергии получает за счет света.

Если ограничиться простейшим случаем аэробного распада моля глюкозы (продуцированной работой зеленого растения) при посредстве сапрофитных аэробных бактерий, то будем иметь обратное соотношение, показанное обратной стрелкой.

Обратное направление реакции идет с уменьшением уровня свободной энергии ($-\Delta F$); следовательно, такой процесс может протекать самопроизвольно и для бактерий служит источником свободной энергии, превратимой в полезную работу.

III

Минерализация органических компонентов донного осадка происходит при посредстве бактериофлоры, для деятельности которой необходимы подходящие условия среды. Существенная черта жизнедеятельности бактерий состоит в том, что она построена на диффузионном обмене с средой обитания, которой в иле будет собственно иловой раствор. Можно сказать, что воздействие бактерий на твердую фазу ила происходит при посредстве илового раствора. Твердые компоненты детрита предварительно должны перейти в растворенное состояние, в каком виде становятся доступными ассимиляции и разрушению; такой переход осуществляется под влиянием различных ферментативных веществ.

Наравне с этим продукты диссимляции бактерий поступают в ту же самую среду — иловой раствор, где вследствие затрудненной диффузии накапливаются. Хорошо известно, что течение микробиологического процесса в изолированной среде со временем может остановиться в связи с токсичностью (при известной концентрации и условиях: pH и т. п.) продуктов жизнедеятельности для самих микробов. Иллюстрацией этому может служить прекрасная сохранность многометровых толщ сапропелей, огложенных на дне пресных водоемов, таким образом как бы переполненных органическими веществами, которые, тем не менее, фактически далее не разлагаются:

Таблица 3

Озеро Долгое (11)

Глубина в метрах	Процент золы на абсол. сухую навеску
0.5	9.97
4.0	6.47
8.0	10.37
12.0	25.04
15.0	25.98
16.0	19.47

Такие отложения, с нашей точки зрения, являются самоконсервированными. Можно не сомневаться, что в них присутствуют бактерии, имеется подходящая t° , но все обусловлено изолированным здесь иловым раствором, который доведен до предельного насыщения токсичными продуктами распада, почему дальнейшая минерализация органических запасов твердой фазы ила останавливается.

Надо заметить, что детально и последовательно в доступной форме вопрос о минерализации в илах и в частности сапропелях, по сути дела, не освещался. Некоторые данные приведены у М. М. Соловьева (11), но они еще имеют спорный характер, так как „выяснение роли бактерий в образовании сапропелей представляет собою, надо сказать, один из первостепенных,

но и наиболее сложных и потому еще недостаточно изученных вопросов учения о сапропелях“.

Поскольку иловой раствор обогащается продуктами распада, то благодаря наличию контакта между иловым раствором и прикрывающей ил озерной водой неизбежно возникает диффузионный обмен, особенности которого имеют прямое отношение к нашей теме. Очевидно, что главный пункт, на который надо перенести центр тяжести внимания, — это граница раздела: вода/ил. По этому поводу автором получены (на Бородинской биологической станции по предложению дир. Б. В. Перфильева) экспериментальные данные, позволившие впервые осветить некоторые детали явлений, разыгрывающихся у этой границы.

Как известно, о направлении диффузионного потока можно судить по изменению концентрации — по градиенту концентрации — в обе стороны от границы вода/ил. Исследование проведено методом определения удельной электропроводности воды (х). Разбавленного раствора зависит, как известно, от концентрации растворенных в нем электролитов. Величина эта удобна для экспериментального определения, в связи с чем давно уже применяется при исследовании естественных вод (8). Здесь она служит первым приближением к общей минерализации воды — величину $\times 18^{\circ}$ можно положить прямо пропорционально весу сухого остатка. Сообразуясь с микроскопической структурой ила (Б. В. Перфильев, 5, 6), для целей исследования был разработан соответствующий микрометод — микромодификация метода Кольрауша. Главной частью является микроэлектрод, позволяющий определить электропроводность раствора в объеме порядка 0.01 см³. Работа с микрометодом во всех отношениях составила весьма деликатную задачу; относящиеся сюда сведения изложены в специальной статье (7). Для взятия монолитных проб ила применялся стратометр Перфильева; вскрытие проб ила с сохранением микроскопической структуры производилось в пелогоме того же автора.

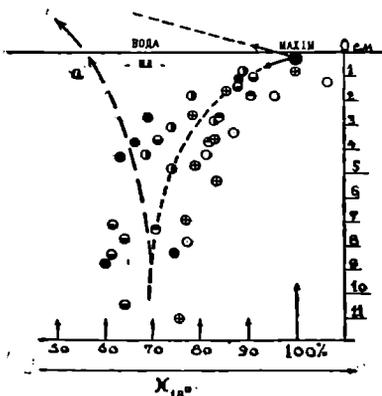
Наблюденную картину можно графически представить в виде сводной диаграммы, построенной по такому принципу: если принять величину электропроводности $\times 18^{\circ}$ микрозонального илового раствора на самой поверхности ила за 100, то все другие значения этой величины на разных горизонтах ила выражаются в проценте от значения в поверхностном слое.

На схеме (фиг. 1) представлены данные, полученные для ила Габ-озера, расположенного в районе работ Бородинской биологической станции (из группы Кончезерских озер Карельской республики). Абсцисса — проценты, ордината — глубина ила в сантиметрах. На схеме нанесены результаты микрозонального исследования 6 монолитов ила до глубины 10 см (42 определения). Чтобы не загромождать схему, точки, принадлежащие отдельным монолитам, не соединены частными кривыми, хотя показаны однородными условными знаками.

На схеме кривая а показывает примерное распределение в иловом растворе различных продуктов, так или иначе связанных с жизнедеятельностью бактерий, в том виде, как это мыслится до сего времени (см. А. Ф. Сагайдачный, 15).

Подобные представления выводились а priori с учетом одной лишь физической закономерности — на основании закона диффузии Фика.

Время наших наблюдений — вторая половина лета 1928 г. К этому сроку t° ила приближается к своему максимуму, что благоприятствует активации биохимических процессов. Поэтому мы



Фиг. 1.

и обнаружили совершенно иную, несколько парадоксальную на первый взгляд, картину. Распределение концентрации в иловом растворе следует не физической закономерности, а биологической — так называемому „закону биологической кривой“. Максимальная концентрация отвечает месту оптимума для деятельности бактерий. Как мы видели (см. выше), сверху вниз в иле убывает количество возбудителей, затем в таком же направлении убывает питательная ценность детрита. В соответствии с этим наибольшей напряженности микробиологические процессы достигают у самой поверхности ила. В летнее время процесс минерализации наиболее энергично развивается в поверхностных слоях ила, здесь скорее всего увеличивается концентрация илового раствора, а вместе с тем поверхностный слой ила превращается в своеобразный экран, защищающий нижележащие слои ила от диффузионной отдачи своих растворенных компонентов в озерную воду (иловой раствор в 3—4 раза концентрированнее озерной воды).

Из фактических данных следует, что в активную фазу распада — летом — диффузия у границы вода/ил имеет два направления: вверх в прикрывающую воду и вниз в нижележащие слои ила. Ошибочность кривой (а) вытекает из соотношения: $\frac{\text{скорость минерализации}}{\text{скорость диф. выравнивания}}$, которое не учитывалось. Летом скорость минерализации возрастает, почему места интенсивного течения процесса выступают в виде очагов с повышенной концентрацией.

Лишив кривую (а) универсального значения, мы теоретически должны предвидеть, что зимой при понижении t° и в связи с этим вследствие угнетения возбудителей распада наблюдаемая биологическая кривая должна перейти в „физико-химическую“ кривую (а), так как в этот момент активность живого фактора как бы снимается,

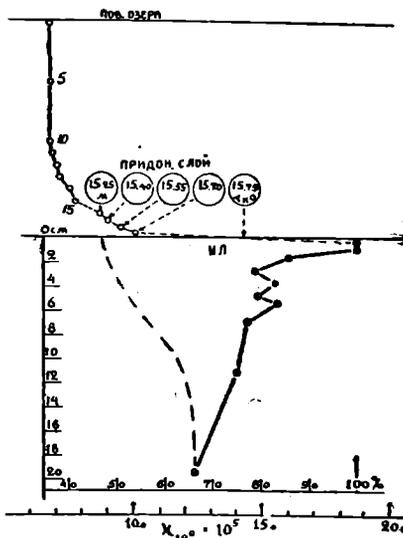
тогда как наша система — ил — будет реагировать в полном соответствии с законом Фика. Диффузионный обмен будет продолжаться до выравнивания концентраций между иловым раствором и озерной водой, в этот момент поверхностный слой быстрее всех будет терять свои растворенные компоненты.

Таким образом в зимний период происходит выщелачивание поверхностных слоев ила; накопленные в летний период электролиты снова поступают в круговорот веществ в озере. После весенней циркуляции воды они равномерно распределяются в озерной толще и становятся доступными для фотосинтезирующей микрофлоры.

Согласно нашим представлениям концентрация илового раствора периодически колеблется — осциллирует, причем максимум приходится на конец лета, минимум — на конец зимы. Общая толщина поверхностного ила, на которой скрывается рассматриваемая сезонная смена явлений, ограничена проложением по вертикали примерно в 200 мм. Ниже этого горизонта проходит зона консервации ила, на которой сезонные явления не отражаются.

IV

Вообще впервые нам удалось еще получить данные по распределению электролитов в толще озерной воды, в придонном слое и до 200 мм в илу. Толща озерной воды исследовалась погружаемым электродом, придонный слой — способом монолитного вырезывания прилежащего к илу пласта воды в подразделении на отдельные



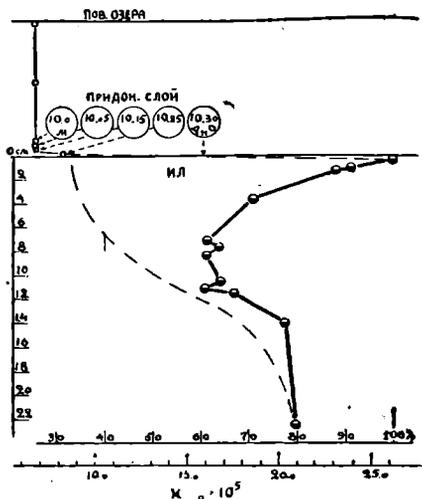
Фиг. 2.

пробы с интервалом через 10—15 см. Для взятия таких проб мы пользовались оригинальным приспособлением стратометра Перфильева специально для изучения стратификации придонного пласта воды высотой в 40—60 см. В илу определение производилось в подразделении по микро-

вонам; вся трудность этого дела связана с малым объемом отжимаемой из микросоны пробы жидкой фазы, объем которой сводится всего к более или менее крупной капле.

На фиг. 2 представлен вертикальный разрез самой глубокой точки Габ-озера.

Глубина воды на этой станции 15.75 м, t° ила около 9° , дата наблюдения 31 VIII 1928 г. Содержание кислорода в придонном слое воды на расстоянии 30 см от поверхности ила было найдено равным всего 0.17 мг/л или около 1% от насыщения (микропредел. М. В. Зеленковой-



Фиг. 3.

Перфильевой, 16). Надо полагать, что у самой поверхности ила содержание O_2 будет еще меньшим, а непосредственно в иле практически оно будет сводиться к нулю. Последнее согласуется с данными Карзинкина и Кузнецова по Глубокому озеру, где авторы произвели определение окисл.-восстановительного потенциала ила.

Сообразно с отсутствием свободного O_2 по вертикали ила нашей станции господствует однородный процесс — анаэробный распад детрита. Наблюденная кривая электропроводности, эквивалентная кривой распределения концентрации электролитов, показывает, что в иле за легкий период наиболее интенсивный распад детрита имел место на самой поверхности ила, в результате чего поверхностные слои наиболее насыщены продуктами минерализации — электролитами. Из ранее изложенного ясно, что оптимальные условия для однородного процесса расположены у поверхности ила.

Вероятное распределение электролитов к концу зимы показано линией тире.

На фиг. 3 представлен вертикальный разрез другой точки Габ-озера, расположенной недалеко от предыдущей.

Глубина воды 10.30 м, t° ила около 15° , дата 31 VIII 1923 г. Содержание O_2 в воде придонного слоя = 9.0 мг/л или 90% от насыщения; сообразно этому, на некоторую глубину в ил проникает кислород, что отражается на процессе распада.

В соответствии с природной обстановкой характеристика данной станции несколько сложнее, чем предыдущей. Необходимо учесть, что здесь по вертикали ила господствуют два микробиологических процесса, прямо противоположных: аэробный, с максимумом на поверхности, и анаэробный, сменяющий первый, как можно полагать, начиная с глубины примерно 7 см. Здесь нам опять помогает сопоставление с данными Карзинкина и Кузнецова о ходе изменения окисл.-восстановительного потенциала в иле аналогичных станций озера Глубокое в том же 1928 г.¹

Сравнивая рассматриваемую станцию с предыдущей, мы находим более высокие значения электропроводности. Причина — более энергичная минерализация, вызываемая аэробными микробами, но кроме того на этой более мелководной станции мы имеем более высокую $t^{\circ} \approx 15^{\circ}$, что очевидным образом отразилось на активности бактерий.

Чтобы понять обнаруженную картину на этой станции, совершенно необходимо теоретически представить себе вероятные явления в течение зимы. Особенно надо учесть сезонную амплитуду t° для такой глубины воды. Из имеющихся наблюдений по Габ-озеру следует, что зимой на 10-метровой глубине t° падает до $2-3^{\circ}$; в этот момент активность бактерий практически сводится к нулю. Поскольку за лето концентрация илового раствора в 4 раза превысила концентрацию в озерной воде, то, следовательно, в течение зимы ил этой станции будет сильно выщелочен, для поверхностных слоев почти до полного равновесия с озерной водой.

По нашим представлениям, выступающий на фиг. 3 прогиб кривой или, иначе, область минимума (примерно от 7 до 11 см) есть следствие зимнего выщелачивания, особенно сказывающегося на данной станции с большой сезонной амплитудой t° . Представляя себе механизм образования области минимума, необходимо принять во внимание, что с началом лета, в меру повышения t° , развитие нового процесса распада, как вытекает из ранее изложенного, скорее всего пойдет на самой поверхности ила. С другой стороны, достаточно удаленная от диффузионных потерь в озерную воду зона консервации ила сохранит свою концентрацию почти неизменной. Промежуточные слои ила, таким образом, отстают от поверхности — здесь ведь менее питательный детрит и развивается менее энергичный анаэробный процесс.

Подробное рассмотрение данных, полученных на том же разрезе через Габ-озеро, к которому относятся и станции, показанные на фиг. 2 и 3, привело автора к новой гипотезе о наличии в придонном слое особого гравитационного течения, порождаемого диффузией из ила и, таким образом, связанного с деятельностью обитающих в иле микроорганизмов. Остановимся кратко на этой гидрохимической и гидрологической роли бактерий.

¹ Вопрос о проникновении кислорода в грунт, влияние этого процесса на обитателей ила составляет целую проблему. См. по этому поводу новую работу: A. Grote. Der Sauerstoffhaushalt der Seen. „Die Binnengewässer“, Bd. XIV, 1934.

Как нам теперь известно из приведенного, илозой раствор по концентрации солей в нем в 3—4 раза превышает аналогичную концентрацию в озерной воде. Естественно ожидать, что по мере приближения к илу мы должны обнаружить последствия диффузии из ила в воду, т. е. электропроводность должна возрастать с приближением к илу. Аналогичным правилом пользуемся в физической химии при определении методом электропроводности коэффициента диффузии электролитов.

Поставленному требованию внешне удовлетворяет фиг. 2, тогда как на 6 лее мелководной станции, показанной на фиг. 3, мы имеем полное несоответствие, а именно при большем градиенте присутствия дна почти не обнаруживается до самой поверхности ила. Подобное даю и другие мелководные станции.

Для объяснения этого несоответствия между диффузией из ила и стратификацией в слоях воды, близко расположенных от ила, автор выдвинул предположение, что придонный слой некоторых станций на более мелких глубинах, чем самая глубокая точка в озере, — не стационарен. На этих станциях вследствие диффузии солей из илового раствора самый тонкий прилегающий к илу пласт воды становится более плотным при данной t° , отчего этот слой, в силу тяжести, будет смещаться по профилю озера в сторону самого глубокого пункта озера. Это постоянное смещение мы и предложили называть гравитационным течением. Для его возникновения достаточно ничтожная разность плотностей — соответствующий опыт подтверждает сказанное.

Существенно то обстоятельство, что установившееся течение идет очень тонким слоем по самому профилю дна, т. е. все время сохраняет контакт с иловым раствором, откуда одновременно происходит диффузия. Поверхность (верхняя граница) установившегося тонкого потока соприкасается с менее концентрированной водой озера, куда, следовательно, отдает часть растворенных компонентов диффузионным путем, но одновременно этим же способом получает их из более концентрированного илового раствора.

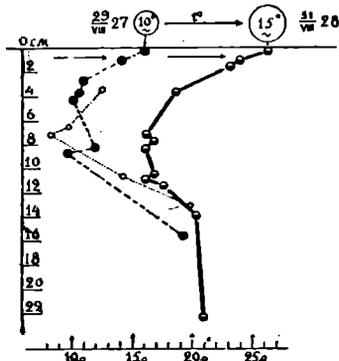
Таким образом в глубинную зону озера стекают продукты диффузии из илового раствора с некоторой относительно большой поверхности дна, окружающей самую глубокую точку озера. Периферической линией такого диффузионно-сборного пространства является горизонт механической стабилизации воды, исправленный на некоторый фактор интенсивности освещения дна. Свет влияет на фотосинтез водорослевой пленки ила, в связи с чем на мелководных станциях порядка 5 м эта пленка не пропускает электролиты в придонный слой; они используются водорослями как питательные соли (Перфильев, 5, 6).

Уже из изложенного вытекает, что приращение $\chi_{18^{\circ}}$ по мере углубления на самой глубокой станции, представленной диаграммой 2, понимаемое только как результат диффузии из ила данной станции, — недостаточно. Здесь к диффузии солей вверх присоединяется еще простое вытеснение раствора, тоже направленное вверх; оно вызывается втекающим гравитационным течением с окружающей воронку озера донной поверхности. Интересно еще отметить, что стекание продуктов диффузии из ила — питательных со-

лей — в глубинную зону препятствует использованию их в текущем сезоне фотосинтезирующим фитопланктоном, так как в глубину мало проникает свега. Эти солевые запасы поступают в толщу воды скачком во время термической циркуляции как осенью, так и весной.

V

Косвенным подтверждением наличия сезонного колебания концентрации в иловом растворе служи сравнение наблюдений за 1927 и 1923 гг. В 1927 г. совместно А. К. Трифионовым (12) и автором была предпринята попытка ориенти-



Фиг. 4.

ровочного определения χ илового раствора в двух монолитах ила Габ-озера. Даты наблюдений полностью совпадают: 29 VIII 1927 г и 31 VIII 1928 г.

На фиг. 4 представлены результаты наблюдений. Несколько точек, соединенных пунктиром, относятся к илу с глубины 11 м. Это первое опробование было проведено с большим трудом вследствие несовершенства методики. (Для определения требовалось около 0.1 мл илового раствора, что поглощало весь запас илового раствора, отжимаемого из материала микросоны. В дальнейшем мне удалось значительно улучшить методику и сократить объем потребного для определения в микрорезультате илового раствора до 0.01 мл). Точки, соединенные кривой тире, относятся ко второму монолиту с глубины 10 м. Это определение было сделано со всей возможной тогда тщательностью.

Третья кривая — знакомая нам предыдущая станция, исследованная в 1928 г. По глубине воды и положению в озере все три станции весьма близки друг к другу. Замечательно, что наиболее углубленные точки всех трех монолитов практически вполне совпадают по величине $\chi_{18^{\circ}} \cdot 10^5$. Это в полной мере отвечает нашим представлениям, что зона консервации ила содержит иловой раствор, приведенный к окончательному насыщению продуктами распада. Летом при повышении температуры процесс минерализации не развивается, зимой эта зона достаточно защищена от диффузионных потерь вышележащими слоями ила. (Верхние слои вообще более рыхлого строения, тогда как подстилающие приобретают некоторое уплотнение под влиянием слеживания, что

отражается на скорости диффузии). Зона консервации не отвечает на сезонную амплитуду t° .

Иное видим для поверхностных слоев, при одинаковом времени в цикле лета. Как мы считаем, оба наблюдения показывают результат деятельности бактерий за летнее время по 1 сентября. Объяснение различия не требует никаких новых допущений. Ил Габ-озера на 10 м глубине на 1 сентября был прогрет весьма различно. В 1927 г. ил достиг t° около 10° , тогда как в 1928 г. t° ила около 15° , что и отразилось на скорости минерализации.

Таким образом, в 1928 г. минерализация протекала более энергично, чем в 1927 г. В этом можно видеть влияние климатических условий на ил, где также происходят сезонные явления.

Из того факта, что концентрации илового раствора и озерной воды сильно отличаются друг от друга, следует, что между придонной водой и илом возникают электрические явления. У границы вода/ил возникает диффузионный потенциал, как можно полагать, максимальный к концу лета, минимальный к концу зимы. Вообще система вода/ил представляет собой концен.рационную цепь и является токообразующей системой. Все это дает возможность предвидеть (важные для экологии биенических форм и связанных с ними организмов, например, рыб) влияния электрических явлений как раздражителей на обитателей ила. Так, опыты с электризацией почвы (С. П. Кравков, 13) показали, что при электризации энергия разложения органических веществ почвы сильно повышается. Можно полагать, что это относится и к бактериофлоре ила; ее деятельность вторично могут стимулировать электрические явления, в конечном итоге бактериофлорой и порожденные.

В заключение позволим себе напомнить о колоссальной массе материи, втянутой в круговорот жизни в водоемах и обращающейся между водой и донными отложениями. Как велика роль участвующей здесь микрофлоры ила, нам удалось показать только в малой части. Однако одно ясно — перед нами вопрос, заслуживающий внимательного изучения.

Литература

1. Н. А. Орлов. Некоторые новые взгляды на происхождение нефти. Природа, № 12, 1933.

2. Т. Л. Гинзбург-Карагичева. Проблемы микробиологии нефти. Бюлл. Моск. о-ва исп. природы, огд. Геологии, т. XI (1), 1933.
3. Н. Н. Худяков. Сельско-хозяйств. микробиология. 1925.
4. Г. С. Карзинкин и С. И. Кузнецов. Новые методы в лимнологии. Тр. лимнолог. ст. в Казине, 13—14, 1931.
5. В. W. Perfiliev. Zur Mikrobiologie der Bodenablagerungen. Bd. IV. Verhand. d. Intern. Verein. f. teoret. u. angew. Limnologie. Roma, 1929.
6. Б. В. Перфильев. Биология лечебных грязей. Основы курортологии, т. I, 1932.
7. А. Д. Пельш. О влиянии микроорганизмов на электропроводность илового раствора и диффузию ила в придонный слой. Тр. Бород. биол. ст., VIII, в. II, 1935 (печатается).
8. Дорошевский и Дворжанчик. Журн. Физ.-хим. о-ва, т. XLV, в. 7.
9. С. А. Щукарев. Физика и химия лечебных грязей. Основы курортолог., т. I, 1932.
10. Baas-Becking and Parks. Physiol. Rev., 7, 1927.
11. М. М. Соловьев. Проблема сапропеля в СССР. Изд. Акад. Наук СССР, 1932.
12. А. К. Трифонов. Результат гидрох. иссл. Габ-озера в 1927 г. Тр. Бород. биол. ст., т. VII, в. 3, 1935.
13. С. А. Захаров. Курс почвоведения, 1931.
14. К. Д. Глинка. Почвоведение, гл. V, 1931.
15. А. Ф. Сагайдачный. Введение в изуч. иловых отлож. в сол. водоемах, 1933.
16. М. В. Зеленкова-Перфильева. К гидрологии Габ-озера. Рукопись. Тр. Бород. биол. ст. (подготовл. к печати).
17. Г. А. Надсон. Микроорганизмы как геологические деятели, 1903.

К ТЕОРИИ ПРОЦЕССА ПРИСПОСОБЛЕНИЯ В РАСТИТЕЛЬНОМ МИРЕ

Акад. ВУАН В. Н. ЛЮБИМЕНКО

II. О приспособлениях к напряженности и спектральному составу света¹

В нашей первой статье мы пытались построить теоретическое представление о процессе приспособления у растений на том фактическом материале, который дает анализ взаимоотношений между растением и светом, как одним из важнейших факторов внешней среды. В основе приспособления здесь без сомнения лежит использование света, как источника энергии, и само приспособление выразилось в постепенной замене химической энергии энергией световой в двух основных физиологических процессах растительного организма: в первичном синтезе органического вещества из минеральных веществ и в синтезе хлорофилла. Приспособление к использованию световой энергии в первом процессе началось уже на первых ступенях эволюции растительного мира, поскольку фотосинтез мы находим уже у бактерий с окрашенной протоплазмой (пурпурные и зеленые бактерии). На следующей ступени эволюции растительной клетки, когда в ней дифференцировалось клеточное ядро и пластидный аппарат, приспособление уже достигло своего завершения: у цветных протистов и одноклеточных водорослей фотосинтез по своей энергетике и химизму ничем не отличается от фотосинтеза у высших цветковых растений. Весь длинный путь эволюции, который прошел растительный мир, начиная с момента построения многоклеточных растений и до наших дней, не принес ничего существенно нового в химизме фотосинтеза, что можно было бы рассматривать, как дальнейшее

углубление и усиление приспособления. Этот факт чрезвычайно показателен, так как в настоящее время мы твердо знаем, что не все химические реакции фотосинтеза переведены на световую энергию. Наличие темновых реакций, совершающихся за счет химической энергии, ставит фотосинтез в большую зависимость от температуры. Для растений умеренных и арктических широт, а также холодных альпийских областей было бы выгоднее, если бы темновые реакции фотосинтеза были заменены световыми и низкие температуры не понижали бы энергии этого процесса.

Между тем, приспособление как бы остановилось на ступени, достигнутой одноклеточными растениями, не затронув темновой реакции фотосинтеза. Правда, у растений умеренного и холодного климатов мы находим специфическое вторичное приспособление к температуре, благодаря которому энергия фотосинтеза у них не снижается с понижением температуры в такой степени, как у растений теплого климата.

Тем не менее, вряд ли можно сомневаться, что для растений холодных климатов было бы выгоднее, если бы фотосинтез у них был целиком переведен на световую энергию.

Аналогичное явление мы наблюдаем и в процессе зеленения.

Замена химической энергии световой здесь началась значительно позже. У водорослей, уже закончивших приспособление к фотосинтезу, синтез и накопление хлорофилла могут совершаться без всякого участия света. То же самое мы наблюдаем у мхов, папоротникообразных и голосеменных растений. Фотохимические реакции в процессе зеленения у этих растений играют только подсобную роль количественного харак-

¹ Природа № 5—6, 1933 г., стр. 42—53.

тера. Абсолютно необходимым для зеленения свет становится только у настоящих цветковых покрытосеменных растений, представляющих последнюю ветвь в эволюционных филогенетических рядах растительного мира. Свет принимает здесь прямое участие в реакциях синтеза хлорофилла. Тем не менее, первые ступени этого синтеза совершаются при посредстве химической энергии, вследствие чего процесс зеленения ставится в большую зависимость от температуры. Для растений холодных областей такая зависимость без сомнения мало выгодна.

В общем нельзя, следовательно, не признать, что приспособление, направленное к замене химической энергии световой, остановилось на некоторой промежуточной ступени: в фотосинтез, как и в синтез хлорофилла введены в качестве абсолютно необходимых световые реакции, но на ряду с ними сохранились также темновые реакции. В результате получился химический аппарат смешанного характера для обоих процессов, что и поставило как фотосинтез, так и зеленение в большую зависимость от температуры.

Введение в цепь реакций синтеза органического вещества и хлорофилла реакций фотохимических тотчас же поставило растение в зависимость от напряженности и спектрального состава света. Отсюда возникли вторичные приспособления, которые послужили основанием к выделению определенных биологических групп растений, нередко узко специализированных.

В приспособлении к напряженности света на первый план выступает минимум светового довольствия для поддержания необходимой энергии фотосинтеза и зеленения. Наши исследования показали, что как для фотосинтеза, так и для синтеза хлорофилла существует световой порог, т. е. такая минимальная напряженность света, ниже которой фотохимические реакции этих процессов не идут. К сожалению, в нашем распоряжении нет достаточного количества точных измерений напряженности света, отвечающей световому порогу. Все же мы можем сказать, что световой порог для зеленения ниже, чем для фотосинтеза,

а для последнего он может быть не более 4 свечеметров.

Само собой разумеется, что автотрофные хлорофиллоносные растения не могут существовать не только при напряженности света ниже указанного светового порога, но и при напряженности, равной ему.

Уже тот факт, что в фотосинтезе принимают участие темновые реакции, указывает на необходимость для таких растений известного запаса органического вещества, которое должно расходоваться на производство химической энергии, необходимой для поддержания темновых реакций.

Мало того, еще больший запас органического вещества расходуется растением на производство энергии, необходимой для поддержания темновых реакций, участвующих в процессах роста и других процессах жизнедеятельности организма. Эти внутренние энергетические процессы, суммируемые под термином дыхание, приводят к полному распаду от 20 до 50% общего запаса органического вещества, накапливаемого в процессе фотосинтеза, при нормальных условиях существования растения.

Начиная с напряженности светового порога, энергия фотосинтеза возрастает вместе с увеличением силы освещения и на известной ступени она становится равной по энергии газового обмена с дыханием. Энергия фотосинтеза в этот момент достигает так называемого компенсационного пункта. Это значит, что прибыль органического вещества от фотосинтеза как раз равна убыли его в процессе дыхания.

Нетрудно видеть, что напряженность света, отвечающая компенсационному пункту, также недостаточна для существования автотрофного хлорофиллоносного растения. Нельзя не упомянуть по этому поводу любопытного опыта Данжара, который сохранял отрезанные листья *Aucuba* в запаянных стеклянных пробирках, выставленных на окне лаборатории на дневной свет. В этих условиях листья сохраняли жизненность в течение нескольких месяцев. Так как притока углекислого газа извне не было, то очевидно, что листья могли использовать для фотосинтеза только углекислый газ,

выделенный в процессе дыхания. Таким образом, органическое вещество, израсходованное на дыхание, снова восстанавливалось фотосинтезом, и листья предохранялись от истощения. Но прироста органического вещества в этих условиях не было и быть не могло. Между тем, существование растения основано на приросте органического вещества.

Какова же та минимальная напряженность света, при которой энергия фотосинтеза будет достаточна для поддержания развития растения? Опыт и наблюдения показывают, что напряженность света, отвечающая этому жизненному световому порогу, очень различна в зависимости от приспособления.

Первые сведения о приспособлении к напряженности света у растений были получены из практики садоводства и лесного хозяйства. Садоводы и лесоводы обратили внимание на то, что на ряду с растениями, сравнительно хорошо выносящими затенение кронами деревьев, существуют растения, совершенно неспособные расти при таком ослаблении дневного света. Так как вопрос этот играет большую роль в практике лесовосновления и при создании искусственных смешанных лесонасаждений посадкой, то лесоводы начали изучать способность различных древесных пород — переносить более или менее сильное затенение и установили два основных биологических типа: породы теневыносливые и породы светолюбивые. Нельзя не сознаться, что вопрос этот мало привлекал внимание физиологов; тем не менее, на основании накопленного в физиологической литературе материала, мы можем установить следующие биологические типы растений, приспособленных к определенной напряженности дневного света.

1. Растения светолюбивые, вообще не переносящие притенения сверху. Это узко-специализированная группа, которая дает максимальную продукцию органического вещества только при полном дневном освещении. Уменьшение дневного света на 10—15% тотчас же понижает общий урожай и особенно урожай плодов. Примером могут служить наши хлебные злаки. Так, по данным опытов, произведенных в нашей

лаборатории Друзенко над ячменем (*Hordeum vulgare*), оказалось, что при уменьшении напряженности дневного света на 15% общий урожай органической массы понижается на 18%, а урожай зерна на 21%. Так как полог древесных крон в лесах обычно задерживает гораздо большее количество света, то понятно, что светолюбивые растения вообще в лесах не встречаются, а если семена их и прорастают, то проростки довольно быстро погибают от истощения и новых семян не приносят.

2. Растения тенелюбивые, вообще не выносящие полного дневного освещения. Сюда относятся узко-специализированные обитатели более или менее густых лесонасаждений, образующие под пологом крон крупных деревьев подлесок из кустарников и травянистый покров лесной почвы. Эти растения не выходят на открытые солнечные места и после рубки деревьев довольно быстро погибают, уступая свое местообитание светолюбивым растениям. Особенно много типичных тенелюбов среди мхов и папоротника, но встречаются также и высшие растения. Максимальная продукция растительной массы у тенелюбов получается нередко при очень слабом освещении: так, по данным Бойсен-Иенсена, у печеночника *Marchantia* — при 4—5%, у папоротника *Asplenium Nidus*, по данным Визнера, — при 7—13% дневного света. При усилении освещения сверх этой нормы продукция растительной массы падает, а при более ярком свете тенелюбы начинают болеть, причем прежде всего поражается хлорофиллоносный аппарат: листья начинают бледнеть и принимать болезненный хлорозный вид. Явление это легко наблюдать между прочим у нашего излюбленного комнатного растения *Aspidistra elatior*: при выставлении на яркий солнечный свет листья этого тенелюба теряют свою густую сочную зеленую окраску и становятся хлорозными.

3. Растения теневыносливые, обладающие довольно широкой амплитудой пластичности по отношению к напряженности света. Они ближе стоят к тенелюбам в том отношении, что максимальная продукция органического вещества у них получается не при пол-

ном дневном освещении, а при некотором ослаблении дневного света; с другой стороны, они хорошо выносят полный дневной свет и могут развиваться на открытых местах, подобно светолюбивым растениям. Примером могут служить наши древесные хвойные и лиственные породы, как бук, липа, ясень, граб, дуб, ель, пихта. Уменьшение напряженности дневного света на 25%, по данным Бюлера, у пихты увеличивает продукцию растительной массы на 28%, а у бука при уменьшении дневного света на 50% прирост органического вещества на 11% выше, чем при полном дневном свете. У ясеня ослабление дневного света на 25% не вызывает падения продукции органического вещества, у липы уменьшение продукции достигает всего 3%, у черной ольхи 2%, тогда как у светолюбивых пород прирост растительной массы в этих условиях падает весьма резко: у березы на 48%, у черной сосны на 32%, у горной сосны на 40%, у веймутовой сосны на 30%.

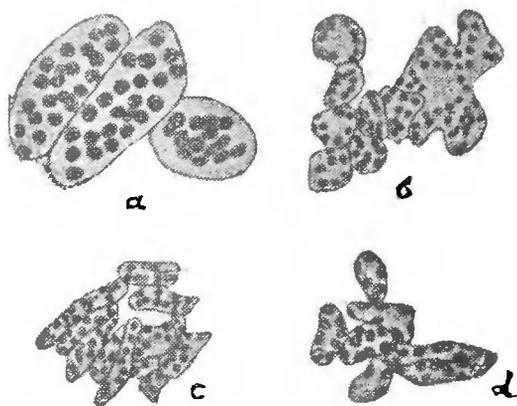
Само собой разумеется, что рассматриваемое приспособление носит количественный характер и потому между указанными тремя биологическими типами растений не существует резких границ. Будучи вторичным, оно не связано с положением растения в системе и эволюцией организации. Светолюбивые, тенелюбивые и теневыносливые типы обнаружены среди водорослей, лишайников, мхов, папоротников, голосеменных и покрытосеменных растений. Экологи ранее предполагали, что подводные растения вообще относятся к тенелюбам, так как вода значительно сильнее поглощает свет, чем воздух, а кроме того большое количество света отражается водной поверхностью, особенно во время волнения. Однако специальные исследования А. Рихтера, наши, Мэнфора и других ботаников показали, что и у представителей подводной флоры столь же распространено приспособление к напряженности света, как у растений сухопутных.

Вряд ли можно сомневаться, что растения теневыносливые представляют ту основную группу, от которой отделились узко приспособленные виды типичных тенелюбов и светолюбов. М. И.

Голенкин в своей книге „Победители в борьбе за существование“ обращает внимание на то, что, вместе с эволюцией всей организации, у растений наблюдается специфическая эволюция в строении вегетативных органов в смысле приспособления их к яркому солнечному освещению. Особенно резко это приспособление обнаруживается при переходе от папоротникообразных и голосеменных к покрытосеменным однодольным и двудольным растениям. Листья этих последних групп растений действительно являются органами, высоко специализированными для использования света. Голенкин отсюда делает вывод, что в эпоху возникновения покрытосеменных растений на земле произошло резкое изменение в условиях освещения в сторону увеличения солнечных дней и прямого солнечного света. Покрытосеменные, будучи более приспособленными к использованию яркого света, быстро вытеснили более древние группы растений и таким образом сделали победителями в борьбе за существование. Мы не беремся судить, в какой степени эта гипотеза оправдывается геологическими и геохимическими данными; но не подлежит сомнению, что уже переход растительной жизни из воды на сушу должен был сопровождаться приспособлением к более яркому освещению. Точно так же все имеющиеся в нашем распоряжении данные говорят за то, что приспособление к использованию световой энергии развивалось и разнообразилось вместе с общей эволюцией и усложнением организации растения.

Выделение биологических типов, приспособленных к разной напряженности света, совершалось на основе общего течения эволюционного процесса. Из данной выше характеристики этих типов жизненный световой минимум оказался очень различным для трех указанных групп растений; вместе с тем, нельзя сказать, что этот минимум правильно повышается при переходе от низших хлорофиллоносных растений к высшим. Правда, в густой тени лесов мы нередко находим только наземные водоросли и теневые мхи. Однако, мы не можем, например, сказать, что жизненный световой порог для всех хлорофил-

доносных водорослей является самым низким, что он становится выше для мхов и папоротникообразных и что наибольшей высоты он достигает у покрытосеменных растений. Напряженность света не играла роли одного из тех рычагов, которые направляли дифференцировку тканей и органов в сторону их усложнения. Она не



Фиг. 1. Сравнительная величина хлорофильных зерен: а — у теневыносливого тисса (*Taxus baccata*), б — у светолюбивой лиственницы (*Lcrista europaea*), с — у светолюбивой белой акации (*Robinia Pseudacacia*), д — у теневыносливого бука (*Fagus silvatica*).

формировала из тенелюбивых низших растений более светолюбивые, высшие, путем усложнения внутреннего анатомического строения и внешней морфологической дифференцировки. Но она накладывала свой отпечаток на структуру и форму в виде приспособительных вторичных черт. В отношении фотосинтеза наши исследования выявили одну характерную общую черту, это увеличение концентрации хлорофилла и размеров пластид вместе с тенелюбием (фиг. 1).

Увеличение концентрации хлорофилла, как светопоглотителя, дает возможность хлорофильному зерну осуществлять фотосинтез при более слабой напряженности падающего света; световой порог для фотосинтеза таким образом сдвигается в сторону меньшей абсолютной напряженности света. Это положение подтверждено рядом опытных данных. Кроме того, выяснилось, что у тенелюбов слабее энергия дыхания, чем у све-

толюбюв, вследствие чего и компенсационный пункт у тенелюбов достигается при более слабой напряженности света, чем у светолюбюв. Естественно, что такое приспособление хлорофильного зерна не связано непосредственно с внешней формой и дифференцировкой тела растения и потому мы встречаем его как у низших, так и у высших растений. Вместе с тем и здесь сказывается зависимость фотосинтеза от температуры. Если бы все реакции фотосинтеза были переведены на световую энергию, то мы вправе были бы ожидать, что плотность растительного покрова не изменялась бы при движении от экватора к полюсам: жизненный световой порог должен был бы остаться одинаковым как в тропиках, так и в арктических широтах. Между тем, уже прямое наблюдение показывает, что плотность растительного покрова сильно возрастает при движении к экватору, где она достигает максимума. Непосредственные измерения Визнера показали, что жизненный световой порог в тропиках значительно ниже, чем в северных широтах.

Это подтвердили и наши измерения количества хлорофилла: оказалось, что процент тенелюбов, содержащих большое количество пигмента в пластидах, правильно возрастает при движении от северных широт к тропикам, причем в том же направлении возрастает и абсолютное содержание пигмента, как это видно из нижеследующей таблицы:

Колич. хлорофилла на 1 г свеж. веса листьев в граммах (от — до)	Число видов растений в %		
	65° сев. шир.	45° сев. шир.	6° южн. шир.
0.8—2	16.8	27.2	38.5
2.1—3	77.5	50.2	27.5
3.1—4	5.7	16.5	16.0
4.1—5	—	5.8	13.0
5.1—6	—	—	4.0
6.1—7	—	—	1.0

Таким образом, увеличение количества хлорофилла и использование слабого света оказалось наиболее выгодным при повышенной температуре. С понижением температуры химическая энергия отчасти компенсируется световой, вследствие чего возрастает напряженность светового порога, а густота покрова уменьшается. Это разрежение покрова происходит прежде всего за счет тенелюбов, светопоглощающий аппарат которых рассчитан на такую слабую напряженность падающего света, которая не обеспечивает достаточной энергии фотосинтеза при низких температурах. Возможно также, что низкие температуры неблагоприятно влияют и на самый процесс накопления хлорофилла. В настоящее время точно установлено, что количество хлорофилла в пластидах является наследственным признаком в том смысле, что для каждого вида или расы существует свой особый предел накопления пигмента, достигаемый при сочетании наиболее благоприятных условий. Установлено также, что, как в естественных условиях, так и при искусственном воздействии на растение различными физическими и химическими агентами, чаще всего получают мутации, отличающиеся количественным содержанием хлорофилла вплоть до полного альбинизма. Наследственные мутационные сдвиги в данном случае повидимому захватывают окислительно-восстановительный аппарат растения, так как, судя по данным наших исследований, этим аппаратом определяется наследственное предельное количество пигмента в пластидах.

Мы можем, таким образом, представить себе, что выделение узко специализированных типов тенелюбов и светолюбов произошло путем естественной мутационной перестройки пластидного аппарата, независимо от непосредственного влияния света. Последний сыграл впоследствии роль решающего фактора в естественном отборе и распределении возникших мутационных форм по месту обитания в зависимости от силы освещения.

Мутанты, оказавшиеся на местах, не подходящих для них по силе освещения, при этом, подобно чистым альбино-

сам, отмирали. С другой стороны, легко представить себе, что на местах со слабым освещением могли накапливаться только мутации в сторону увеличения количества хлорофилла, для которых это освещение было наиболее благоприятным. В результате таким путем могло происходить постепенное накопление хлорофилла, т. е. усиление признака, характерного для тенелюбов, согласно схеме Дарвина. Напряженность света при этом играет роль не прямого фактора, вызывающего эти односторонние мутации, а только условия, при котором они могут сохраняться. В литературе по генетике уже зарегистрированы случаи возникновения таких мутационных форм, (напр., у посевного овса), которые могут жить только в тени.

На местах с ярким освещением тем же путем должно происходить накопление мутаций с малым содержанием хлорофилла вплоть до такого предела, который может обеспечивать жизнь растения только при условии большой напряженности света.

Как видно из опытов с рентгенизацией, возникновение мутаций, различающихся по количеству хлорофилла, может происходить под влиянием агентов, непосредственно действующих на генетическую структуру растения, но не имеющих никакого отношения к процессу приспособления. Тем не менее, благодаря отбору, различные мутации используются там, где внешние условия благоприятны для них и где они приобретают характер приспособительных черт.

Если мы будем сравнивать типичных тенелюбов с типичными светолюбами, то путем соответствующих экспериментов можем убедиться в чрезвычайно тонкой специализации каждого из этих типов. Эта специализация производит впечатление весьма совершенного приспособления к различным условиям освещения. Естественно приходит мысль, что такое приспособление может возникнуть только благодаря длительному воздействию на растение того фактора, на который оно рассчитано, т. е. в нашем примере — напряженности света. Между тем, искусственное получение различающихся по окраске мутационных форм показало, что напряженность света в данном слу-

чае не играет никакой роли. Такие мутации могут получиться под влиянием самых разнообразных агентов и притом в очень короткое время. Но напряженность света вступает в силу в качестве фактора отбора и распределяет мутационные формы с большой точностью сообразно силе освещения; это распределение готовых форм и производит впечатление специфического и притом длительного процесса приспособления в духе Ламарка.

С нашей стороны было бы неправильно характеризовать типы светлюбивых и тенелюбивых растений только количеством хлорофилла; не подлежит сомнению, что они отличаются рядом других физиологических черт. Количество хлорофилла, однако, нельзя рассматривать как изолированный признак; оно тесно связано со всем физиологическим аппаратом растения, и прежде всего с окислительно-восстановительным потенциалом, и потому естественно, что мутация, воспринимаемая нами как вариация в сторону уменьшения или увеличения количества хлорофилла, в действительности гораздо сложнее: она захватывает все стороны физиологического аппарата в той или иной степени.

Но от этого высказанные нами соображения не теряют своей силы, тем более, что количество хлорофилла само по себе определяет судьбу растения при различных условиях освещения.

Не трудно видеть, что узкоспециализированные типы тенелюбов и светлюбив выигрывают по сравнению с более пластичными теневыносливыми растениями лишь постольку, поскольку они могут выносить или более слабое или, напротив, более яркое освещение; но это преимущество достигается за счет ограничения пространственного распространения, поскольку каждый из специализированных типов имеет узкую амплитуду пластичности и не может выносить больших вариаций освещенности. Отсюда, понятно, что мутационное сужение амплитуды пластичности, а с ним уточнение и совершенствование приспособленности к напряженности света должно иметь определенную границу, за которой существование вида подвер-

гается опасности вследствие сокращения пространственного распространения.

Помимо напряженности света, в естественных условиях изменчив также и его спектральный состав. Некоторые ученые, особенно К. А. Тимирязев и Шталь, выражали мысль, что зеленая окраска хлорофилла сама по себе является приспособительным признаком, поскольку с ней связано избирательное поглощение света. Это утверждение казалось особенно убедительным при сопоставлении разной окраски пластид у водорослей, где на ряду с зелеными мы встречаем синезеленые, бурые и красные оттенки окраски. Нужно заметить, что у синезеленых и красных водорослей окраска обуславливается прибавкой к хлорофиллу особых пигментов, синего фикоциана и красного фикоэритрина. Естественно притти к заключению, что образование этих добавочных пигментов явилось результатом приспособления к спектральному составу света в толще воды. Благодаря избирательному поглощению воды, красные лучи солнечного света весьма энергично задерживаются и практически совершенно отсутствуют, начиная с глубины примерно в 10 метров. Благодаря сильному отражению света от поверхности воды, особенно во время волнения, количество света, доходящего на глубину 1 м, по данным прямых измерений, составляет всего от 62.4 до 73.5%, а на глубину 10 м от 9.5 до 13.5% света, падающего в дневные часы (от 10 ч. утра до 2¹/₂ ч. пополудни). Таким образом, водным растениям, примерно с глубины 10 м и далее, придется жить в условиях не только пониженной общей напряженности света, но также в свете, почти лишенном красных лучей, особенно энергично поглощаемых хлорофиллом.

Отсюда понятно, что прибавка к хлорофиллу фикоциана и фикоэритрина, энергично поглощающих зеленые лучи, пропускаемые хлорофиллоном, представляется вполне целесообразной. Прямые опыты с измерением газового обмена фотосинтеза в разных лучах спектра показали, что у красных водорослей максимальная энергия фотосинтеза действительно падает на зеленые лучи, поглощаемые фикоэритрином.

Эти данные можно рассматривать, следовательно, как фактическое подтверждение специфического приспособления пластид к спектральному составу света, приспособления, специально изученного Энгельманном и известного под названием хроматической (красочной) адаптации. Экологические наблюдения над распределением водорослей разной окраски по глубине обитания выявили, что на тех предельных для фотосинтеза глубинах, где напряженность света падает до жизненного светового порога, встречаются исключительно красные водоросли (примерно 80—100 м). Бурые водоросли (включая диатомеи) несколько отстают, тогда как зеленые никогда не заходят на глубины, доступные красным водорослям. Здесь мы имеем как бы непосредственное доказательство приспособительного значения дополнительных к хлорофиллу пигментов. Наконец, прямые опыты Гайдукова и других альгологов и физиологов над синезелеными водорослями показали, что окраска их может изменяться в зависимости от спектрального состава падающего света, нередко приобретая характер дополнительной окраски.

Таковы вкратце аргументы, приводимые сторонниками хроматической адаптации. Между тем, предпринятые нами исследования этого явления привели нас к совершенно иным выводам.

Начнем с зеленой окраски хлорофилла. В спектре его поглощения совершенно нецелесообразным представляется выключение крупной группы зеленых лучей, которые в дневном свете подвергаются сравнительно малым относительным количественным колебаниям при движении солнца над горизонтом и соответственным изменениям толщины слоя атмосферы, через который проходят солнечные лучи. В смысле экономии поглощаемого света было бы несомненно выгоднее не выключать зеленые лучи. Поэтому Шталь считает, что выключение это целесообразно в другом отношении, именно как средство против перегрева пластид, вследствие слишком сильного поглощения света. Но перегрев этот был бы возможен, если бы световая энергия не находила применения в пластиде и превращалась в тепловую энер-

гию. При наличии же фотосинтеза поглощенная световая энергия переходит в химическую и уже по одному этому не может вызывать вредного перегрева пластиды. Кроме того, перегрев от избытка поглощенной энергии легко может быть устранен уменьшением концентрации поглощающего вещества. С другой стороны, зеленые лучи действительно могут утилизироваться в процессе фотосинтеза, как показывают прямые опыты с красными водорослями и зелеными растениями.

Наконец, нельзя упускать из внимания того обстоятельства, что избирательное поглощение хлорофилла имеет по существу только относительное количественное значение: при увеличении его концентрации зеленые лучи также поглощаются целиком.

Если мы обратимся к низшим растениям, к цветным бактериям и протистам, то здесь окраска очень сильно варьирует, и у водорослей наблюдается четыре основных тона: бурозеленый, синезеленый, красный и зеленый. Вместе с тем чрезвычайно показателен тот факт, что в верхних слоях воды морей, примерно до глубины 10—15 м, водоросли всех этих четырех окрасок живут совместно друг с другом. Мало того, красные водоросли, дальше других заходящие на глубину, в то же время имеют немало видов, обитающих на непогруженных, а только заливаемых волнами камнях и скалах. Этого не могло бы быть, если бы окраска пластид действительно имела приспособительный характер и была рассчитана на определенный спектральный состав света. В самом деле, когда мы имеем дело с приспособлением к напряженности света, то оно прежде всего выражается в определенном пространственном распределении растений в зависимости от силы освещения. Поэтому понятно, что в тенистом лесу мы не можем встретить типичных светолюбивых, точно так же, как на солнечных местах типичных тенелюбивых. Совместное нахождение водорослей разной окраски в верхних слоях воды ясно показывает, что, по крайней мере до 10—15 м глубины, окраска пластид не играет роли приспособительного признака к спектральному составу света.

Таким образом, приспособительное значение фикоциан и фикоэритрин могут иметь только на значительно больших глубинах. Но на этих глубинах наряду с существенным изменением спектрального состава света (исключение красных лучей) большую роль играет общая слабая напряженность света. Наши исследования над водорослями Черного моря показали, что приспособленность к напряженности света здесь, как и у сухопутных растений, выражается прежде всего увеличением количества хлорофилла, независимо от окраски пластид.

Так, у 17 видов, собранных с глубины, не превышающей 1 м, содержание хлорофилла колебалось от 0.04 до 0.23 г на 100 г сухого веса и в среднем составляло 0.14 г; между тем, у 9 видов, собранных с глубины от 10 до 50 м, количество хлорофилла колебалось от 0.21 г до 1.31 г на 100 г сухого веса и в среднем равнялось 0.59 г. Что в данном случае увеличение количества хлорофилла связано с ослаблением напряженности света, видно из того, что такое же явление наблюдается и на небольшой глубине у водорослей, обитающих в водах гротов и других мест со слабым освещением: количество хлорофилла и здесь увеличивается вместе с ослаблением света.

Наши исследования привели нас к заключению, что в каждой группе водорослей имеются те же основные типы, как и на суше, т. е. типы тенелюбов, светолюбов, и теньвыносливых растений, приспособленных к разной напряженности света.

Типичные тенелюбы держатся либо на большой глубине, либо в слабо освещенных гротах, либо, наконец, в тени более светолюбивых водорослей на небольшой глубине. Типичные светолюбы, напротив, обитают исключительно на неглубоких и открытых местах.

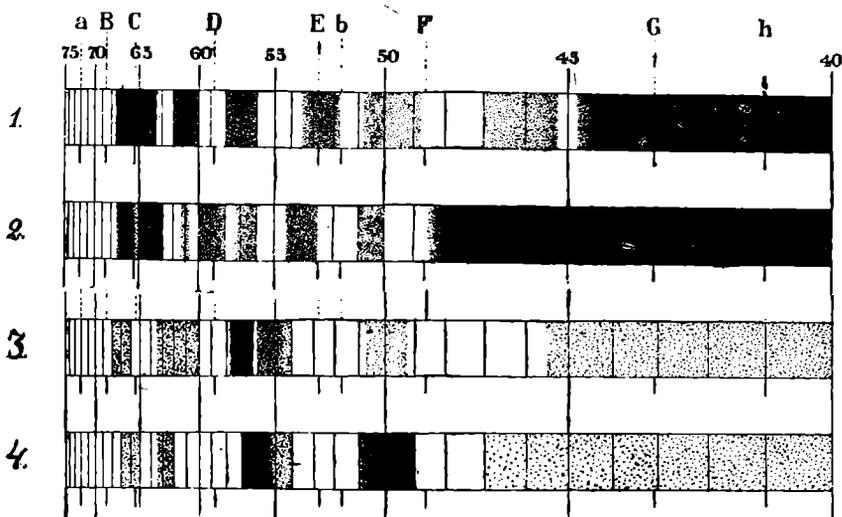
Что касается видов теньвыносливых, то в зависимости от освещенности местообитания содержание хлорофилла в них колеблется в довольно широких пределах, увеличиваясь вместе с ослаблением силы освещения.

У водорослей незеленой окраски наряду с увеличением количества хлоро-

филла увеличивается также количество дополнительных пигментов, причем у красных водорослей вместе с увеличением тенелюбия возрастает относительное количество фикоэритрина. Так, у мелководного вида *Ceramium ciliatum* на 100 г сухого веса было найдено 0.16 г хлорофилла и 0.23 г фикоэритрина, тогда как у глубоководной *Phyllophora rubens* количество хлорофилла равнялось 0.31, а количество фикоэритрина 0.64 г; соотношение $\frac{\text{хлорофилл}}{\text{фикоэритрин}}$ для первого вида равно 0.7, а для второго 0.4.

Отсюда ясно, что приспособленность к слабой напряженности света в воде на больших глубинах проявляется, с одной стороны, в увеличении концентрации всех пигментов пластиды, приводящей к усилению ее светопоглотительной способности; с другой стороны, наблюдается количественное изменение в соотношении между разными пигментами, причем у красных водорослей количество фикоэритрина возрастает в большей пропорции, чем количество хлорофилла. В этом факте как будто нельзя не признать влияния спектрального состава света. В самом деле, на глубинах свыше 10 м первые две полосы поглощения хлорофилла как бы выключаются вследствие отсутствия красных лучей; пигмент этот может быть использован как светопоглотитель, главным образом, в области синих и фиолетовых лучей, где у него имеются сильные полосы поглощения. Понятно, что в этих условиях увеличение количества фикоэритрина представляется вполне целесообразным, так как вместе с увеличением количества этого пигмента усиливается поглощение зеленых лучей, проходящих в толщу воды на большую глубину.

Чтобы подойти к решению вопроса о значении преимущественного накопления фикоэритрина на глубинах свыше 10 м, мы произвели прямые опыты измерения энергии фотосинтеза у водорослей разной окраски и разной глубины обитания. В результате оказалось, что по крайней мере до глубины 50 м окраска пластид сама по себе не играет сколько-нибудь заметной роли; на этой глубине оказались способными к фотосинтезу 31



Фиг. 2. Спектры поглощения: 1 — хлорофилла *a*, 2 — хлорофилла *b* по Вильштеттеру; 3 — фикоциана и 4 — фикоэритрина по Данилову.

не только красные водоросли, но также бурые и зеленые, как и высшие зеленые растения (*Zostera*, *Ruppia*).

Отсюда можно сделать вывод, что распределение водорослей по глубине обитания не только в зоне 10 м глубины, но и в зоне 50 м обуславливается не спектральным составом света и приспособленностью к нему окраски пластид, а другими факторами.

Нельзя не заметить также, что среди пигментов, присутствующих в пластидах незеленых водорослей, по спектру поглощения наиболее выгодным является все же хлорофилл. Как известно, благодаря избирательному поглощению воды, на значительных глубинах возрастает значение синих и фиолетовых лучей, наименее задерживаемых водой. Между тем фикоциан и фикоэритрин как раз эти лучи пропускают (фиг. 2); поэтому ни один из этих пигментов не может заменить хлорофилла на больших глубинах. Выше мы уже упоминали, что на больших глубинах наряду с красными встречаются также и бурые водоросли, у которых нет ни фикоциана, ни фикоэритрина, и усиление поглощения зеленых лучей достигается прибавкой к хлорофиллу особого каротиноида — фукоксантина. Соперничая с красными по глубине обитания, эти водоросли показывают, что использование менее прело-

ляемой части спектра для фотосинтеза может быть достигнуто также комбинацией хлорофилла с каротиноидами.

Изложенные выше данные и соображения приводят нас к заключению, что теория хроматической адаптации в том упрощенном виде, в котором она фигурирует в ботанической литературе, не имеет под собой ни экспериментальной, ни теоретической базы. Наиболее сильным аргументом в ее пользу является способность синезеленых водорослей изменять свою окраску в зависимости от спектрального состава падающего света. Явление это чрезвычайно интересно; к сожалению, оно до сих пор очень мало изучено как в отношении отдельных компонентов пигментной системы, так и в отношении фотосинтеза. Но по существу здесь мы имеем, по видимому, только количественную перегруппировку отдельных компонентов, которая изменяет оттенок окраски и не приводит к каким-либо глубоким качественным изменениям в составе пигментной системы. Что же касается того факта, что красные водоросли дальше других заходят в глубину, то до сих пор мы не имеем никакого экспериментального доказательства, которое непосредственно подтвердило бы решающее влияние спектрального состава света на вер-

тикальное распределение водорослей; поэтому остается невыясненным вопрос, идут ли красные водоросли на предельную для фотосинтеза глубину именно потому, что их пигментная система больше отвечает спектральному составу света на этой глубине, или же по каким-либо другим причинам.

На вертикальное распределение водорослей наибольшее влияние без сомнения оказывает напряженность света и температура; значение спектрального состава света остается пока неясным и экспериментально недоказанным.

Исходя из изложенной нами в предыдущей статье гипотезы о происхождении пигментов протоплазмы, мы можем себе представить, что пигменты эти, будучи продуктами побочного обмена веществ при сапрофитном питании, должны были быть разнообразны по составу и окраске уже по причине разнообразия пищевого материала. Это разнообразие как раз и наблюдается у низших форм, начиная от бактерий пурпурных и зеленых и кончая окрашенными протистами и одноклеточными водорослями. Оно сохранилось также в группе водорослей, дав четыре основных типа окраски: синезеленую, красную, бурозеленую и зеленую.

Пигменты возникли без прямого участия света, и способность образовать их в темноте сохранилась даже у высших форм, у которых использование световой энергии для фотосинтеза стало совершенно обязательным. Самыми древними пигментами протоплазмы были по видимому каротиноиды, так как мы встречаем их у животных, низших и высших, а также у растений, одинаково как автотрофных, так и гетеротрофных.

Каротиноиды обладают способностью вступать в химические соединения с белками и потому их можно считать продуктами специфического белкового обмена. Их связь с витаминами объясняет широкое распространение их в животном и растительном мире. Но каротиноиды, очевидно, вследствие своего химического состава не могут участвовать в фотосинтезе, как это доказано прямыми опытами с хромопластами. Способность к фотосинтезу обнаружилась лишь после появления зеленых пигмен-

тов типа хлорофиллинов, которые мы встречаем уже у пурпурных и зеленых бактерий. Комбинация из желтых каротиноидов и зеленых хлорофиллинов становится затем неизменной и необходимой у всех способных к первичному синтезу органического вещества растений. Это однообразие, по видимому, обуславливается химизмом образования хлорофиллинов и их связью с каротиноидами. После того как была установлена химическая близость каротина с фитолом, естественно возникает мысль, что хлорофиллины связаны с каротиноидами в процессе синтеза, что образование хлорофиллинов, быть может, является дальнейшим этапом превращения одного и того же исходного вещества.

К сожалению, химизм синтеза пигментов протоплазмы до сих пор совершенно невыяснен, и мы вынуждены пока ограничиваться только одними догадками. Тем не менее, неоспоримым и с филогенетической точки зрения чрезвычайно важным является тот факт, что комбинация из каротиноидов и хлорофиллинов оказалась именно той активной комбинацией пигментов, которая обеспечивает синтез органического вещества. Активность ее обуславливается не столько оптическими свойствами и характером избирательного поглощения, сколько свойствами химическими, ибо одних каротиноидов, несмотря на их большую светопоглощающую способность, оказалось недостаточно для осуществления химических реакций фотосинтеза.

Что касается фикоцианов и фикоэритринов, то эти пигменты также оказались активными в процессе фотосинтеза; по крайней мере в отношении фикоэритрина мы имеем достаточный экспериментальный материал в пользу этого заключения. Остается неясным только вопрос, могут ли эти пигменты осуществлять фотосинтез в отсутствие хлорофилла, или же они играют роль только сенсбилизаторов. Вопрос этот можно было бы решить, если бы удалось получить синезеленую или красную водоросль без хлорофилла, только с одним фикоцианом или одним фикоэритрином.

Во всяком случае эволюция пошла по пути упрощения пигментной системы

пластид и замещения дополнительных пигментов основной группой из каротиноидов и хлорофиллинов, вследствие чего, начиная с зеленых водорослей, мы наблюдаем поразительное однообразие окраски у всех высших растений как сухопутных, так и водных.

Таким образом, мы приходим к выводу, что наблюдаемое среди водорослей разнообразие в окраске пластид не носит характера специфического приспособления к спектральному составу света в целях усиления энергии фотосинтеза. Оно является отражением того более древнего процесса образования в протоплазме цветных светочувствительных веществ, когда впервые формировался фотосинтетический аппарат, и растение стало замещать химическую энергию световой в процессе синтеза органического вещества. Это был период отбора тех пигментов, которые в силу своих химических свойств могли быть активными в этом процессе. Несмотря на относительно резкое изменение спектрального состава света в толще воды вместе с глубиной, оно очень слабо отразилось на вертикальном распределении водорослей разной окраски. Его влияние оказалось только на предельных глубинах распространения, где в силу естественного отбора восторжествовали бурые и красные водоросли, поглощающие зеленые лучи в большей пропорции, чем зеленые водоросли. Нахождение этих водорослей на меньших глубинах вплоть до поверхностных слоев ясно показывает, что окраска их одинаково выгодна при самых разнообразных вариациях в спектральном составе света. Она могла бы быть выгодной и для сухопутных растений, поскольку присутствие дополнительных пигментов усиливает поглощение зеленых лучей, пропускаемых хлорофиллом. Эволюция пошла, однако, по другому пути, именно по пути упрощения пигментной системы, и зеленая окраска пластид сделалась господствующей, несмотря на ее недостатки в избирательном поглощении.

Рассмотренный нами материал дает основание высказать некоторые общие выводы о сущности тех явлений, которые мы привыкли обозначать термином приспособления. Прежде всего нам, ду-

мается, совершенно ясно, что в выработке приспособительных черт основным условием является генотипическая изменчивость организации растения, вследствие чего под влиянием внешних воздействий могут возникать самые разнообразные мутационные формы, согласно представлению Дарвина. Именно таким путем возникали наследственные расы с разной концентрацией хлорофилла в пластидах. Экспериментальное получение таких рас показывает, что они могут возникать под влиянием самых разнообразных агентов, вызывающих сдвиги в генотипе. Затем на сцену выступают жизненные факторы среды и начинается естественный отбор, который отбрасывает нежизнеспособные формы (в нашем случае альбиносы), а жизнеспособные распределяет в пространстве, соответственно количественным вариациям жизненного фактора (в нашем случае — напряженности света). В результате получается весьма совершенное приспособление формы к определенным комбинациям среды и количеству данного жизненного фактора.

Нетрудно видеть, однако, что термин приспособление в данном случае приобретает совершенно другой смысл, чем тот, который ему обычно придают, исходя из представления Ламарка. Обычно считается, что приспособление к некоторому внешнему жизненному фактору должно вырабатываться под непосредственным воздействием именно этого фактора, в нашем случае напряженности света. Типы тенелюбов и светолюбов должны были выработаться путем постепенного приучения растения к определенному световому режиму, т. е. путем перехода длительных модификаций в наследственные мутации.

Но все модификации укладываются в рамки пластичности генотипа, и уже по одному этому не могут дать чего-либо принципиально нового. Если, скажем, данный вид теневыносливого растения в тени может дать некоторое максимальное для него количество хлорофилла, то пребывание в тени, как бы долго оно ни было, не может вызвать дальнейшего увеличения пигмента без необходимого сдвига в генотипе. Такое увеличение уже выходит за рамки нормальной

пластичности данного генотипа и требует его изменения. Если бы такое изменение вызывалось под влиянием сильного или слабого света, то мы вправе были бы говорить о процессе приспособления, как о процессе взаимодействия организма и среды, вызывающем в генотипе определенно направленные целесообразные изменения (увеличение количества хлорофилла в нашем случае).

Но данные нашего анализа показывают, что сдвиг в генотипе может быть вызван самыми разнообразными агентами и притом в самое короткое время, причем получаемые таким путем новые формы могут быть разно направлены по отношению к данному жизненному фактору. Последний может совершенно не участвовать в этом сдвиге и действовать лишь как фактор естественного отбора. Ясно, что при таком процессе выделения типов тенелюбов и светолюбов трудно говорить о приспособлении, так как в действительности явление сводится к отбору мутантов, возникших независимо от влияния света.

Поэтому мы считаем более правильным применять в таких случаях вместо термина приспособление термин *специализация*. Согласно такому толкованию, биологические типы светолюбов и тенелюбов мы будем рассматривать как узко-специализированные типы, оказавшиеся жизнеспособными только при определенных условиях светового режима.

Что же касается хроматической адаптации, то явление это в настоящее время слишком мало изучено, чтобы можно было вскрыть здесь элементы приспособления. Мы не можем принять ту упрощенную гипотезу возникновения фикоциана и фикоэритрина в качестве дополнительных к хлорофиллу пигментов, которые рассматриваются как проявле-

ние приспособления к спектральному составу света. Более вероятной нам представляется мысль, что эти пигменты возникли под влиянием специфического обмена веществ, независимо от влияния спектрального состава света; возможно, что на больших глубинах последний фактор сыграл роль фактора отбора, в силу которого красные водоросли оказались самыми глубоководными; однако, это заключение еще нуждается в экспериментальном подтверждении.

Спектральный состав света сильно изменяется также на суше, особенно под тенью листьев деревьев; однако, никакой красочной адаптации у тенелюбов мы не находим.

Мы не будем останавливаться на других формах приспособления к напряженности света, связанных с ростом и развитием растений и их движениями. Этим явлениям будет посвящен наш третий очерк.

Литература

- Любименко, В. Н. Содержание хлорофилла в хлорофилльном зерне и энергия фотосинтеза. Труды СПб. о-ва ест. 41, 1910, стр. 1—266.
- Влияние света различной напряженности на накопление сухого вещества и хлорофилла у светолюбивых и теневыносливых растений. Труды по лесному опытному делу, 1909, стр. 1—110.
- О превращении пигментов пластид в живой ткани растения. Зап. Акад. Наук. Петроград, VIII сер., 33, 1916, стр. 1—274.
- Пигменты пластид и распределение пероксидазы по разным органам и тканям у высших растений. Изв. Бот. сада, 1916, стр. 1—22.
- Биология растений. Петроград, 1924.
- Фотосинтеза і хемосинтеза. Харків - Київ 1933.
- Любименко, В. Н. и Тиховская, Э. П. Recherches sur la photosynthèse et l'adaptation chromatique chez les algues marines. С указат. литературы. Труды Севастоп. биол. ст. Акад. Наук СССР, I, 1929, стр. 153—190.

ПРОБЛЕМА МИТОГЕНЕТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

С. Я. ЗАЛКИНД

III. БИОЛОГИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ МИТОГЕНЕТИЧЕСКИХ ЛУЧЕЙ. ТЕОРИЯ МИТОГЕНЕТИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА

Изложение фактических данных из области учения о митогенетических лучах (см. Природа № 2 за 1932 г. и № 3 за 1934 г.) позволяет нам подойти непосредственно к разрешению наиболее общих вопросов о биологическом значении митогенетических лучей и об интимном механизме вызываемого ими эффекта.

Первоначальное представление об открытых А. Г. Гурвичем коротких ультрафиолетовых лучах, как о митогенетических, т. е. вызывающих митозы, клеточные деления, пришлось существеннейшим образом дополнить значительным списком процессов, на ход которых, оказалось, могут влиять эти лучи. И если название „митогенетические“ сохраняет все же права гражданства и пользуется широким распространением, то это только результат известной инерции, отсутствия подходящего слова, которое оказалось бы объемлющим относящееся сюда весьма разнообразное содержание.

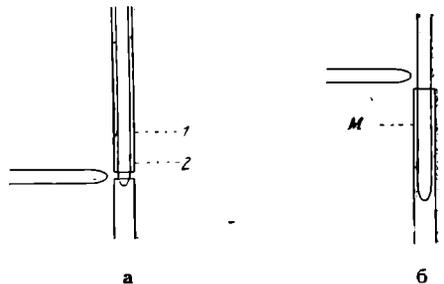
Мы остановимся последовательно на различных проявлениях биологического действия митогенетических лучей.

Ознакомление с теорией митогенетического эффекта невозможно без предварительного знакомства с некоторыми сторонами этого эффекта, имеющими высокое принципиальное значение.

1. ВТОРИЧНОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ

Здесь необходимо прежде всего остановиться на важнейшем явлении вторичного излучения. Сущность его в основном сводится к тому, что ряд

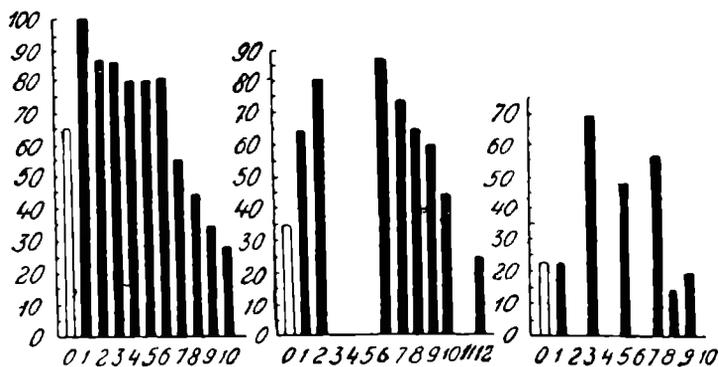
объектов при воздействии на них митогенетических лучей как от физических, так и от биологических источников становится на некоторое время источником вторично возникшего излучения. Анализ показал прежде всего необычайно широкое распространение этого явления для различных объектов, а также исключительное значение проведения вторичного излучения. Так, в применении к первому классическому объекту исследования — корешку лука — проведение эффекта благодаря наличию вторичного излучения демонстрируется следующими опытами. В корешке лука способные к делению клетки меристемы занимают сравнительно небольшой участок в дистальной части корешка. Выяснилось, что обычный индукционный эффект обнаруживается и в тех случаях, когда источник излучения воздействует либо на зону вытяжения (выше меристемы), либо на самый кончик корешка (фиг. 1). Наличие эффекта в этом случае приходится свести к распространению вторичного излучения от клетки к клетке.



Фиг. 1. а) Схема опыта индуцирования кончика корешка, результат индукции обнаруживается в зоне размножения клеток между 1 и 2; прямоугольники обозначают стеклянные трубки, в которые вставляется корешок — детектор. б) Схема опыта индукции зоны вытяжения корешка; М — верхняя граница зоны размножения клеток. (По Гурвичу.)

Окончательное же доказательство наличия в данном случае вторичного излучения дано в специальном исследовании Анны Гурвич, которой удалось показать, что скорость распространения вторичного излучения вдоль корешка равна 20—30 м в сек. и что каждая вспышка вторичного излучения в пределах отдельной клетки равна примерно 0,0001 сек. Применение спектрального анализа помогло выяснить полностью картину митогенетического эффекта в корешке лука. Оказалось, что в донце луковицы происходит первичное излучение окислительного характера, возникшие же здесь лучи, воздействуя на клетки корешка, вызывают распад заключенных в них питательных веществ (углеводов), в результате чего возникает вторичное излучение, имеющее на этот раз уже иной спектральный состав — линии углеводного распада (гликолиза).

Если, таким образом, сущность митогенетического режима для корешка лука является более или менее выясненной, — значительно сложнее обстоит дело с наиболее распространенным детектором митогенетических лучей — дрожжевой культурой. И здесь понимание эффекта возможно только при учете вторичного излучения. Мы видели выше, что интенсивность обычных биологических источников излучения равна, примерно, сотням квант на 1 кв. см в сек. и во всяком случае чрезвычайно мала; если при этом учесть способность ультрафиолетовых лучей полностью поглощаться дробными долями миллиметра той среды, в которой культивируются дрожжевые клетки (агар, сусло), то появление митогенетического эффекта в этих условиях может быть понято только при допущении, что первичное воздействие лучей на поверхностные клетки вызывает в них вторичное излучение, широко распространяющееся во все стороны и создающее тот общий эффект воз-

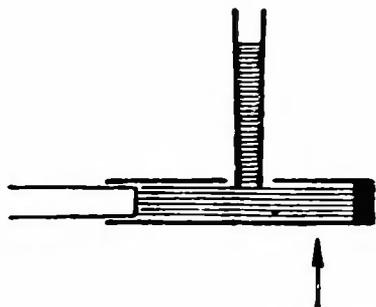


Фиг. 2. Распространение эффекта индукции за пределы непосредственного облучения (агаровые культуры). На абсциссах — расстояние в миллиметрах. Ординаты — индукционный эффект в %. Место непосредственного облучения обозначено светлым столбом. Результаты трех опытов. (По Гурвичу.)

действия лучей, с которым мы обычно имеем дело. Эти теоретические соображения приобретают и в этом случае достоверность при рассмотрении фактов из области распространения эффекта. Так, в случае работы с агаровыми культурами дрожжей при точном центрировании места непосредственного воздействия лучей через щель диаметром в 0,1 мм эффект удается обнаружить еще на расстоянии 12 мм в обе стороны от этого места, причем можно отметить скорость развития эффекта, — он проявляется тем позже, чем дальше отстоят участки культуры от места первичного воздействия (фиг. 2).

Не менее демонстративны данные, касающиеся распространения вторичного излучения в жидкой дрожжевой культуре на сусле. Прimitивное приспособление, хорошо иллюстрируемое прилагаемой схемой (см. фиг. 3.), позволяет исследовать наличие митогенетического эффекта в участке культуры, не подвергавшемся непосредственно воздействию лучей. Эффект этот можно свести только за счет распространения в культуре во все стороны вторичного излучения от поверхностных дрожжевых клеток.

Не менее интересны данные, касающиеся вопроса о вторичном излучении нерва. Помимо установления основного факта ряд данных позволяет составить представление о характере этого излучения.



Фиг. 3. Распространение эффекта в жидкой среде. Стрелой обозначено место облучения (перпендикулярно к плоскости рисунка). Исследовалась дрожжевая взвесь, взятая из вертикальной трубки. (Из Гурвича по Каннегассер.)

Явления вторичного излучения нерва представляют исключительный интерес в особенности потому, что первичное, например, физиологическое, излучение отдельных нервных волокон, связанное с их возбуждением, распространяется по нерву в силу наличия вторичного излучения. Это может быть очень элегантно показано специальными опытами, в которых седалищный нерв лягушки располагается между двумя дрожжевыми блоками помещенным перед дисками с определенно нанесенными щелями, сквозь которые производится облучение. Можно сказать, что „задняя“ (условно) поверхность нерва дает излучение (вторичное) только при определенном расположении щели, через которую производится облучение „передней“ поверхности нерва. В смысле скорости распространения вторичного излучения и продолжительности латентного периода нерв ведет себя в основном так же, как корешок лука. Вторичное излучение нерва является резонантным, т. е. спектральный состав вторичного излучения совпадает с составом источника первичного облучения. При монохроматическом облучении нерв дает полный спектр действовавшего на него источника. При воздействии панхроматическом (источник полного спектрального состава) получается вторично более или менее полный спектр. Интенсивность вторичного излучения нерва в известных пределах представляет собой

функцию интенсивности источника первичного облучения.

Специального упоминания заслуживает вопрос о вторичном излучении однородных химических тел, как глюкоза, нуклеиновая кислота и т. д. Все эти вещества оказались способными ко вторичному излучению.

Испытания вторичного излучения этих веществ показывают, что скорость распространения эффекта (десятки метров в сек.) и продолжительность латентного периода между облучением и ответной реакцией (тысячные доли сек.) того же порядка, что и для живых тканей. Проведение вторичного излучения идет без снижения (декремента) на протяжении многих сантиметров. Опыт проводится либо в открытых стеклянных желобках, в которых жидкость удерживается силой капиллярности, либо на длинных полосках фильтровальной бумаги, пропитанных испытуемой жидкостью.

Возвращаясь снова к организму, мы должны напомнить, что описанное нами в ряде случаев излучение являлось по характеру своему вторичным, — таково, например, излучение эпителия роговицы, первично вызываемое кровью, излучение печени *in situ*, вызываемое первичным воздействием лучей, и т. д. Необходимо отметить, что явление вторичного излучения представляется энергетически значительно более мощным, чем излучение первичное. В ответ на воздействие одного кванта энергии вторичный излучатель отвечает испусканием целого пучка расходящихся в разные стороны квант ультрафиолетового излучения.

Приведенных данных достаточно для того, чтобы показать значение вторичного излучения для всей проблемы митогенеза; более детальный анализ наблюдаемых здесь явлений выходит за пределы настоящей статьи.

Второе понятие, ознакомление с которым необходимо для построения теории митогенетического эффекта, сводится к вопросу о так называемом митогенетическом поле детектора. Под этим понятием подразумевается взаимодействие всех клеточных элементов, слагающих данную дрожжевую культуру. Эффект воздействия лучей в конечном итоге определяется именно состоянием этого поля детектора, его восприимчивостью к внешнему воздействию; состояние поля не только является решающим, как мы увидим дальше, в смысле количественной сто-

роны эффекта, но и во многих случаях определяет собой качественную его сторону, наличие стимуляции или депрессии.

Ограничившись пока этими предварительными данными, перейдем к перечислению основных проявлений митогенетического эффекта.

2. МИТОГЕНЕТИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ

На первом месте нужно отметить влияние митогенетических лучей на клеточные деления в смысле их преждевременного наступления. Это явление выступает перед нами с особой ясностью на корешке лука. Сущность его сводится к тому, что митогенетические лучи заставляют делиться клетки, не вполне созревшие для этого процесса, такие клетки, которые самостоятельно, вне влияния извне, вступили бы в процесс деления несколько позже. Это увеличение числа клеток и воспринимается нами как обычный индукционный эффект на корешке. В том, что представление о преждевременном делении „созревающих“ клеток является правильным, нас убеждают данные индуцирования отрезанных корешков лука, т. е. лишенных связи с питающим центром — луковницей. Если изучать такой корешок через $1\frac{1}{2}$ —2 часа после конца облучения, — мы отметим обычный эффект увеличения числа митозов на индуцированной стороне; если такой же корешок убить спустя 3—4 часа после конца облучения, — на индуцированной стороне мы обнаружим резкий дефицит, т. е. уменьшенное количество митозов по сравнению с контрольной стороной. Естественно возможное объяснение этого явления заключается в том, что созревшие для деления клетки были преждевременно вовлечены в этот процесс при индукции, а убыль их не могла быть своевременно пополнена, так как отсутствие притока питательных веществ в отрезанном корешке делает невозможным дальнейшее пополнение клеточных запасов пластических веществ.

С таким же ускорением в наступлении клеточных делений сталкиваемся мы и на другом объекте — в дрожжевой культуре; правда, здесь, особенно если говорить о культуре на жидкой питатель-

ной среде — сусле, отношения много сложнее. Классический эффект — увеличение числа почек в подвергнутой воздействию лучей культуре — вовсе не всегда знаменует собой появление новых преждевременных делений. В этом нас убеждает анализ изменения густоты культуры, т. е. абсолютного числа клеток, через несколько часов после окончания опыта. Выясняется, что если в некоторых случаях увеличение числа почек соответствует увеличению абсолютного числа клеток, — в других случаях увеличение почек сопровождается уменьшением количества дрожжевых клеток в облученной культуре по сравнению с контролем, — обстоятельство, приводящее нас к новому эффекту действия митогенетических лучей — к задержке размножения, т. е. к так называемой митогенетической депрессии.

Здесь естественно приходится поставить себе вопрос о сущности этой депрессии. Идет ли здесь речь о влиянии на каждую отдельную клетку, о временном, хотя бы и коротком, нарушении ее жизнедеятельности? Целый ряд фактов убеждает нас в том, что примененные нами интенсивности воздействия митогенетических лучей навряд ли могут оказывать длительное тормозящее влияние на клетки дрожжевой культуры. В этом нас убеждают прежде всего интересные данные, касающиеся вопроса о периодичности митогенетического эффекта.

При постановке серийных опытов, в которых детектор (жидкая дрожжевая культура) подвергается длительному воздействию митогенетических лучей (в течение 30—40 мин.), выясняется, что эффект, вызываемый различной экспозицией опыта от нескольких секунд до указанного выше длительного срока, показывает чередование стимуляции и депрессии на одном и том же детекторе.

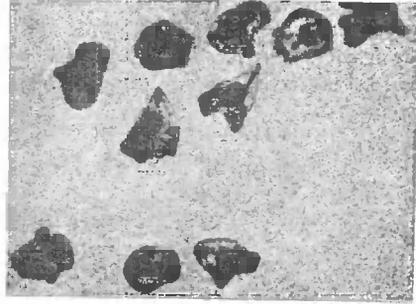
Это, конечно, несовместимо с представлением о каком-либо, хотя бы проходящем, нарушении физиологического состояния клетки. Кроме того, в ряде случаев удается отметить, что имевшая место через несколько часов после окончания воздействия депрессия сменяется позже нормальной или даже повышенной интенсивностью размножения, позволяющей облученной культуре догнать

контрольную. Единственно возможным объяснением является представление о том, что воздействие лучей отражается на митогенетическом поле детектора; в частности, в случае депрессии нужно представить себе, что первичное воздействие лучей приводит к трате, „расстрелу“, вторичных излучателей; этим нарушается нормальное состояние культуры, лучи быстро тушатся, проводимость резко падает, и способные к делению клетки не получают больше соответствующего импульса. Это приводит к снижению общего „делительного напряжения“ культуры, что в свою очередь внешне выражается в отставании абсолютного количества клеток по сравнению с контролем. Через некоторое время вновь созревшее поколение клеток — вторичных излучателей — может создать благоприятные условия для распространения лучей и стимуляции делений. Тогда мы получим, как сказано было выше, то, — на первый взгляд достаточно парадоксальное, — явление, когда продолжение воздействия приводит после депрессии к стимуляции, которая вновь может смениться картиной угнетения или временного полного отсутствия эффекта. Приведенные выше соображения кажутся нам достаточными для того, чтобы утверждать, что в анализе эффекта на первый план выступает представление о митогенетическом поле детектора, о статистическом характере наблюдаемой конечной картины, вытекающей из чрезвычайно пестрого взаимодействия стимуляции и торможения. Отсюда же нетрудно видеть, что мы очень часто не имеем оснований выделять депрессию как самостоятельный, в каком-то смысле противоположный стимуляции, феномен, а предпочитаем говорить о митогенетическом эффекте вообще, в смысле разницы в густоте культуры по сравнению с контролем, независимо от того, каким знаком сопровождается эта разница.

Очень иллюстративным примером эффекта, вызываемого тем полем, в котором находятся дрожжевые клетки, является исследование влияния так называемого контактного поля. Дрожжевая культура, помещенная в каплю крови, обладающей способностью к из-

лучению, показывает обычный митогенетический эффект стимуляции. Погружение в каплю крови, в которой ферменты инактивированы нагреванием и которая, следовательно, потеряла способность к излучению, не оказывает на дрожжевую культуру никакого действия. Мы видим, что излучение среды оказывается достаточно эффективным по отношению к дрожжевой культуре. Есть все основания полагать, что с аналогичными отношениями мы встречаемся и в случае собственного поля дрожжевой культуры, тем более, что ряд данных указывает на наличие излучающей способности питательной среды, в данном случае — сусл.

Сказанное выше относилось к той категории случаев действия лучей, которую можно обозначить понятием преждевременного вызывания клеточных делений. Вполне естественно поставить себе вопрос о возможности влияния лучей непосредственно на самый ход клеточного деления. Ряд фактов показывает, что предположение это является вполне обоснованным. Здесь необходимо отметить прежде всего, что в ряде обычных митогенетических опытов с учетом густоты культуры удается обнаружить увеличение абсолютного числа особей уже через час по окончании экспозиции. Такая быстрота развития эффекта совместима только с представлением о влиянии лучей на ритм уже идущего клеточного деления. Мы обладаем в настоящее время возможностью сделать это утверждение особенно демонстративным. Исторически обстоятельства сложились так, что по окончании воздействия лучами на детектор считали необходимым выждать некоторое время для того, чтобы дать возможность „эффекту развиться“, проявиться на большом количестве клеток детектора. Опыты, поставленные на трех различных объектах, показали, что в известной мере такая предосторожность является излишней; эффект удается обнаружить немедленно по окончании воздействия, длящегося всего несколько минут. Это показано для клеток жидкой дрожжевой культуры, где уже через несколько минут по окончании экспозиции удается отметить увеличение числа почкующихся клеток, —



Фиг. 4. Нормальные (слева) и подвергнутые воздействию митогенетических лучей патологические (справа) зародыши морского ежа. Источник излучения — *Vac. tumef.* (Из Гурвича по Magrou.)

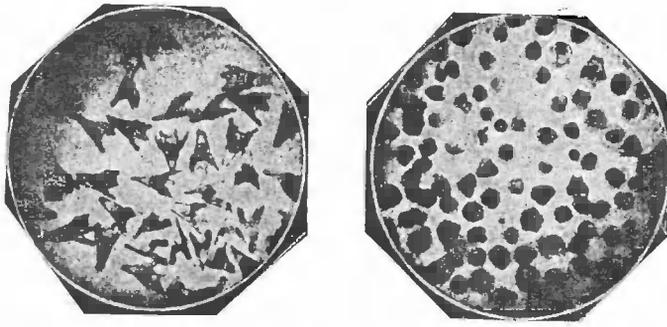
обстоятельство, указывающее как на чрезвычайную чувствительность наступающего клеточного деления к воздействию лучей, так и на возможность непосредственно влиять на уже находящееся в ходу клеточное деление. Особенно же существенным является то обстоятельство, что принципиально совпадающие результаты удалось получить на другом, гораздо более высоко организованном объекте — эпителии роговицы глаза лягушки, который является, как мы указывали уже, прекрасным детектором излучения; особенно же удобен он потому, что количество митозов в парных роговицах совпадает очень близко, расхождение не превышает 3—5%; поэтому необлученный глаз является контролем, позволяющим установить четко выраженный эффект воздействия. Выяснилось, что 3-минутной экспозиции достаточно для того, чтобы получить эффект в виде увеличения числа митозов, захватывающего различные, в том числе и поздние, стадии этого процесса. Полученные результаты могут быть истолкованы в данном случае только в смысле тормозящего действия лучей на уже протекающее клеточное деление. Не вдаваясь в анализ наблюдаемых здесь довольно сложных явлений, мы должны подчеркнуть только одну сторону вопроса — непосредственное влияние на ход сложного митоза у высших животных. Очень интересно отметить, что близкие результаты получены двумя румынскими авторами при воздействии в течение 5—10 мин. на клетки костного мозга кролика; и здесь удается обнару-

жить несомненное влияние на ход митоза.

В ряде опытов на яйцах морских животных была показана значительная стимуляция развития в смысле ускоренного прохождения различных стадий. И здесь речь идет о стимулирующем влиянии на размножение клеток.

Приведенные выше данные о влиянии лучей на ритм клеточного деления естественно ставят перед нами вопрос, влияет ли интересующий нас фактор еще на какие-либо стороны деятельности организмов. Мы видели уже выше, что как раз последние годы принесли ряд принципиально новых данных. Здесь необходимо в первую очередь отметить те случаи, где получаемый результат оказывается сложным и зависит как от изменения ритма клеточного деления, так и от воздействия лучей на другие стороны процесса.

Первыми исследованиями этой области являются опыты французских ученых супругов Магру (Magrou) над влиянием митогенетических лучей на ход развития личинок морских ежей. При этом им удалось показать, что длительное воздействие приводит к резкому нарушению правильности развития, к появлению уродливых карликовых форм, лишенных конечностей (см. фиг. 4, 5). Анализ показывает, что основным отличием этих личинок от нормальных является громадное количество клеток (так называемой мезенхимы), забивающих всю внутреннюю полость животного (фиг. 6). Таким образом, первым проявлением эффекта является, очевидно, стимуляция



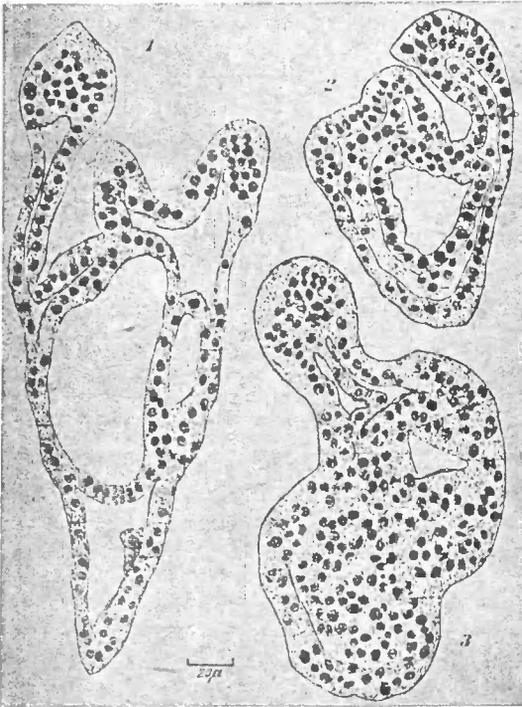
Фиг. 5. Источник — окислительная модель. Справа — уродливые карликовые зародыши. (Из Гурвича по Magrou.)

размножения клеток, но вряд ли этим исчерпывается все дело — некоторое нарушение правильного соотношения частей, усиленный рост одних за счет отставания других, говорит о том, что здесь мы имеем дело с существенным влиянием на формообразовательный процесс. Еще более интересный случай такого влияния, случай, где стимуляция

клеточного деления отстывает на задний план, представляет собой исследование Потоцкой, посвященное влиянию лучей на развитие плесневых грибов *Pennicilium*.

Здесь удалось обнаружить, что ряд отдельных этапов прорастания спор значительно убывает. Получены также указания на то, что у таких облученных спор носители продуктов размножения — конидиеносцы — морфологически отличаются от конидиеносцев контрольной культуры (величиной и большей разветвленностью). Это приводит нас к вопросу о влиянии лучей на рост, — область, в которой мы располагаем пока немногочисленными данными. Итальянскому исследователю Зирполо (Zirpolo) при измерении подвергнутых воздействию лучей корешков растений удалось показать увеличение их размеров, связанное с увеличением протоплазматической массы. Сходные результаты получены были Стрелиным и на более примитивном объекте — плесневом грибе *Rhizopus*.

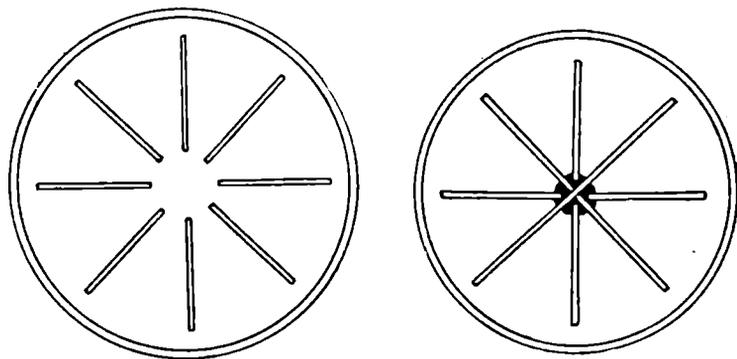
Несколько особняком стоят единичные, но чрезвычайно интересные данные, касающиеся вопроса о влиянии лучей на общую жизнеспособность развивающихся яиц. При культивировании яиц морского червя *Saccocirrus* в экспериментальных условиях развивается около 50—70% плодотворных яиц. При воздействии митогенетических лучей процент этот значительно повышается, достигая иногда 100%. Точно так же выносливость яиц по отношению к неблагоприятным внешним условиям (например, к воздействию слабых доз цианистых соединений) значительно по-



Фиг. 6. Разрез через нормальный зародыш (слева) и две облученные уродливые формы с громадным количеством мезенхимных клеток внутри (справа).

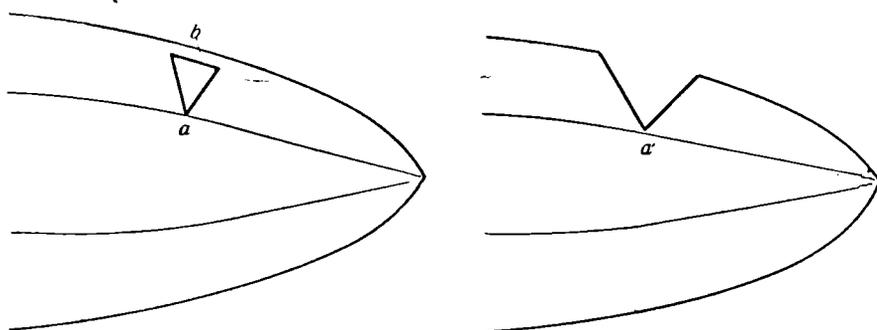
вышается при усилении митогенетического режима культуры. Объяснение этих фактов пока затруднительно; по-видимому, речь идет о каком-то влиянии на метаболизм яиц, скорее всего (по крайней мере для первого из приведенных примеров) нужно думать об усилении ферментативных процессов, результатом чего в свою очередь является изменение состояния яйца (т. е. развитие его).

Следующим биологическим процессом, на котором сказывается воздействие лучей, является процесс регенерации, очень детально изученный с этой стороны Л. Я. Бляхером и его школой. Полученные результаты показывают, что мы имеем здесь дело со сложным влиянием, не укладывающимся в рамки представления о простой стимуляции размножения клеток регенерата. Вкратце опыты эти заключаются в следующем. Мы указывали уже, что регенераты, в частности их некротизирующие участки, являются источником излучения. Вполне естественно было поэтому попытаться воздействием лучей изменить ход регенерации. В первой серии опытов головастики с клиновидными вырезами на хвостовых плавниках помещались в сосуды с кварцевым и стеклянным дном. Оказалось, что при

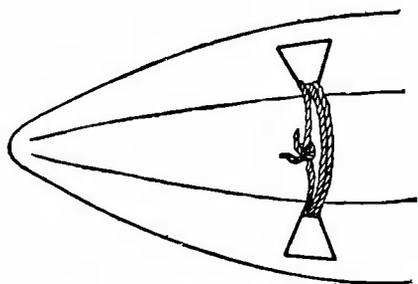


Фиг. 7. Слева — схема сосуда, в котором изучалось взаимное влияние регенератов хвоста головастика; справа — контрольный сосуд, в котором хвосты головастика были изолированы друг от друга. (По Бляхеру.)

постановке опытов немедленно после нанесения повреждения удается отметить ускоренную регенерацию вырезав у головастика, находившихся в кварцевых сосудах. Наблюдаемые здесь отношения оказались довольно сложными, и мы на них останавливаться не станем. В следующей серии была использована остромуная установка (см. фиг. 7), в которой головастики были помещены радиально, головами врозь, таким образом, что между регенератами хвоста могло происходить взаимодействие; в этом случае процесс регенерации шел много быстрее, чем в контроле. Наконец, в последней серии опытов авторы подняли интересный вопрос о роли конфигурации раны в связи с интенсивностью регенерации. Оказалось, что треугольная рана заживает быстрее клиновидной, открытой (фиг. 8); авторы склонны объяснить это влиянием поперечного участка *b* на область *a*. Доказательством того, что



Фиг. 8. Треугольная и клиновидная раны на плавнике хвоста головастика (см. текст).



Фиг. 9. Схема опыта с уничтожением при помощи ниток стимулирующего действия поперечного участка регенерата *b* на угол *a*.

в данном случае мы имеем дело с воздействием лучистой энергии, а не с диффузией каких-либо стимулирующих веществ, служат опыты, где участок *a* закрывался нитками (фиг. 9), — в таком случае стимуляция регенерации нацело отсутствует, несмотря на сохранившуюся неизменной возможность диффузии химических стимуляторов. Мы хотели бы подчеркнуть важнейший вывод этих работ — влияние лучей на регенерационные процессы. Это нужно сделать потому, что здесь дело не ограничивается только влиянием на клеточное размножение, но затрагивает и некоторые другие стороны процесса регенерации. В частности, стимуляция регенерации немедленно после нанесения раны делает очень вероятным влияние лучей на первые стадии регенерации, т. е. на так называемую эпителиализацию раны, сводящуюся в основном к перемещению эпителиальных клеток, затягивающих раневую поверхность; в нашем случае можно, очевидно, говорить о влиянии лучей на перемещение клеток.

К вопросу о влиянии митогенетических лучей на регенерацию непосредственно примыкают исследования Замараева, также вышедшие из школы Бляхера, посвященные вопросу о влиянии лучей на заживление ран. Несмотря на скудость имеющегося в настоящее время фактического материала, область эта обещает дать чрезвычайно интересные результаты. На спине крысы наносились 2 симметричные раны площадью в 100—150 кв. мм; одна из таких ран в течение нескольких дней подряд по 1½—3 часа подвергалась воздействию

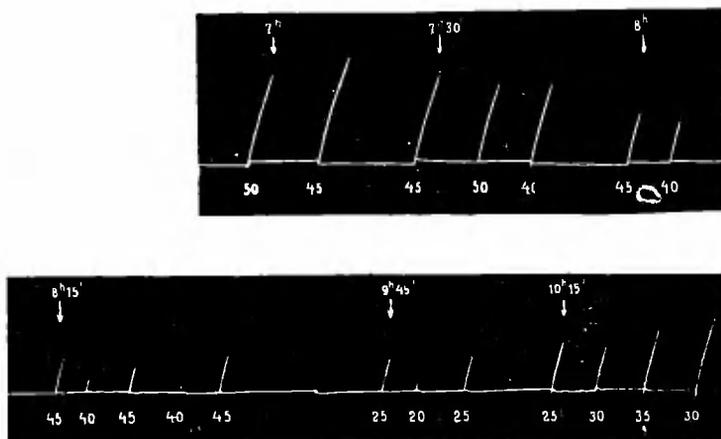
митогенетических лучей от мощного сравнительно источника (окислительная модель). В ряде случаев отмечалась резкая стимуляция заживления раны; предварительный гистологический анализ показывает, что в данном случае наблюдалось усиление процессов клеточного размножения (грануляции). Нет надобности лишней раз подчеркивать все значение этой проблемы.

Очень интересны данные, позволяющие утверждать, что лучи оказывают влияние на течение некоторых физиологических процессов, отнюдь не связанных с клеточным делением. Здесь мы в первую очередь должны сослаться на данные Цоглиной, посвященные вопросу о влиянии лучей на интенсивность движения мерцательного эпителия в пищеводе лягушки. Оказалось, что мерцательное движение не только является, как мы указывали выше, хорошим источником излучения, но и может служить очень демонстративным детектором воздействия лучей. Принцип постановки опыта очень прост. При помощи небольшого кусочка пробки, пробегающего между двумя строго ограниченными участками эпителия (см. фиг. 10), определяется относительная скорость мерцательного движения (по скорости пробегаания пробки); после установления некоторого, вообще говоря, весьма постоянного стайдарта этого движения над мерцательным эпителием располагается источник излучения, отделенный от эпителия кварцевой пластинкой (очень удобно в качестве источника использовать работающее сердце ля-



Фиг. 10. Изучение скорости мерцательного движения эпителия пищевода лягушки; изолированная верхняя челюсть. Нити — условные границы, между которыми измеряется скорость движения кусочка пробки (черный квадратик между нитями). (По Цоглиной.)

Фиг. 11. Парабиоз нерва, вызванный воздействием митогенетических лучей (источник — переваривание бекка). Миограмма сокращения мышцы, возбужденной подвергнутому облучению нервом. В 8 ч. 15 м. — так называемая парадоксальная стадия, между 9 ч. 15 м. и 9 ч. 45 м. — полный парабиоз (потеря возбудимости). После 8 ч. 45 м. — прекращение облучения. В 10 ч. 15 м. — начало восстановления нормального состояния нерва. Цифры на миограмме — расстояние между первичной и вторичной индукционными катушками в см.



гушки), затем спустя 5—10 мин. снова производится промер быстроты движения пробки, причем в исследованных до сих пор случаях обнаружено резкое замедление мерцательного движения. Вероятно можно найти условия, при которых удастся получить также и стимуляционный эффект.

В смысле влияния лучей на родственный мерцательному движению процесс мышечного сокращения до настоящего времени ничего неизвестно, но зато очень интересны данные, касающиеся вопроса о получении при длительном воздействии митогенетических лучей на седалищный нерв лягушки явления так называемого парабиоза. Сущность этого состояния нерва сводится, как известно, к тому, что при ряде воздействий (химическими веществами, теплом, различными видами лучистой энергии и т. д.) наступает своеобразное изменение возбудимости нерва, характеризующееся сначала извращением чувствительности (слабые импульсы дают более сильную реакцию, чем мощные), а затем и полной, хотя и обратимой, потерей возбудимости и проходимости для возбуждения подвергнутого воздействию участка нерва. Облучение в течение 30 мин. приводит к типичному парабиозу нерва, ничем не отличающемуся по своим внешним проявлениям, смене фаз, течению, обратимости и т. д. от парабиоза, вызываемого другими, гораздо более мощными, факторами (фиг. 11). Эти данные подводят нас вплотную к очень большому и интересному вопросу о связи

между митогенетическим излучением и нервной системой, в частности ее возбуждением; вопросы эти, однако, выходят за рамки настоящей статьи и должны стать предметом специального изложения.

Далее, говоря о значении лучей, необходимо упомянуть интересные данные Мардашова и Могилевского о том, что митогенетические лучи влияют на течение ферментативных процессов. Авторами исследованы два процесса — воздействие фермента аргиназы на аргинин и воздействие сахаразы на сахарозу, т. е. использованы как процесс белкового, так и углеводного ферментативного распада; в обоих случаях удалось отметить торможение ферментативного процесса.

Чрезвычайно интересными представляются довольно многочисленные сейчас данные, касающиеся вопроса о влиянии митогенетических лучей на проницаемость клеток и тканей.

Целый ряд фактов заставляет нас принять, что проницаемость клеток при воздействии митогенетических лучей резко повышается. Мы отмечали уже выше опыты Барона, посвященные изучению так называемого контактного поля; выяснилось, что не только под влиянием контактного излучения крови стимулируется размножение дрожжевой культуры, но и излучение крови получает новую нуклеолитическую компоненту, ему в норме несвойственную. Так как нуклеолитическое излучение характерно как раз для спектра дрожжей, то единственно возможное предположение

заключается в том, что митогенетическое контактное поле резко повышает проницаемость дрожжевых клеток, приводит к выходу в окружающую среду, т. е. в кровь, внутриклеточных ферментов и тем самым обеспечивает появление в крови новых источников излучения. Очень интересным подтверждением выставленного только-что положения являются опыты над облучением печени, в которых с несомненностью можно отметить выход ферментов наружу. Появление ферментов при этом констатировалось с помощью митогенетического спектрального анализа. Облученная в течение 30 мин. печень мыши находилась в жидкости Рингера, затем к такой жидкости добавлялась некоторое количество субстрата — глюкозы, белка, нуклеиновой кислоты, и митогенетический анализ обнаруживал в ней наличие всех указанных полос излучения, что можно было объяснить только выходом из клеток наружу соответствующих ферментов. Только-что упомянутые данные получили в самое последнее время прекрасное подтверждение в чрезвычайно интересных исследованиях И. Р. Вахромеева. Задачей его работы было установление выхода ферментов в окружающую среду не митогенетическим путем, а с помощью обычных химических методов. Объектом исследования являлась все та же помещенная в Рингеровскую жидкость печень, подвергавшаяся 30-минутному облучению; омывавшая ее жидкость подвергалась исследованию на убыль сахара, нуклеиновой кислоты и на присутствие ферментов; показано исчезновение некоторого количества сахара, чего никогда не удастся отметить при наличии необлученной печени, а также присутствие нуклеолитического фермента. Особенно интересны данные Вахромеева, связанные с изучением выхода из клеток печени окислительного фермента — к а т а л а з ы; повышение содержания каталазы определяется по количеству разлагаемой ею перекиси водорода.

Вопрос о роли митогенетических лучей как фактора, повышающего проницаемость клеток, приобретает особое значение в проблеме злокачествен-

ных новообразований. Одной из наиболее характерных черт раковой ткани является ее повышенная протеолитическая способность, т. е. способность растворять, аутолизировать, а следовательно, и прорасти окружающие ткани; эта повышенная способность к протеолизу связана со специфической особенностью ферментативной деятельности раковой ткани — с усиленным выходом наружу протеолитического фермента из клеток; это же последнее явление, основанное на повышенной проницаемости раковой клетки, связано, очевидно, с интенсивным митогенетическим режимом опухоли, которая является, как известно, мощным источником гликолитического, протеолитического и нуклеолитического излучения. Мы видим, таким образом, что влияние лучей на проницаемость клеток и тканей приобретает значение биологического факта первостепенной важности; дальнейшие исследования должны в этой области принести еще целый ряд ценнейших фактов.

Наконец, нельзя не коснуться вопроса о влиянии митогенетических лучей на морфологию биологических объектов. Мы видели, что в области формообразования у плесневых грибов и яиц получены уже весьма обнадеживающие данные. Задачей исследований, которые в настоящее время находятся в ходу, является показать, что и взрослый организм испытывает изменения в своей структуре при воздействии лучей. Наиболее удобным объектом исследования является дрожжевая культура, чрезвычайно чувствительная к воздействию лучей именно в отношении ее морфологии.

Читатель видит чрезвычайно интересную эволюцию наших взглядов на биологическое значение митогенетических лучей от первоначального представления о них как об агенте, стимулирующем клеточные деления, к нынешним взглядам на лучи как на значительный физиологический фактор, играющий важную роль во всей экономике организма, влияющий на целый ряд основных биологических показателей, таких, как рост, регенерация, проницаемость, ферментная деятельность, форма и т. д. Отмеченная выше распространенность мито-

генетических лучей, возникающих при ряде элементарных энергетических процессов, там, где мы имеем дело с простейшими молекулярными перестройками, — заставляет нас еще шире раздвинуть рамки чисто биологических представлений и рассматривать открытые Гурвичем лучи как широко распространенное явление природы. Мы встречаем здесь очень интересный пример положения, при котором биологический метод позволил сделать открытие из области самых общих естественно-исторических наук.

Говоря о митогенетическом эффекте, мы можем дать его характеристику по следующим показателям: 1) порог времени; здесь существуют большие индивидуальные различия между источниками — имеются приводящие уже через несколько минут к наличию эффекта (неорганические окислительные модели, физические источники), а также источники, дающие эффект только при экспозиции в десятки минут (гидра, некоторые стадии метаморфоза головастиков); 2) степень эффекта, т. е. величина отклонения от контроля, — описан ряд источников, дающих всегда значительный эффект; интересно отметить, что этого можно добиться и искусственно, например, путем освещения агаровой дрожжевой культуры ярким светом; 3) критичность эффекта — существуют источники, дающие сразу максимальную интенсивность эффекта, и другие, показывающие плавную кривую повышения; 4) порелом эффекта — быстрота появления депрессии при удлинении экспозиции; и здесь существуют большие различия между отдельными источниками, некоторые лишь крайне редко дают эффект угнетения; 5) наконец, показатель расстояния — также, повидимому, различный для различных источников. Практическая возможность классификации источников по эффекту значительно затрудняется, однако, непостоянством детектора, колебаниями его чувствительности, что часто приводит к изменению показателей эффекта при наличии неизменного источника излучения.

Теория митогенетического эффекта, т. е. разработанное представление о механизме воздействия лучей, построена в настоящее время в сущности только для одного объекта — дрожжевой культуры. В свете изложенного выше элементы теории представляются нам в следующем виде. На поверхность дрожжевой культуры (например, жидкой дрожжевой культуры) падает некоторое количество квант, исходящих от источника излучения; эти кванты воздействуют на находящиеся в поверхностном слое культуры вторичные излучатели, последние приходят в возбуждение и, испуская, как мы видели выше, пучок ультрафиолетовых лучей, приводят к тому, что в детекторе распространяется двойной эффект: 1) вступают в преждевременное деление созревающие клетки, увеличение их числа и будет обнаружено нами как

непосредственный эффект влияния на культуру, и 2) лучами будут задегты новые вторичные излучатели, возбуждение которых обеспечит продвижение волны вторичного излучения в культуру и охват все большего и большего количества клеток. От состояния и распределения вторичных излучателей самым существенным образом зависит количественная сторона и даже самое наличие эффекта. Состояние вторичных излучателей должно быть учтено при анализе депрессии и периодичности эффекта. Если воздействие лучей извне сказывается особенно сильным в смысле количества квант или чрезмерной продолжительности, то происходит „расстрел“ вторичных излучателей, крайне невыгодное для культуры выведение их из строя, что приводит к понижению „митогенетического поля“ детектора, к ослаблению лучистого его напряжения, что в свою очередь реально выразится в уменьшении количества получивших импульс к делению клеток. Внешне же это приведет к тому, что в такой культуре по сравнению с контролем значительно меньшее количество клеток будет делиться — культура отстанет в размножении, что мы и обозначим как угнетение, митогенетическую депрессию; если воздействие будет продолжаться — через некоторое время в строй вступит новая созревшая группа вторичных излучателей, тогда снова создадутся благоприятные условия для продвижения лучей в культуру, в связи с чем снова можно будет отметить стимуляцию, которая через некоторое время снова может смениться угнетением. Эти колебания в распределении вторичных излучателей могут быть, естественно, весьма значительными, что и определяет описанное нами выше явление — периодичность эффекта и большие индивидуальные колебания в его проявлении. Отсюда делается понятным, что при длительном воздействии лучей речь идет не о повреждении отдельных клеток, а только об изменении общего напряжения поля.

Эти же теоретические представления могут нам помочь в истолковании ряда давно установленных данных. Так, прежде всего объяснение себе находит тот на первый взгляд совершенно поразительный факт, что количественно одинаковый результат (т. е. увеличение густоты культуры на 20—40%) вызывается энергетически совершенно несравнимыми источниками — биологическим и физическим (кварцевая лампа, дуговая лампа). Объяснение заключается, повидимому, в том, что поступающие извне кванты энергии, действуя на самые поверхностные слои детектора, вызывают в нем волну вторичного излучения, сила которого определяется свойствами этих вторичных излучателей, независимо от индивидуальных свойств первичного облучателя. Таким образом, только поверхностные слои клеток испытывают на себе непосредственный эффект мощного воздействия физического источника, дальше же в глубину передается волна излучения, уже трансформированная соответственно свойствам данного детектора. В этом нас убеждает, между прочим, сравнение эффекта воздействия физического и биологического источников в случае, когда детектор представляет чрезвычайно тонким слоем клеток; тогда биологический источник дает нормальный эффект, в то время как воздействие источника физического

сопровождается отсутствием обычного индукционного эффекта — указание в пользу чрезмерной интенсивности воздействия. В свете сказанного выше понятным становится и давно уже установленный факт, имеющий кардинальное значение для всей теории и практики митогенетического излучения. Выяснилось, что фракционированная, прерывистая, подача митогенетического воздействия оказывается гораздо более благоприятной для получения эффекта, чем воздействие непрерывное. Это касается как порога излучения, т. е. минимальной, достаточной для получения эффекта экспозиции, которая в некоторых случаях, например, для мутации дрожжевых культур, может быть при фракционировании снижена в 50 раз, так и порога расстояний между источником и детектором, которое при применении фракционирования может достигать нескольких (3—5) сантиметров. Интересно отметить, что для некоторых источников, обладающих прерывистым излучением (мышца, нерв), введение фракционирования оказывается бесполезным, не создает никаких преимуществ. Практически фракционирование достигается включением в установку непрозрачного для лучей диска (из картона или целлулоида) с зубцами и вырезами, прикрепленного к оси мотора, дающего по возможности постоянное количество оборотов в минуту (около 1400). Ряд данных показывает, что количество зубцов и вырезов и их взаимное чередование представляется существенно важным в вопросах получения эффекта. Объяснение того значения, которое в проблеме получения эффекта имеет фракционированная подача раздражения, сводится, очевидно, к неравномерному подведению квант, своеобразному их разбрасыванию; естественно, что при этом создаются отдельные участки, получившие значительное количество энергии; существование таких местных очагов излучения оказывается крайне благоприятным для вызывания эффекта в детекторе. Наоборот, очень равномерная, непрерывная подача облучения, сопровождающаяся постепенным и систематическим „расстрелом“ вторичных излучателей, приводит к отсутствию эффекта. В этом нас убеждают опыты с так называемым вкрадыванием. Сущность их сводится к тому, что источник располагается на далеком расстоянии от детектора (очень удобно использовать мутацию дрожжей) и приближается к пороговому расстоянию только очень постепенно, например, с помощью медленных движений микрометрического винта. При этом происходит, очевидно, постепенное выведение из строя вторичных излучателей, связанное с равномерным освещением детектора, и в результате индукционный эффект отсутствует.

Мы видим таким образом, что, несмотря на ряд индивидуальных различий, связанных со свойствами отдельных детекторов, неизменно сохраняется общее положение: экспериментальная индукция „накладывается“ на собственное митогенетическое поле детектора, изменяя количество заданных лучами вторичных излучателей, а вместе с тем и количество вступающих в деление клеток.

48 Проблема митогенетического излучения имеет за последнее время чрезвычайную

чайную обширную литературу, вызванную острой полемикой, разгоревшейся вокруг этого вопроса. За 12 лет, прошедших после открытия лучей, число работ достигло нескольких сот, и сейчас уже несомненно созревает потребность в интернациональном журнале, целиком посвященном проблеме митогенетического излучения. Значительное количество работ падает на подтверждение основного факта, развитие его, выяснение отдельных частных сторон проблемы. Очень важным и очень отрадным обстоятельством является при этом то, что было уже отмечено нами в первой части этого обзора, — симбиоз ученых различных специальностей, участие в разработке проблемы не только биологов различных оттенков, но и представителей физики и химии. Несомненно, эта комплексность проблемы является большим ее достоинством. Нас, однако, здесь интересуют не эти положительные работы. Значительное количество исследований, как мы знаем, не приносит подтверждения основных данных различных сторон проблемы митогенеза. Эта разноречивость результатов заставляет нас попытаться найти общие причины отрицательных работ. Одной из причин неудач проверочных исследований следует признать недостаточно пунктуальное выполнение основных условий эксперимента. Субъективно, может быть, понятное стремление исследователя внести в методику исправление, рационализировать ее, попытаться обеспечить бесперебойность результатов и т. д. сводится зачастую к упущению некоторых мелких, но весьма важных, деталей методики; несомненно, игнорирование методических указаний основных работ влечет за собой известную долю неудач. Вторая группа причин связана с недостаточным знанием митогенетической литературы; на этой почве сплошь и рядом возникают очень неприятные недоразумения, приводящие к отрицательным результатам, чему можно было бы привести много примеров. Значительная доля неудач должна быть отнесена и за счет чрезвычайной неустойчивости биологических детекторов: достаточно небольшого отклонения от оптимальных условий опыта для того,

чтобы получить отрицательный результат. Вообще же необходимо сказать, что отрицательные результаты одной какой-либо работы не отражаются на стройности всей проблемы митогенетического излучения. Значительное количество очень разнообразных фактов, накопленных в различных областях ее и различными при этом методами, создающими основное здание проблемы, настолько основательно, что, естественно, не может быть поколеблено отдельными от-

рицательными работами, касающимися всегда только частных сторон вопроса. Несомненно, упрощение методики наряду с распространением митогенетической литературы приведет к исчезновению отрицательных работ и к еще большему расцвету, чем это мы имеем в настоящее время, всей проблемы митогенетического излучения, остающейся одним из интереснейших открытий биологии нашего века.

ЭНДЕМИЧЕСКИЙ ЗОБ

Проф. В. В. САВИЧ

Прежде долгое время зоб (*Struma*) считался болезнью горных стран. Альпы имели худую репутацию в этом отношении еще во время господства там римлян. Зобная эндемия в Альпах никогда не прекращалась. Увеличение щитовидной железы (щ. ж.) доходит до огромных размеров; иногда вес зобно-перерожденной щ. ж. доходит до 4 кг, вместо нормального веса в 25—50 г. Эти колоссальные разрастания сдавливали гортань, нервы, сосуды. Естественно было хирургам попытаться их удалить. И вот знаменитые хирурги Швейцарии — Реверден и особенно Кохер — стали удалять щ. ж. и получили картину заболевания, очень напоминающую ту, которая была перед тем описана под названием „микседемы“ и которая обуславливалась атрофией щ. ж. Эти операции и эти наблюдения послужили могучим толчком к изучению щ. ж. Роль ее в организме оказалась весьма значительной как в отношении нервной деятельности, так и в отношении обмена веществ. Достаточно только отметить, что при резкой выраженной микседеме, т. е. резкой атрофии щ. ж., наблюдается значительное понижение психической деятельности человека. С этим надо сопоставить, что очень нередко встречаются случаи идиотизма при зобном перерождении щ. ж. А малый рост кретинов хорошо согласуется с эксперимен-

тальными данными вызывания карликового роста животных, у которых в молодости удалена щ. ж. Итак, несмотря на огромное увеличение щ. ж., эндемический зоб дает картину функциональной нехватки щ. ж. в разных степенях.

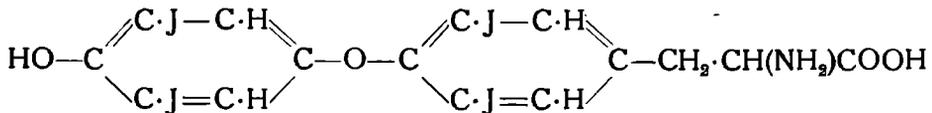
В виду этого понятен благоприятный результат препаратов щ. ж. при лечении кретинизма, возникающего на почве резкой гипофункции щ. ж. на фоне эндемического зоба. Особенно резкий успех получается, если лечение начато с раннего возраста. Тут получается заместительная терапия: недостаток работы щ. ж. возмещается внесением готового гормона, благодаря чему щ. ж., отдыхая от усиленной работы, несколько оправляется. Бидль приводит между прочим следующий яркий пример: 17-летний кретин из зобной местности, роста 141.5 см, совершенно неспособный к учению идиот; через 2 года лечения препаратами щ. ж. — рост достиг 160.5; зоб почти исчез; в результате — вполне работоспособный для крестьянской работы субъект. В виду резкого эффекта подобной терапии в Австрийской империи был закон об обязательном лечении препаратами щ. ж. кретинизма с малых лет.

Как правило, женщины гораздо чаще поражаются, чем мужчины; с каждой беременностью увеличивается и разрастание щ. ж. По большей части кругло приходится $\frac{2}{3}$ больных женщин и

$\frac{1}{3}$ мужчин. Однако чем интенсивнее в данной местности эндемия, тем меньше различие, и в конце концов оно исчезает, что указывает на очень сильное поражение зубом данной местности. Наконец, надо еще упомянуть, что вместе с развитием эндемического зоба наблюдается появление глухонемых идиотов. Все это — кретины, глухонемые, частое рождение нежизнеспособных детей — придает проблеме зоба большое социальное значение.

Конечно, давно возникал вопрос о причинах развития зоба. Бидль упоминает, что уже в 1867 г. было высказано 42 предположения о причинах этой болезни. С того времени было высказано еще много новых теорий, и все-таки мы не можем похвастаться, что знаем все причины, вызывающие зобное заболевание. Каждый день приносит неожиданности.

Прежде всего надо говорить об иоде и его значении в деле развития зоба. Тут надо раньше всего отметить, что Бауман доказал в щ. ж. значительное содержание иода, хотя в организме иода очень мало. Иод как бы скапливается в щ. ж. Затем Кендалю удалось выделить в кристаллическом виде гормон щ. ж. — тироксин, содержащий около $\frac{2}{3}$ иода в своем составе по весу. Наконец Harington и Barger получили тироксин синтетически и дали структурную формулу:



Тироксин является действующим началом щ. ж. и может заменять ее препараты, дача его повышает обмен веществ, улучшает психическую апатию миксематозного. Таким образом для образования тироксина щ. ж. необходим иод, который обычно получается с пищей. Понятно также, что нехватка иода неминуемо должна отразиться на функциональной способности щ. ж. Отсюда также ясно, что доставка нужного количества иода есть необходимое условие правильной ее работы, как совершенно справедливо формулировал уже давно это положение Кохер на основании анализа своего богатого клинического материала.

С этой точки зрения хорошо объясняется случай в Швейцарии. Два лежащие рядом кантона, причем границы чисто искусственно проведены между ними, однородное население, одинаковые экономические условия, одним словом — все одинаково, и тем не менее в одном кантоне эндемический зоб сильно распространен, в другом мало. При анализе оказалась виновной поваренная соль, причем в один кантон соль привозилась с малым содержанием иода, в другой — в большем. Оттого в первом было много зобатых, во втором их было мало.

Этот случай прежде всего указывает и на значение достаточной доставки иода для нормальной работы щ. ж., а также на роль поваренной соли в качестве пищевого средства, обеспечивающего иодом организм. К сожалению, наши источники соли недостаточно исследованы в отношении содержания иода. Несомненно у нас имеются большие колебания, как в вышеприведенном случае.

Само собой разумеется, этот случай послужил основой для целого ряда исследований о роли иода в деле развития зобной эндемии. Еще много раньше, в середине прошлого столетия, Шатен указывал на основании клинического анализа на иод в качестве надежного средства против зоба, а китайцы давным-

давно лечили зоб дачей золы морских губок: дело в том, что губки как продукт моря содержат в золе много иода. Лечебное значение иода особенно выпукло выдвигалось в работах швейцарских авторов. В связи с этим в Америке было предложено давать иод в минимальных дозах в период полового созревания, когда весьма часто наблюдалось набухание щ. ж., и с хорошим успехом. Итак, иод в конце концов признан стимулятором функциональной деятельности щ. ж. Дача малых доз иода часто предохраняла от развития зоба, или уменьшала его развитие.

Даже больше: в зобных местностях во время беременности происходит

большее увеличение щ. ж., чем в норме. Но кроме того и дети рождаются с увеличенной щ. ж., как следствие дефективной работы щ. ж. их матерей. Дача иода матерям предохраняла от развития зоба и у новорожденного. Жизнеспособность младенцев после иода повышалась. В связи с этим Smith видел в зобных областях, что дача иода беременным свиньям повышала функцию щ. ж., благодаря чему выживаемость поросят резко увеличивалась.

В виду этого в областях, пораженных зобом, стали давать так называемую Vollsatz, т. е. поваренную соль, к которой нарочно прибавлено KI 5 мг на кг; таким образом организму обеспечивается достаточная доза иода в сутки при обычном потреблении соли около 10—15 г. Врачи часто не учитывают, что, сильно ограничивая потребление поваренной соли, они нередко этим самым значительно снижают доставку иода организму. Особенно это имеет место при беременности, когда щ. ж. усиленно работает и когда необходимо дать организму достаточно иода. Однако профилактическое значение иода при беременности — это еще дело неблизкого будущего.

Введение подобной „полноценной“ соли сопровождалось в Швейцарии резким уменьшением заболевания, а также степени поражения. Этот результат был настолько демонстративен, настолько ярок, что вызвал перегиб в одну сторону. Элленбергер объявил нехватку иода главной и единственной причиной развития зоба: дайте только достаточно иода, и все будет благополучно! Новых случаев больше не будет, прежние пойдут несколько назад. Раз достаточно долго проводится профилактика иодом, эндемия неизбежно должна исчезнуть. Такова окончательная формулировка Элленбергера. Против подобного перегиба скоро поднялся ряд возражений. Обычно дело касалось приморских местностей, где море и его продукты давали большой баланс иода и тем не менее зобная эндемия существовала, часто до поражения 50% всего населения. Само собой разумеется, тут иод не давал никакого лечебного эффекта: и без того иода в организме было более

чем достаточно. Оттого целый ряд авторов столь же категорически высказался, что нехватка иода не есть единственная причина зоба; тут должны быть другие факторы. Успех в Швейцарии зависел от того, что там другие условия были благоприятны, и тут дача иода сыграла решающую роль.

Итак, надо идти дальше в анализе факторов, вызывающих зоб. Тут прежде всего надо обратить внимание на разного рода загрязнения питьевых вод.

В этом отношении очень поучительны работы Мэк Кэррисона, который занимается около 30 лет проблемой зоба экспериментально и клинически.

Прежде всего Мэк Кэррисон обращает внимание на развитие зоба, после введения в желудок культур бактерий, выделенных из испражнений больных зобом. Дача подобных культур беременной козе обусловила рождение козленка с развитым зобом и без шерсти, как это обычно бывает при нехватке щ. ж. у матери. Этот автор мог у крыс вызвать рождение крысят карликового роста. Это указывало на поражение щ. ж. у маток, вследствие чего рождались детеныши с неполноценной щ. ж. Мэк Кэррисон очень хорошо отделил значение чистоты. Среди многих вариаций опытов укажем следующие: животные помещаются в одинаковые клетки, одинаковый уход и одинаковая диета. Вся разница в том, что клетка ставится на клетку. Таким образом, из-за проволочного пола вся грязь с верхнего этажа падает в нижний. В результате в верхней клетке щ. ж. остается нормальной, в нижней резко увеличена: тут ясно указано значение загрязнения как фактора развития зоба.

Другой опыт. При определенной диете можно предохранить крыс от зоба лишь очень тщательным уходом (а); при обычном содержании и уборке развивается зоб (b); дача иода при такой же диете, при таком же уходе предохраняет от развития зоба (c); нарочитое загрязнение фекалиями вызывает зоб, несмотря и на дачу иода (d). Ясно, тут чистота содержания играет огромную роль в деле предохранения от зобной болезни. Иод стимулирует щ. ж., повышает выносливость организма, благо-

даря чему организм может справиться с известными неблагоприятными условиями (с), однако это действие далеко не абсолютное: усильте вредные факторы, и иод уже окажется бессильным предохранить от развития зоба (d).

Эти интересные опыты проливают свет на роль иода в Швейцарии. При сравнительно высоком гигиеническом уровне жизни в Швейцарии небольшая добавка иода может дать значительный перевес в пользу нормальной работы щ. ж., и зоб будет ликвидирован, как в опытах с (с). Напротив прибрежные страны могут быть очагами зоба, не взирая на большой баланс иода, как в опытах (d) Мэк Кэррисона.

Кроме опытов над животными были опыты над людьми. Давая молодым людям осадки, получаемые путем фильтрации воды, вызывающей зоб, Мэк Кэррисон обнаруживал явственное набухание щ. ж. у многих, но не у всех. После кипячения же эти осадки зоба вообще никогда не вызывали. С другой стороны, дача кишечных антисептических веществ вроде салола, тимола и др. давала явственный лечебный эффект в смысле уменьшения объема щ. ж. Подобным образом действовала мечниковская простокваша благодаря изменению флоры кишечника. Итак, интоксикации кишечного происхождения играют существенную роль в развитии зобной болезни.

Далее Мэк Кэррисон приводит случаи, где по речке расположен ряд селений, причем процент поражения все увеличивается по течению реки: очевидно, загрязнение речки увеличивается после каждого селения; в последнем селении зоба нет, благодаря тому, что тут происходит слияние с другой речкой с чистой водой.

Эти данные Мэк Кэррисона нам надо особенно помнить. Дело в том, что сейчас вопрос о питьевой воде в отношении некоторых местностей СССР стоит очень остро. Как раз недавно было произведено обстоятельное обследование зобной местности Марийской области (из б. Казанск. губ.) В. В. Милославским. Полученные данные рисуют весьма неблагоприятную картину водоснабжения. Они указы-

вают на загрязнение, и значительное, питьевых вод фекалиями. Конечно, химический анализ точно так же указывает на подобное загрязнение. В полном согласии с этим В. Г. Шипачев пишет о зобной эндемии в восточно-сибирском крае.

Итак, чистота является существенным фактором в деле изжития зобной эндемии.

Отсюда ясно, что вопрос о водоснабжении является важным делом в борьбе с этой болезнью. Нередко проведение воды из других местностей прекращало эндемию. Таким образом „водяная“ теория развития зоба твердо обоснована. Однако не всегда можно указать на причины возникновения зоба от воды: тут можно вопрос трактовать и с точки зрения токсической. Дело в том, что кипячение уничтожает струмогенные свойства воды; тут может быть: 1) стерилизация, 2) разрушение токсических веществ. С другой стороны, фильтрация через фильтры, задерживая бактерий, не уничтожает вредных свойств „зобной“ воды. Это говорит как бы за токсические вещества. Загрязнение может случаться и помимо воды вследствие негигиенических условий жизни: недаром часто наряду с зобом наблюдается заражение глистами. Оттого В. Г. Шипачев говорит о „зобных“ домах.

Однако имеются данные, которые говорят о значении пищевого фактора. В этом отношении любопытны острые набухания щ. ж. при эпидемиях зоба. Иногда подобные болезни возникают в гарнизонах. Среди симптомов отмечается и повышение температуры (до 37.8). Это как бы говорит за инфекцию. Однако, дача витаминов оказывала самый яркий лечебный эффект. Меньший эффект давала кишечные антисептические вещества. Комбинация давала наиболее резкое действие. Очевидно, тут главное — нехватка витаминов, оттого организм легко подвергается разного рода вредным агентам: легко подвергается инфекциям.

В частности овощи являются источниками витаминов и стимуляторами желудочной секреции. У собаки исключение витаминов ведет к ахилии; дача дрожжей быстро восстанавливает секрецию же-

лудочного сока (данные лаборатории Б. П. Бабкина). При отсутствии желудочного сока или его резкой гипосекреции легко возникают разного рода интоксикации с кишечника.

Все это выдвигает вопросы питания, как фактора развития зоба. Несомненно, нерациональное питание может чрезвычайно способствовать развитию этой болезни.

В этом отношении особое место занимает очень любопытное наблюдение Chesny, Clawson и Webster. Эти авторы в 1928 г. работали над кроликами и посадили их на диету с большим количеством капусты, вместе с овсом и сеном. К своему удивлению они заметили разрастание щ. ж. Тогда они подвергли это наблюдение экспериментальному анализу, который и установил струмогенное действие капусты, причем щ. ж. в среднем увеличивалась раз в 10 и больше против нормы.

При дальнейшем анализе оказалось, что сок капусты не обладает струмогенным действием, зато выжимки из капусты, особенно после повторного вымачивания водой, обладали особо резким действием на увеличение щ. ж. Точно так же значительно сильнее действовала кипяченая капуста, сравнительно со свежей. Зато сок, выжимаемый из капусты, обладает антиструмогенным действием, причем после кипячения этот эффект исчезает. Авторы считают это вещество антиструмогенным фактором помимо иода. Но в этой серии работ, совершенно неожиданно открывших новые горизонты в деле изучения зобной болезни, заключается еще одна любопытная подробность. Дело в том, что далеко не всегда капуста вызывала развитие зоба. Webster на основании своих впечатлений попробовал облучать ультрафиолетовыми лучами ту партию капусты, которая не вызывала развития зоба. И тут оказалось, что облучение резко усиливало действие струмогенного фактора. Облученная капуста стала вызывать сильное увеличение щ. ж.

Таким образом мы подошли к ультрафиолетовым лучам, как фактору развития зоба. В этом отношении работа Krause и Мопгое может служить любопытным дополнением. Крысы были на

определенной диете, причем через известный срок сухой остаток щ. ж. содержал 0.058% иода, та же диета плюс облучение дала лишь следы иода в щ. ж., та же диета плюс облучение, плюс иод дала 0.407% иода.

Итак, облучение сильно влияет на функции щ. ж., количество иода стало дефицитным при облучении, поэтому для щ. ж. условия работы сильно ухудшились из-за нехватки иода, хотя абсолютно иода вводилось столько же, сколько контрольным нормальным крысам. Теперь надо было добавлять иод, чтобы создать для щ. ж. нормальные условия работы. А это указывает, что далеко нельзя довольствоваться определенными нормами: они могут быть вполне достаточны в одних условиях и они окажутся явно малы при других. С другой стороны, это может пролить некоторый свет на развитие зоба в горных местностях, где часто чистая в бактериологическом отношении вода не избавляет поражения населения зобом. Там сильное облучение и человека и растения, и все это может действовать в смысле развития зоба.

Если мы ничего не можем сказать о химической структуре веществ, вызывающих зоб и могущих быть выделенными из капусты, то, с другой стороны, антиструмогенный фактор из сока капусты может быть с большой долей вероятности отнесен к витамину С, т. е. гекстрановой кислоте, выделенной из надпочечника и уже полученной синтетически. Конечно, не одна капуста может способствовать зобу: она только лучше изучена. Во всяком случае это указывает на важное значение витаминов в деле развития и предупреждения зоба. А это ставит проблему борьбы с зобом в область поднятия общего гигиенического уровня в широком значении этого слова, понимая в том числе и рациональное питание.

А на значение нерационального питания, как причину зоба, есть ряд указаний. Мэк Кэррисон показал струмогенную роль обильного введения жиров. В его опытах над голубями при определенной диете вес щ. ж. был 537 мг, прибавка масла увеличила его до 675 мг, олеиновая кислота дала еще большее увели-

чение — 900 мг, тогда как рыбий жир снизил до 93 мг. Действие рыбьего жира зависит не только от богатства иодом: тут играет роль и то обстоятельство, что иод в рыбьем жиру находится отчасти в виде органических соединений, сильнее влияющих на щ. ж., чем неорганический иод. Вероятно, богатство витамином А и D рыбьего жира тоже играет роль. Во всяком случае рыбий жир является полезным фактором, в то время как жиры вообще способствуют развитию зоба.

Может быть, опыты Е. и М. Меланбини еще показательнее: щенки одного помета, определенная диета + рыбий жир, вес щ. ж. 0.586 г; та же диета + коровье масло — вес 2.77 г; та же диета + усиленная порция масла — вес до 4.18—13.33 г. В виду этого понятны положения Гайера, что зоб развивается пропорционально потреблению молока. На это надо обратить внимание: дело в том, что некоторые авторы утверждают, что развитие зоба не зависит от санитарных условий и состава пищевого рациона населения. Конечно, они не разобрались в положении дела, не учитывали вредного влияния избыточно вводимого жира. Против этих положений надо спорить, елико возможно, ибо они сбивают с того пути, идя по которому можно надеяться выйти победителем в борьбе за ликвидацию зоба.

Итак, мы видим очень сложные соотношения, результатом которых является появление зоба. никоим образом нельзя свести возникновение зоба на одну причину. Всегда входит много факторов. Иод играет огромную роль в деле правильного функционирования щ. ж. Нехватка его ставит щ. ж. в тяжелые условия работы и тем предрасполагает к развитию зоба. Однако надо помнить, что трудно указать на необходимый *minimum* иода: вспомним опыты с облучением. Тут происходит повышенный запрос на работу щ. ж., и иода может не хватить, хотя без облучения той же дозы вполне хватило бы.

Другой фактор — чистота, в частности чистота питьевых вод. Как раз на

этом фронте у нас очень большой прорыв.

К этому надо прибавить, что часто зобатость идет параллельно с заражением глистами. На этот пункт надо обращать сугубое внимание, ибо эта проблема мало освещается, вернее — о ней просто забыли.

Третий фактор — питание. Тут входит очень много факторов, и мы далеко не можем считать, что задача уже решена. Вернее, она только намечена. Прежде всего надо отметить роль витаминов. Повидимому надо считать витамин С противозобным фактором. Рыбий жир тоже оказывает подобное действие, по содержанию иода несомненно играет роль противозобного фактора. Нехватка витаминов или витамина ослабляет организм в том или ином отношении и тем дает лишний шанс для развития зоба.

С этой точки зрения весьма показательно, что часто кипячение воды в зобных местностях может уничтожить вредные последствия. Это говорит, что бактериальные заражения могут играть большую роль, хотя некоторые авторы выдвигают богатство органическими веществами как причину заболевания.

Тут может играть роль изменение состава воды, помимо бактериальной флоры. Но роль воды в возникновении заболевания не подлежит сомнению: еще во время Плиния говорили о „зобных колодцах“.

Все это бьет в одну точку — борьбу за здоровую воду для широких слоев населения. Особенно теперь в период реорганизации деревни надо обратить сугубое внимание на вопросы водоснабжения. Без этого успех будет очень малый в деле изжития зобной эндемии. Как ни важно значение загрязнения питьевых вод фекальными бактериями в деле развития зоба, все-таки нельзя всю проблему зоба свести только к одному этому фактору. Имеются указания, что многие вещества вроде фтора могут играть роль как усилители вредного действия других факторов, а не сами по себе.

ИСТОРИЯ НАУКИ

СТОЛЕТИЕ СМЕРТИ В. В. ПЕТРОВА

Проф. Б. Н. МЕНШУТКИН

В 1934 г. минуло сто лет со дня смерти академика Василия Владимировича Петрова, и Институт истории науки и техники Академии Наук СССР отметил это торжественным заседанием 13 декабря 1934 г. У нас мало знакомы с научной деятельностью этого замечательного ученого, и я бы хотел здесь в немногих словах обрисовать ее и показать ее значение в истории русской химии и физики.

Василий Владимирович происходил из духовного звания и родился 8 июня 1761 г. в городе Обояни, б. Курской губ. Он приобрел среднее образование в Духовном коллегиуме Харькова; хорошие способности и большая настойчивость позволили ему затем получить высшее образование в Санктпетербургской учительской семинарии, которую он окончил в 1788 г. Пробыв три года учителем математики и физики в Сибири, в Кольвано-вознесенской горной школе (Барнаул), он возвратился в С.-Петербург, где ему удалось устроиться в Инженерном училище при Измайловском полку преподавателем математики и русского стила, а затем во втором кадетском корпусе учителем физики и химии.

Несмотря на природный недостаток — заикание, он настолько хорошо выполнял свои обязанности, что через два года, в 1793 г., был приглашен Санктпетербургской Медицинской коллегией учителем математики и физики в Медико-хирургическое училище при Военно-сухопутном госпитале. В 1795 г. это училище было преобразовано в Санктпетербургскую Медико-хирургическую академию, и В. В. Петров был повышен до звания экстраординарного профессора физики. В этой академии он работал затем почти до самой смерти и устроил там образцовый физический кабинет, получив в 1797 г. большую партию физических приборов из Лондона — всего на сумму свыше 6000 руб. Особенно кабинет обогатился в 1802 г., когда в академию поступило очень богатое собрание физических приборов Бутурлина в Москве; В. В. лично поехал в Москву и привез оттуда все то, чего еще не было в его кабинете. Наконец в 1805 г., когда Московская Медико-хирургическая академия была влита в здешнюю, прибавилось еще значительное число приборов. Таким образом, физический кабинет Санктпетербургской Медико-хирургической академии сделался в С.-Петербурге одним из самых хорошо оборудованных. В. В. составил подробный проект еще дальнейшего расширения физического кабинета, но проект этот не удалось осуществить за отсутствием средств.

В этом кабинете, пользуясь множеством имевшихся в его распоряжении приборов, В. В. произвел ряд замечательных работ в последние четыре года XVIII в. и первые XIX в., которые доставили ему значительную известность среди Санктпетербургских физиков и химиков. Академия Наук избрала его членом-корреспондентом в 1802 г., в 1807 г. — адъюнктом по экспериментальной физике, затем в 1815 г. — полным академиком. В Академии Наук он частью продолжал работы, начатые раньше, а затем сделал ряд новых исследований; он также очень интересовался метеорологией и вел непрерывно метеорологические наблюдения, вплоть до своей смерти 22 июля 1834 г. Несмотря на поиски, продолжающиеся уже в течение нескольких десятков лет, до сих пор не удалось обнаружить где-либо портрет В. В. Петрова.

Переходя к научной деятельности В. В., начавшейся около 1797 г., предположим прежде всего несколько слов о состоянии химии в то время. За какой-нибудь десяток лет до того член Парижской академии наук А. Лавуазье и с ним несколько других французских химиков произвели в этой науке полную революцию. Сущность этой революции состояла в том, что они отвергли те невещественные химические начала, которые господствовали в химии XVIII века, — начала Парацельса, видоизмененные затем И. Бехером, Г. Шталем и другими. Взамен их они ввели в химию элементы, простые вещества, считая такими те, которые при каждом химическом анализе остаются неразложенными, — элементы, предложенные еще И. Юнгиусом и Р. Бойлем за 130 лет до того. Правда, эту реформу Лавуазье не довел до логического конца, оставив все-таки среди химических элементов телотвор и свет, невесомые и невыделяемые в свободном виде начала.

Ученые того времени несколько односторонне смотрели на подвиг Лавуазье и считали главной его заслугой ниспровержение теории флогистона, важнейшего из невещественных элементов XVIII столетия. Некоторые химики продолжали стоять за флогистон и получили название флогистиков; другие высказались всецело за кислород и объяснение явлений горения при помощи последнего: они сделались антифлогистиками. Число последних непрерывно увеличивалось, но в самом конце 1790-х годов все-таки оставалось еще немало флогистиков.

В. В. Петрову, подобно другим ученым того времени, приходилось принять определенное решение: примыкать ли к новым учениям Лавуазье,

или нет? Как человек крайне добросовестный, он решил оставаться исключительно на почве выводов из тщательно поставленных опытов и приступил к очень подробно расследованию всех фактов, выдвинутых французской школой химиков. И вот он нашел ряд обстоятельств, касающихся именно реакции горения, вообще окисления, которые или были недостаточно выяснены на опыте, или прямо противоречили учению Лавуазье. Прежде чем высказаться окончательно в пользу нового или старого воззрения, необходимо было повторить эти опыты, оставив их самым безукоризненным образом и приняв все возможные меры предосторожности против ошибок. Это он и решил выполнить сам.

Эти-то опыты и составляют важнейшую его заслугу. Они описаны весьма подробно и точно в нескольких книгах и статьях; назовем здесь следующие: „Собрание физико-химических новых опытов и наблюдений Василия Петрова, профессора физики при Академиях Санктпетербургской Медико-Хирургической и Свободных Художеств. Санктпетербург 1801 года“. — „Известие о Гальвани-Вольтовых опытах, которые произволил профессор Василий Петров посредством огромной наипаче батареи, состоявшей иногда из 4200 медных и цинковых кружков и находящейся при Санктпетербургской Медико-Хирургической Академии. Санктпетербург. 1803“. Затем имеется ряд статей его в „Умозрительных Исследованиях Академии Наук“ до 1815 г. и далее в „Трудах Академии Наук“. Из всех этих работ наиболее важны две первые; статьи, помещенные в периодических изданиях Академии Наук, представляют собою (за исключением последней) повторение и развитие описанных в двух первых книгах опытов, причем результаты их вполне совпадают с полученными раньше.

Итак, посмотрим, какие конкретные вопросы В. В. Петров считал недостаточно разрешенными или противоречащими учению Лавуазье. Для этого представим слово ему самому и приведем несколько выдержек из предисловия к „Физико-химическим новым опытам“.

„... Когда, при встретившихся побудительных причинах, я занимался дальнейшими о различных предметах антифлогистической системы размышлениями, то оные постепенно доводили меня до многих таких парадоксов, что и самым просвещенным из новейших физиков не приходило еще на мысль произвести с возможной точностью некоторых весьма важных опытов, следствия коих могли бы служить им твердейшею подпорою новому сему учению, или побудили бы беспристрастных любителей опытной Физики поправить оное... А чрез сие самое скорее прекратились или гораздо уменьшились бы различные между Антифлогистиками и упрямыми флогистиками ученые споры, более или менее препятствующие успехам некоторых по крайней мере людей в физике и химии“.

„... Из оных (парадоксов) здесь упомяну только о важнейших, и оные состоят в том, что мне не случалось читать... чтобы кто либо... вздумал нарочно производить и действительно производил бы следующие опыты:

„1) В безвоздушном месте могут ли гореть какие нибудь естественные тела, не искусственные, какие, на-

пример, суть: обыкновенный порох, гремучий порошок...“

„2) Могут ли в безвоздушном месте, или не могут, образоваться металлические извести или как бы полукислоты?

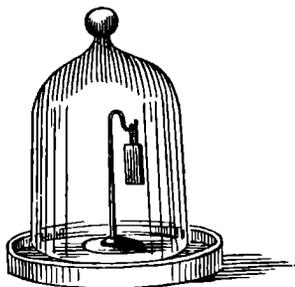
„3) Могут ли в безвоздушном месте, или не могут быть произведены совершенные кислоты, свойственные различным окисляющимся простым телам?

„4) Произведения, есть-ли бы оные могли происходить при сих действиях в безвоздушном месте, оказались ли бы тяжелее самих материалов для опыта употребляемых?“

„... И поелику исследование выше предложенных вопросов не могло бы иначе оставлено быть без производства в действие, как разве с нарочитою остановкою усовершенствования опытной физики; то и приняя я намерение... решать непосредственными опытами сии самые и некоторые другие задачи... Совершилось нетерпеливое мое желание... С 1791 года имею удобнейший случай, в рассуждении публичной должности при Санктпетербургской Медикохирургической Академии, пользоваться презрительными физическими инструментами... Опыты были сообщены Государственной Медицинской Коллегии, которая в рассуждении новости, а может быть и важности некоторых предметов, назначила мне время повторить публично главнейший из опытов в присутствии господ ее членов. А как и при самом публичном повторении следствия тех и других оказались совершенно сходственными с моим об них предуведомлением; то оною Коллегией и одобрено сие мое сочиненьице для напечатания казенным изданием.“

„Поелику я природный Россиянин, не имевший случая пользоваться изустным учением иностранных профессоров Физики и доселе остающийся в совершенной неизвестности между современными нам любителями сей науки; то я, особливо из последних трех причин, находил себя обязанным с возможной точностью повторять те же самые опыты мои и наблюдения. Но что принадлежит до краткости, связи, красоты, отборных слов и выражений, которые бы можно было употребить в приличных местах сего сочиненьица; то я предупреждаю читателей о таких в сем отношении недостатках, которые и самого меня побудили иногда желать какой-либо поправки или перемен: однако я находил себя отнюдь не способным к учинению оных во все такие грустные часы, в которые от различных причин возобновлялось в душе моей... унылое сетование о смерти добродетельнейшия и любезнейшия моего другини; а таковые печальные часы тем скорее одни за другими ко мне возвращаются, что я, здесь безродный, после нее остался с тремя осиротевшими дочками, из которых старшей только пять лет минуло“.

Первая серия опытов должна была дать ответ на вопрос: могут ли природные многосложные тела, подобно дереву, хлопчатой бумаге, колту, шерсти, гореть в безвоздушном месте? Эти опыты велись в приборе, представленном на фиг. 1, в колоколе, из которого воздушным насосом вытягивался воздух; а затем на горячее

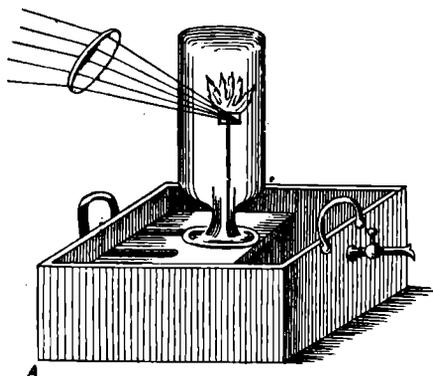


Фиг. 1.

тело направлялся фокус солнечных лучей при помощи большого зажигательного стекла или сферического вогнутого зеркала. Результат был всюду один и тот же: эти тела сгорали, с выделением дыма, но без пламени, и тем лучше, чем они были суше. При этом В. В. Петров подробно исследовал и возможные источники ошибок, напр., горение за счет воздуха, находящегося в порах горячего тела. Он определил это количество: оно оказалось ничтожно малым по сравнению с „мерой чистого кислотвора, потребной для сожжения известного количества сухих деревьев“. Эту меру он нашел, сжигая в чистом кислороде дерево в цилиндре, помещенном в пневматическую ванну (фиг. 2).

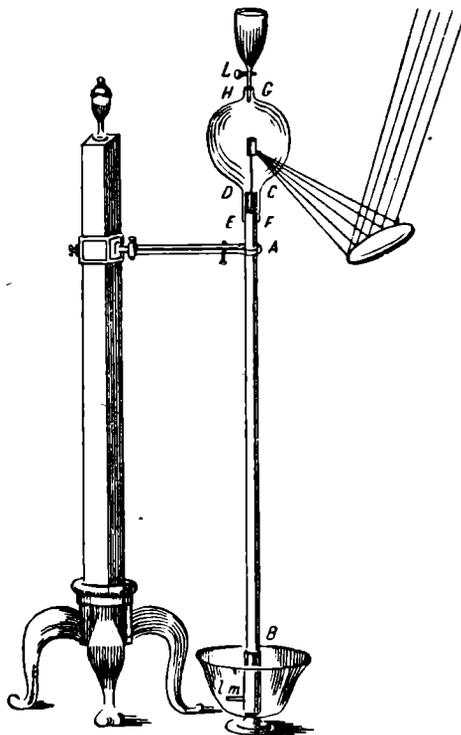
Наконец, эти опыты он проделал и в „совершенном или Торрицеллиевом безвоздушном месте“, в более сложном приборе, изображенном на фиг. 3. На трубку *AB*, длиною 32 дюйма, он одевал шар *DEFCGH*, в котором находилось предназначенное для горения дерево. Шар он наполнял ртутью до краника *L*; затем выпускал ртуть через трубку *m* и повторял эту операцию до тех пор, пока столб ртути в *AB* не сравнялся с барометрическим. И в такой барометрической пустоте дерево, особенно сухое, хорошо горело в фокусе солнечных лучей. Совершенно такие же результаты он получал, зажигая в безвоздушном месте природные тела при помощи электрического тока своей „громоздкой батареи“, о которой речь будет в конце этого очерка.

Из всех этих опытов сам В. В. Петров сделал такое заключение: „где находится кислотворный



Фиг. 2.

гас, или по крайней мере основание его, кислотворное вещество, соединенное с твердыми, жидкими и воздухообразными телами, там только и может происходить горение, при помощи такой температуры, которая способна для произведения новых простых или сложных средств, какие могут быть между составными частями“. Выражаясь теперешним языком, он пришел к выводу, что в пустоте горят сложные тела, имеющие в своем составе кислород, за счет этого последнего образуя продукты горения. „Я надеюсь, —



Фиг. 3.

говорит он, — что просвещенные и беспристрастные физики по крайней мере некогда согласятся отдать трудам моим ту справедливость, которую важность сих последних опытов заслуживает“. Итак, горение природных тел в безвоздушном месте ничуть не противоречит учению Лавуазье.

Во втором ряде опытов В. В. Петров нашел, что в пустоте не горят, ни в фокусе солнечных лучей, ни на раскаленной чугунной плитке, такие крайне легко зажигающиеся на воздухе тела, как камфора, винный спирт, серная и уксусная наффы (т. е. этиловый и уксусноэтиловый эфиры), скипидар: под влиянием высокой температуры они подвергаются лишь перегонке и возгонке.

Третий и очень большой отдел опытов имел целью выяснить, могут ли гореть в безвоздушном месте простые тела и давать при этом извести, (т. е. по-теперешнему окислы; не забудем, что в то время окислы считались, согласно учению Лавуазье, кислотами; полукислотами называли

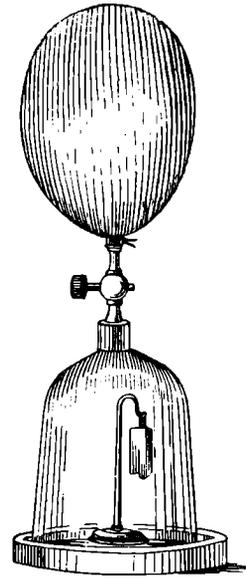
окислы, нерастворимые в воде, но показывающие кислотные свойства, как двуокись олова). „Между простыми горючими твердыми телами от Антифлогистиков считаются: чистый Кункелев фосфор, чистая горючая сера, чистые металлы“; а в позднейших опытах В. В. Петров к числу их прибавил еще металлы щелочей. Как известно, Г. Дэви получил в октябре 1807 г. „металлоиды“ калий и натрий, а в марте 1808 г. — кальций, барий, магний. Из них „удобнее всех делать испытания над горением фосфора: ибо он может медленно гореть в воздухе при теплоте его около 10° . И ныне за несомнительную истину почитается то, что свечение сего фосфора есть ничто иное, как медлительное его горение или соединение его с кислотворным веществом“.

Прежде всего В. В. Петров повторил опыты гарлемского физика фан Марума, сделанные в 1795 г., и вполне подтвердил их, а именно, что в воздухе под давлением на 2—6 линий (5—15 мм) ртутного столба меньше обыкновенного фосфор светится ярче и лучше загорается. Под колоколом, где давление воздуха было 2—3 линии ртутного столба, фосфор показывал явления света и слабого пламени, но быстро угасал; это В. В. Петров приписал небольшому количеству оставшегося кислорода. В барометрической же пустоте фосфор не светился и при нагревании трубки лишь перелетал с места на место: убедительное доказательство «неспособности фосфора к горению и невозможности происхождения из него кислоты в безвоздушном месте». То же наблюдалось и для серы, и для древесных, хорошо пережженных углей: они не горели в безвоздушном месте.

Все эти опыты заканчиваются словами: «Известием о сообщенных мною опытах, относительно к негорению простых тел в безвоздушном месте, или без содействия воздуха, довольно уже оправдывается беспристрастие мое к флогистической и антифлогистической системе».

Упомянутое уже выше открытие металлов щелочей позволило В. В. Петрову распространить свое исследование и на калий; эту работу он опубликовал в 1823 г. Из этой объемистой работы приведем лишь наблюдения над «удивительным свойством потассия (т. е. калия) загораться с пламенем при первом соприкосновении с водою», сделанные для выяснения того, „может ли оказываться свет или пламя при разрешении воды потассием без свободного доступа к ним атмосферного воздуха?“, и для проверки теории В. В. Петрова, что газ кислотвор состоит не только из кислотворного вещества и теплотвора, как учил Лавуазье, но содержит еще и свет, который выделяется при горении или свечении.

Когда потассий действовал на воду в безвоздушном месте, то едва наблюдалось изредка слабое блистание; при помещении металла (в разных условиях) в прокипяченную воду, накрытую слоем горного масла, свечения не было, хотя иногда наблюдались сверкания. „Итак, из последствий всех моих опытов, деланных различными способами над потассием, которым разрешалась вода без свободного доступа к ним воздуха, должно заключить, что явление весьма яркого и продолжительного света или пламени, с каким сей металлоид сгорает на открытой поверхности



Фиг. 4.

воды, зависит и а и п а ч е от разрешения кислотворного газа как составной части атмосферного воздуха“.

Более коротка четвертая серия опытов над горением „многосложных тел в таких газах, в которых горящие тела мгновенно погасают“. Были всего испытаны восемь газов, не поддерживающих горение. Окончательное расположение опыта дает фиг. 4, где предстало горение дерева, возможно сухого и распиленного на тонкие дощечки; банку наполняли необходимым газом из бычьего пузыря и зажигали дерево лучами солнца. Горение происходило как и в безвоздушном пространстве, и такое горение „позвоительно изъяснить точно по тому же самому умозрению, каковое мною уже прежде предложено“, т. е. могут гореть лишь тела, заключающие в своем составе кислород.

Путно В. В. Петров интересовался и другими обстоятельствами, связанными с этими опытами; так, он точно определил, что фосфор начинает светиться при температуре около $+7$, $+8^{\circ}$ Р: ее „едва ли не должно почитать таким пределом, ниже которого свечение или медленное горение фосфора не может уже совершаться в атмосферном чистом воздухе“. Он далее исследовал самые разнообразные „пирофоры“, т. е. тела, светящиеся в темноте, и разделал их на два отдела: а) пирофоры растительного и животного происхождения, как гнилое дерево, светящееся мясо: в них причину свечения он видит в процессах окисления; б) пирофоры минеральные, которые светятся в темноте после освещения солнцем, т. е. показывают явления фосфоресценции. В этих последних явлениях, изученных им на плавленом шпате и на „кантоновом фосфоре“ (продукте сплавления двух частей известняка с одной частью серы), кислотвор совершенно не участвует, температура влияет немного, и причина свечения неизвестна.

Таковы важнейшие работы В. В. Петрова в химии. В результате их он уже к 1801 г. получил вполне определенные ответы на поставленные вопросы и тем устранил последние сомнения в полной справедливости учения Лавуазье. Он сам сделался убежденным антифлогистиком и стал проводить взгляды Лавуазье в своих лекциях.

В. В. Петров показал себя превосходным экспериментатором, делавшим самые сложные опыты с уверенностью, многократно повторявшим их и вполне ручавшимся за все свои результаты. Он все время имел в виду возможность ошибок и принимал самые решительные меры к устранению их, как это видно в подробных описаниях опытов. Добавим, что он владел иностранными языками и внимательно следил за иностранной химической литературой: все его статьи переполнены ссылками на работы предшественников, к которым он относится строго критически.

Значение упомянутых выше работ В. В. Петрова в истории русской химии громадно. Нет сомнения, что именно его опытные доказательства полной достоверности нового химического учения, основанного А. Лавуазье, которое он сам преподавал, и были причиной быстрого распространения этого учения у нас. Современники В. В. Петрова, члены нашей Академии Наук, как В. М. Севергин, Я. Д. Захаров, — все были антифлогистиками. В своей Истории химии в России П. И. Вальден говорит, что среди русских ученых самого конца XVIII и самого начала XIX веков не было ни активных борцов, ни активных противников кислородного учения Лавуазье. Что не было активных противников — вполне естественно именно потому, что у нас был весьма деятельный борец за это учение, который своими тщательными работами поставил его вне всякого сомнения для каждого беспристрастного ученого. С этой точки зрения мы и должны оценивать химические работы В. В. Петрова: он является у нас распространителем и поборником новой химии.

Как физик В. В. Петров работал главным образом по электричеству. Я назвал уже книгу его 1803 г. о гальвани-вольтовых опытах, которые делались при помощи громадного гальванического столба. Этот столб состоял из последовательно приложенных друг к другу кружков медного, цинкового и бумажного, смоченного раствором нашатыря; таких троек было до 4200, и полный такой столб занимал длину около 13 метров. Каждый раз перед употреблением металлические кружки надо было чистить серной кислотой, песком; один человек в час мог вычистить

40 кружков. Можно себе представить, сколько труда стоило подготовить такую батарею для опыта.

Из многочисленных опытов с нею я здесь упомяну несколько. В. В. Петров наблюдал электрические искры; свечения и зажигания, производимые „гальвани-вольтовой жидкостью“. Эти светозыме явления возникают безразлично на воздухе и в безвоздушном пространстве и не имеют отношения к кислотворному газу. Если на стеклянной пластинке приближать друг к другу два угля, соединенные металлическими проводниками с полюсами громадной батареи, то при достаточной близости друг к другу они образуют весьма яркий белый свет „или пламя, которым темный покой освещен быть может“. Это — первое известие о получении вольтовой дуги, открытие которой обыкновенно приписывают Г. Дэви, описавшему ее через несколько лет после В. В. Петрова.

Подобные же пламена он получал между углем и пластинкой металла и зажигал этими пламенами горючие тела. А если этой „гальвани-вольтовой жидкостью“ нагревать смесь оксида с углем или с саом, то оксид (т. е. окисел металла) превращается в металлический вид. Мы имеем здесь первую во времени электровыплавку металла. Затем он воспроизвел разложение воды, за два года до него осуществленное Никольсоном и Карлейлем, разложение винного спирта, растительных выжатых масел.

Дальнейшие опыты описаны в книге: „Новые Электрические Опыты профессора Физики Василия Петрова, который оными доказывает, что изолированные металлы и люди, а премогие только нагретые тела могут соделываться электрическими от трения, наипаче же стегания их шерстью выделанных до нарочитой мягкости мехов и некоторыми другими телами; также особливые опыты, деланные различными способами для открытия причины электрически явлений. Санктпетербург, 1804“. О самих этих опытах можно здесь не говорить; они достаточно названы в заглавии книги. Что же касается теории электричества, то он принимал электрическое свечение вызванным светом, находящимся в кислотворе; поэтому электричество вообще может образоваться только в присутствии этого газа.

Институт истории науки и техники Академии Наук СССР предполагает в непродолжительном времени выпустить сборник, посвященный памяти В. В. Петрова; в этой книге интересующиеся найдут много новых данных о жизни и научной деятельности его, которые мы не могли затронуть в этом кратком очерке.

ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ СОЮЗА ССР

ЛОВЧОРРИТ, ЛОПАРИТ И ЭВДИАЛИТ ХИБИНСКИХ И ЛОВОЗЕРСКИХ ТУНДР КАК ИСТОЧНИКИ РЕДКИХ ЗЕМЕЛЬ И МЕТАЛЛОВ

Т. Е. ВУЛЬФ и К. К. ХАЗАНОВИЧ

Хибинские и Ловозерские тундры, расположенные в центре Кольского полуострова—одно из замечательных мест Советского Союза. По своеобразию комплекса щелочных слагающих их пород, по разнообразию минералов и по богатству полезных ископаемых они не имеют себе подобных.

Особенно большой интерес в этих массивах представляют руды редких металлов и редкоземельные минералы.

В Хибинских тундрах известны: крупнейшие месторождения сфеновых пород; месторождения молибдена; в апатитовых месторождениях находятся эгирин и титаномагнетит, содержащие ванадий; нефелин этих месторождений содержит галлий; ловчоррит и лопарит богаты редкими землями, в отношении которых заслуживает внимания и добываемый апатит, что при громадных запасах апатита в один миллиард тонн составляет самое большое в мире накопление редких земель, и несомненно со временем, с развитием применения редких земель, они будут получаться и из апатита в процессе его переработки. Другие минералы, содержащие редкие земли, встречаются в небольшом количестве и пока не имеют промышленного значения.

Ловозерские тундры, менее изученные, очень богаты циркониевым минералом эвдиалитом, известен в них молибденит, и в 1934 г. там найдены месторождения лопарита.

Нахождение в Хибинских и Ловозерских тундрах целого ряда месторождений минералов с редкими землями и металлами, в связи с усиливающимся в последние годы их применением во многих отраслях промышленности, придает этим месторождениям крупный практический интерес. В СССР до последнего времени спрос на редкие земли и некоторые редкие металлы удовлетворялся исключительно за счет ввоза их из-за границы, так как промышленные месторождения в Союзе известно не было.

В результате работ последних лет Академии Наук СССР, треста „Апатит“ и Союзредметгео-разведки в Хибинских и Ловозерских тундрах были найдены и разведаны новые месторождения минералов, содержащих в себе редкие земли, торий, цирконий, тантал и ниобий. Это — три

минерала: ловчоррит, эвдиалит и лопарит, имеющие не только большой научный интерес, но в последние годы привлекающие к себе внимание и как возможные объекты промышленного значения. В настоящее время мы с уверенностью можем сказать, что месторождения ловчоррита, лопарита и эвдиалита благодаря значительным запасам и качеству их руд с успехом пополнят пробел в нашей промышленности по редким металлам и землям.

Ловчоррит

Ловчоррит был впервые найден в 1926 г. А. Н. Лабунцовым и Б. М. Куплетским в Хибинских тундрах на горе Ловчорр, почему ему и дано название ловчоррит. Ловчоррит является веществом коллоидальным и по внешнему виду и цвету напоминает столярный клей. По своему химическому составу он аналогичен другому редкоземельному хибинскому минералу — ринколиту, который является веществом кристаллическим и иногда образует удлиненные кристаллы. В некоторых месторождениях ловчоррит и ринколит встречаются вместе и образуют между собою переходы. Оба эти минерала содержат разнообразные элементы и в том числе окиси редких земель.

В промышленности редкие земли имеют самое разнообразное применение, а именно: церий входит как составная часть пиррофорных сплавов, идет на изготовление электродов в пламенных дуговых лампах (прожекторы и автомобильные фонари), в производстве сигнальных ламп и др. Кроме того, редкие земли употребляются в фотографии, пиротехнике, в производстве красок для фарфора, в стекольной промышленности и пр. Торий идет, главным образом, на изготовление газокатодных колпачков; смесь окиси тория и окиси церия по силе и яркости света, а также по экономичности стоит вне конкуренции. Металлический торий в сплаве с вольфрамом дает очень ковкие нити для электрических ламп, кроме того торий имеет еще употребление в рентгено-терапии и радиотелефонии. Из тория извлекаются препараты радиоактивного мезотория, идущие в медицине наравне с препаратами радия.

В Хибинских тундрах самое крупное и в настоящее время разрабатываемое месторождение ловчоррита расположено на горе Юкспор.

В настоящее время в Хибинских тундрах функционирует ловчорритовый комбинат, в состав которого входит рудник, и в 1934 г. пущена в эксплуатацию обогатительная фабрика.

Геологические условия месторождения таковы: на вершине и восточном склоне горы Юкспор, среди эгирино-роговообманковых нефелиновых сиенитов, залегающих узкой полосой, находится серия пегматитовых с ловчорритом жил. Жилы часто дают ответвления — апофизы во вмещающие породы, вследствие чего иногда получают серии мелких жил с обогащением ловчоррита и промежуточные участки породы.

Кроме главного, крупного Юкспорского ловчорритового месторождения известен ряд более мелких ловчорритовых и ринколитовых месторождений; из последних крупные были найдены на горе Тахтарвумчорр, где имеются две жилы с ринколитом (местами и с ловчорритом).

Лопарит

Вторым интересным редкоземельным минералом, содержащим кроме редких земель также ниобий и тантал, является лопарит. Он был открыт в 1921 г. И. Г. Кузнецовым на западных склонах Хибинских тундр.

Лопарит, подобно ловчорриту, — новый минерал, известный только в Хибинских и Ловозерских тундрах; название ему дано в честь лопарей.

Лопарит — минерал кубической сингонии, он образует кристаллы, обычно имеющие грани куба (100) и октаэдра (111), но изредка встречаются и другие формы граней. Цвет лопарита черный, черта буровато-фиолетовая, блеск металлоидный, излом неровный, твердость 5,5, удельный вес ρ , и t 15° С — 4,78.

Высокое содержание в лопарите редких земель позволяет отнести его к числу ценнейших минералов. Новые проверочные анализы, произведенные уже в Академии Наук СССР в начале 1934 г., показали, что в лопарите содержится ниобий и тантал. Последнее открытие привлекло к лопариту серьезное внимание, так как ниобий и тантал чрезвычайно редкие и ценные металлы, вследствие чего и были организованы поиски месторождений лопаритов.

Тантал применяется в промышленности за границей уже с 1903 г. Получается он главным образом из ниобо-танталовых минералов западной Австралии и из колумбита в Америке.

Обладает тантал следующими свойствами: 1) он чрезвычайно стоек в химическом отношении (никакие кислоты, даже царская водка, на него не действуют). 2) Обладает твердостью холоднокатаной стали. 3) Чрезвычайно тягуч, может коваться, вытягиваться и штамповаться. 4) Легко сваривается сам и с другими металлами, применяемыми в электросварке. 5) Точка плавления его 2850° С. 6) Легко закаливается, что очень важно для получения острого края при производстве быстрорежущих инструментов. 7) Применяется как электрод в растворах электролитов. 8) Металлический тантал лишь немного дешевле золота.

В силу указанных выше свойств применение тантала очень разнообразно: он употребляется

для нитей автомобильных и железнодорожных электроламп, где требуются гибкие нити, выдерживающие толчки и согревания; входит в сплав для электродов в неоновых сигнальных лампах; благодаря кислотоупорности заменяет платину в химических лабораториях, где употребляются приготовленные из тантала чашки, штателы, фильтровальные конусы, трубки для перегонных кубов и конденсаторов и пр.; употребляется и в качестве электродов при электрохимическом анализе.

Сплавы тантала с другими металлами являются прекрасным материалом для изготовления частей аналитических весов, часовых пружин, вечных перьев и частей для фотографических и оптических приборов. В последнем случае он является особенно ценным, так как совершенно не изменяется от атмосферных влияний.

Ни о б и й встречается всегда совместно с танталом. Он получается главным образом из австралийских ниобо-танталовых минералов.

По своим химическим и физическим свойствам ниобий сходен с танталом: так же химически стоек, очень тягуч, при высокой температуре поглощает газы, легко обрабатывается холодным способом. Благодаря способности ниобия придавать окрашивающим материалам разнообразные иризирующие оттенки, его легкости и кислотоупорности, он является прекрасным металлом для ювелирного дела. В последние годы в США ниобий добавляется к стали для получения специальных устойчивых антикоррозийных сортов стали.

В 1932 г. лабораториями Московского электротехнического завода были начаты работы по получению тантала из австралийской руды, но его применение было тогда связано с импортom руды.

Открытие в лопарите ниобия и тантала, а затем и находки промышленных месторождений лопарита разрешают проблему получения тантала и ниобия из собственного в СССР сырья.

До самого последнего времени лопарит имел лишь минералогическое значение, и только в процессе геолого-разведочных работ 1934 г. в Ловозерских тундрах было найдено несколько месторождений, величина которых и содержание лопарита позволяют думать об его промышленном применении.

Лопарит был обнаружен в некоторых лувяритовых породах, относящихся к типу нефелиновых сиенитов (I тип месторождений), и в жильных фойяитах (II тип).

В лувяритах лопарит является порообразующим минералом, и мелкие кристаллики его рассеяны в породе.

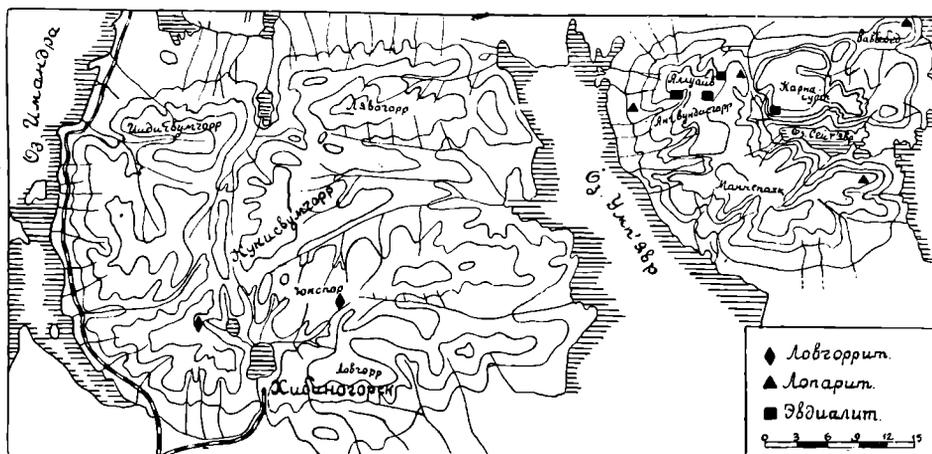
Месторождения этого типа, с концентрацией лопарита, были найдены в трех точках, а именно:

1) В юго-восточной части Ловозерских тундр на горе Нячурт (месторождение открыто геологом Академии Наук СССР О. А. Воробьевой).

2) В северо-западной части Ловозерских тундр на горе Кедиквырпах (месторождение открыто геологом Союзредмета К. К. Хазановичем).

3) В северо-восточной части Ловозерских тундр на горе Ваввбед (месторождение открыто инж. Союзредмета С. Д. Покровским).

Все эти три месторождения представляют в каждом отдельном случае оруденелую лопаритовую зону пород. Геологически месторождения связаны с серией нормальных лувяритов, но перемежающихся с пластовыми жилами лейко-



Схематическая карта Хибинских и Ловозерских тундр.

кратовых нефелиновых сиенитов — фойяитов. Особенностью этих месторождений является концентрация лопарита в луавритах, тогда как фойяиты лопарита не содержат.

Ко второму типу месторождений лопарита относится месторождение, найденное в западной части Ловозерских тундр на горе Аллуайв (сотрудницей Союзредмета Т. Е. Вульф).

Это месторождение расположено на высоте около 100 м в долине ручья, названного Лопаритовым, который, размывая морену, обнажил жилу фойяитов, секущую нормальные луавриты. Здесь имеет место явление, обратное первому типу месторождений, и лопарит концентрируется главным образом в фойяите. Оруденение лопаритом равномерное.

Кроме этих найденных месторождений, как подмечено работами 1934 г., лопарит в Ловозерских тундрах имеет вообще большое распространение, причем время его выделения в разных породах различно, в связи с чем и химический состав его дает колебания в содержании редких земель и ниобия с танталом.

Кроме нормальных луавритов, где лопарит является породообразующим минералом, он наблюдается также и во многих породах жильного типа: в пегматитах, фойяитах, тавитах и луаврит-порфирах. По наибольшей концентрации и масштабам наиболее интересны месторождения лопарита в нормальных луавритах.

Эвдиалит

Минерал эвдиалит — цирконосиликат, он известен как в Хибинских, так и в Ловозерских тундрах, являясь породообразующим минералом некоторых пород, а также присутствует в большинстве жильных выделений. Несмотря на значительное его содержание в некоторых жилах в Хибинских и Ловозерских тундрах, большие его месторождения благодаря их небольшому размеру и разбросанности не могут иметь серьезного промышленного значения. В этом отношении большое внимание привлекают к себе особые эвдиалитовые

породы Ловозерских тундр, которые изучались в последние годы.

Легкость растворения эвдиалита даже в самых слабых кислотах является ценным его качеством, и этим он отличается от других, хотя и более богатых цирконием минералов, выделение из которых двуокиси циркония сопряжено с большими трудностями.

Двуокись циркония обладает следующими свойствами: огнеупорностью, стойкостью против воздействия кислот и щелочей, плохой теплопроводностью, ничтожной электропроводностью и малым коэффициентом расширения. В промышленности двуокись циркония идет для изготовления огнеупоров, в производстве красок, эмалей и глазури, рентгенотерапии, в электротехнике, в резиновой, стекольной и керамической промышленности.

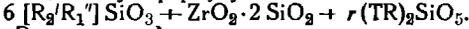
Металлический цирконий в сплаве с железом (ферро-цирконий) идет для получения высших сортов стали. При прибавлении металлического циркония к алюминию он придает последнему стойкость, в особенности при разьедании морской водой.

Кроме эвдиалита в природе известны еще весьма богатые двуокисью циркония минералы: циркон, с 65% ZrO_2 , и бадделит, с 90—99% ZrO_2 , однако последний встречается редко и в незначительных количествах. Известно лишь одно крупное его месторождение в Бразилии, где бадделит образует сложные соединения с кремнеземом, залегающие в виде плотной массы, которая под названием циркита и добывается для промышленных целей. Циркон добывается исключительно из россыпей.

В СССР месторождений бадделита неизвестно, а циркон не встречается в количествах, позволяющих организовать его промышленное использование; поэтому месторождения эвдиалита Ловозерских тундр можно считать пока единственным сырьем для развития в Союзе циркониевой промышленности.

Эвдиалит Хибинских и Ловозерских тундр в жилах образует крупные сплошные выделения или крупные кристаллы, в породах же выделения

или кристаллы его мелки и рассеяны между другими минералами. Цвет его малиновый, розовый и желто-бурый, удельный вес около 3.09, твердость 5—5.5, блеск стеклянный до полужирного. Так как химические анализы эвдиалитов показывают некоторые колебания в содержании Si, Zr, Ca, Na и др. элементов, то химическая формула для эвдиалита различными исследователями выводится по-разному, в зависимости от состава эвдиалита из разных месторождений. Для эвдиалитов Хибинских и Ловозерских тундр Е. Е. Костылева приводит такую формулу:



Эвдиалит в Ловозерских тундрах — один из самых распространенных минералов; он встречается почти во всех породах и жильных выделениях. Хотя последние часто и очень богаты эвдиалитом, но наиболее рентабельными месторождениями эвдиалита для промышленности являются более крупные месторождения — эвдиалитовых луавритов, пород нефелино-сиенитового комплекса, в которых эвдиалит присутствует как существенный породообразующий минерал. В последние годы в Ловозерских тундрах были организованы поисковые работы для нахождения наиболее богатых эвдиалитом пород и были найдены участки эвдиалитовых луавритов.

В 1934 г. при более детальной геологической съемке и поисках было открыто новое громадное месторождение эвдиалитовых луавритов.

Геологические условия месторождения таковы: в северо-западной части Ловозерских тундр, на платообразных вершинах гор Аллуайв, Ангвугдасчорр и Кедиквырпак, залегает мощное тело эвдиалитовых луавритов, генетически представляющее наиболее позднюю фациальную разность нефелино-сиенитовой (луавритовой) магмы.

Кроме эвдиалитовых луавритов в Ловозерских тундрах было найдено еще несколько новых месторождений эвдиалита жильного типа. Одно из таких крупных месторождений открыто в 1933 г. одним из авторов этой статьи на западных склонах горы Карнасурт и представляет пегматитовую жилу с эвдиалитом, залегающую пластообразно в нормальных луавритах.

Месторождения ловчоррита, лопарита и эвдиалита исключительны, они интересны и с научной точки зрения по своеобразным условиям образования и накопления редких элементов и по своему промышленному значению.

Эвдиалит известен давно, он встречается в Гренландии, где находится в породах, напоминающих луавриты Ловозерских тундр, и еще в некоторых нефелиновых сиенитах других стран, но нигде распространение и концентрация его не достигают таких масштабов, как в Ловозерских тундрах.

Ловчоррит и лопарит, являясь новыми минералами, открытыми и известными только в Хибин-

ских и Ловозерских тундрах, представляют вместе с тем и большое научное значение.

В настоящее время трест „Апатит“ и Главредмет приступают к освоению лопарито-эвдиалитовой проблемы. Ведутся работы по обогащению, а летом 1935 г. в Ловозерских тундрах намечены работы по проведению дорог до месторождений, закладке рудников, проектированию обогатительных установок и другие мероприятия.

Ловчоррит, как уже указывалось выше, добывается, и в Хибинских тундрах функционирует ловчорритовый комбинат, но сейчас благодаря находкам крупных месторождений лопарита последний, как содержащий большее количество редких земель и вместе с тем ниобий и тантал, является серьезным конкурентом ловчоррита.

Л и т е р а т у р а ¹

1. Б о й ш т е д т, Э. М. О новых минералах группы мозандрита из Хибинских тундр. Изд. Акад. Наук, 1926 (1181—1198).
2. С а л ь е, Е., А. Редкие земли и торий. Тр. IV Всес. геол. конф. по цвет. мет., вып. V. Цветметиздат. М.-Агр., 1932.
3. С а л ь е, Е. А. Редкие земли. Справочн. Полезные ископаемые Лен. обл., ч. I. Горно-геол. изд., 1933 (441—444).
4. Хибинские и Ловозерские тундры (под ред. А. Е. Ферсмана), т. I. Тр. Инст. Сев. 1925, вып. 29.
5. Л а б у н ц о в, А. Н. Полезные ископаемые Хибинских тундр. Журн. „Кар.-мурм. край“, 1927.
6. К о с т ы л е в а, Е. Е. Цирконий. Сб. Нерудн. ископаемые. Агр., изд. КЕПС, 1927, т. III (639—644), с русской и иностранной литературой; то же, 1929, т. IV (351—352).
7. Л а б у н ц о в, А. Н. К вопросу о циркониевой промышленности. Мин. сырье, 1929, № 3 (329—330).
8. К о с т ы л е в а, Е. Е. Изоморфный эвдиалито-эвколитовый ряд из Хибинских и Ловозерских тундр. Тр. М. М. 1929, т. 3 (169—222).
9. Ф е р с м а н, А. Е. Проблема редких элементов. МХНХ, 1929, вып. IV (95—103).
10. Л а б у н ц о в, А. Н. Полезные ископаемые Хибинских тундр. Горн. журн., 1930, № 8/9 (91—96).
11. Х а з а н о в и ч, К. К. Эвдиалит Ловозерских тундр. Разведка недр, 1934 г., № 4.
12. К у в н е ц о в, И. Г. Лопарит, новый редкоземельный минерал Хибинских тундр. Изв. Геол. ком., 1925, т. 44, № 6 (663—682).

¹ Главная литература по ловчорриту и эвдиалиту содержится в V и VI томах сборников „Хибинские редкие элементы“ и „Хибинские апатиты“. Изд. НИС Наркомтяжпрома. 1933.

ГОРЮЧИЕ ГАЗЫ И МИНЕРАЛЬНЫЕ ВОДЫ ЮЖНОЙ УКРАИНЫ

И. Д. БРУДИН

В силу геологического строения, рельефа поверхности и засушливых климатических условий водораздел рр. Днепра и Дона отличается в южной части недостаточными запасами водных ресурсов. Гидрологические изыскания и мелиоративные работы сводятся к бурению артезианских скважин, иногда на значительную глубину (до 600 м), созданию системы искусственного орошения, устройству водоемов, плотин и водосливных сооружений.

Интересно указать, что в некоторых пунктах приазовских степей попутно с выходами воды через скважины выделяются природные газы. Нередко газы, как побочный продукт, являются подъемной силой, образующей мощные фонтаны. Так, по сообщению местных жителей в сс. Ботиевке и Георгиевке (юг Днепропетровской области) известны случаи „газовых извержений“ из буровых скважин, когда из нижележащих горизонтов выбрасывались с громадной силой крупные камни и столбы газов. На юге Мелитопольского района в 1902 г. при бурении артезианского колодца в экномии б. „Эльбинг“ произошло аналогичное истечение чрезвычайной мощности. При этом газы и куски породы достигли громадной высоты — приблизительно 8-этажного дома (около 40 метров).

Об интенсивности выхода газов можно судить по следующему случаю. Летом 1934 г. во время артезианских работ в с. Второ-Покровке несколько куривших человек находилось неподалеку от газовой скважины. В это время подул сильный ветер, и струя газов коснулась людей. От тлевших папирос газы воспламенились. Произошел мощный взрыв. Током воздуха люди были отброшены на расстояние до 10 метров и получили ожоги.

Подобные наблюдения свидетельствуют об огромных запасах горючих газов на юге Украины.

Деятельность газовых фонтанов возможно объяснить тем, что так называемая „газовая шапка“ (иногда предшествующая нефтеносному слою) испытывает сильное давление со стороны водоносных слоев и смежных осадочных пород. В результате, при прокладке обсадных труб в буровой скважине, газы испытывают огромное давление и дают в момент расширения вышеописанное явление „газового фонтана“.

Местами предприимчивое население утилизирует энергию газов для приведения в движение мельниц, маслозаводов, электроосвещения или отопления жилищ. Вполне понятно, что подобные кустарные установки необходимо в ближайшее время заменить мощными газомоторами. Особенно большое значение имеет для местной промышленности и сельского хозяйства разрабатываемая планомерная газификация края.

Выходы природных газов расположены на территории преимущественно Ново-Васильевского и Коларовского районов. Детальное изучение описываемой местности было проведено профессорами А. И. Косыгиным и И. И. Танатаром. В 1925—1927 гг. Украинский отдел б. Геологического комитета обследовал горючие газы и минеральные воды Мелитопольщины с целью их практического использования. При дальнейших исследованиях летом 1934 г. проф. Косыгин определил, что газоносная площадь занимает около 1000 кв. км.

Как известно, горючие газы встречаются в виде спутников нефтеносных пластов или совершенно независимо от нефти. Возможно допустить, что газы южной Украины непосредственно не указывают на близкое присутствие нефти. Об этом свидетельствует утверждение акад. И. М. Губкина, что нахождение нефти в месторождениях генетически связано с серой. В данном газоносном районе залежей серы до последнего времени не обнаружено, хотя геологические разведки степей южной Украины проводятся уже свыше 50 лет. Известны лишь некоторые сернистые источники (см. ниже).

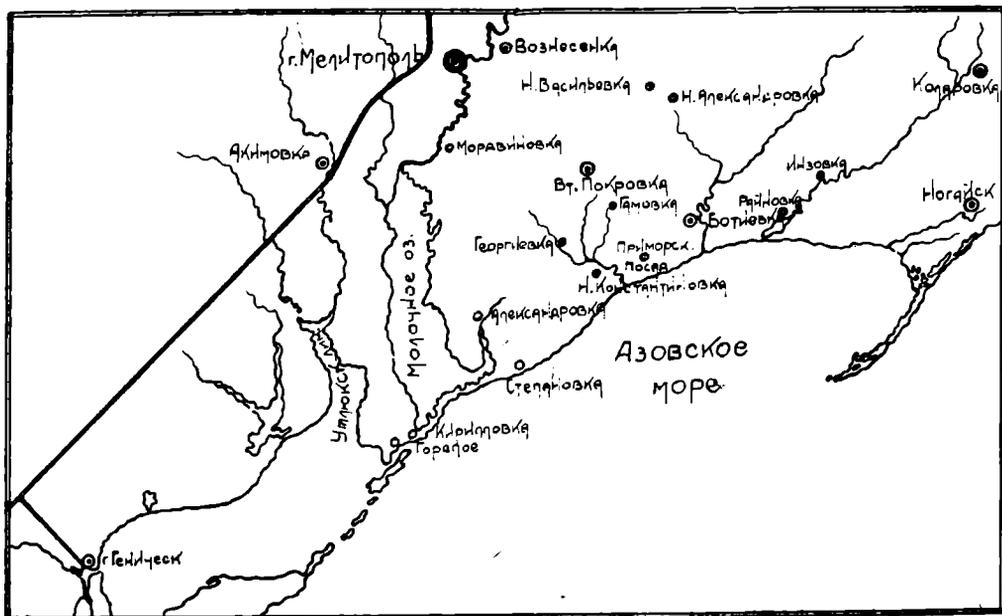
При геологическом изучении газоносных районов в приазовских степях особый интерес представляют III и IV горизонты.

Наиболее изученным, по проф. Косыгину, является III горизонт, залегающий на глубине 70—120 м.

Территория III горизонта занимает площадь в 600 кв. км. Существующие скважины показывают, что газы этого горизонта отличаются сухостью и достаточной устойчивым дебитом для эксплуатации. Однако с целью промышленного использования выходов газов необходимо провести подробную геодезическую съемку (в горизонталях) рельефа газоносных районов.

Экспедиция проф. Косыгина летом 1934 г. наметила бурение 20—25 скважин. Настоящая работа позволит установить запасы, глубину и условия нахождения природных газов в описываемой местности. При бурении несомненно следует ориентироваться на выходы струй газа, принятые за контрольные. В этом отношении огромное научное и техническое значение имеют газовые фонтаны Н.-Васильевского района. Конечно, при рациональном использовании таких скважин — перспективы их огромны. Необходимо лишь ускорить темпы разведочных работ, а также непосредственно изучить мощность фонтанирующих газов в газомоторах с соответствующей нагрузкой.

Гораздо труднее практически использовать газы IV газоносного горизонта. Действительно, тектоническое изучение этого горизонта связано с нахождением значительных водоносных слоев.



1. Площадь выходов природных газов и минеральных вод на территории южной Украины.

Вместе с тем в соседних промежуточных горизонтах проходят сарматские отложения и твердые кристаллические породы третичного периода.

Работы по изучению газов на больших глубинах связаны с бурением скважин до 500—600 метров, что даст материал о геотектонике коренных кристаллических и гнейсовых пород. Одновременно методика глубокого бурения с несомненно укажет мощность залегающих бурых углей в районе газоносных участков. При этом вопрос о подземной газификации углей окончательно примет реальные формы в целях их широкой эксплуатации.

Происхождение горючих газов на юге Украины объясняется залегаем на больших глубинах пластов бурого угля. Таким образом, сама природа разрешила важную проблему газификации подземных недр и создала в приазовских степях все условия для освоения фонтанирующих газов.

В настоящее время, помимо обследованных Н.-Васильевского и Коларовского районов, необходимо подвергнуть тщательному геотектоническому изучению смежные районы: Мелитопольский, Бердянский, Генический и Акимовский. Особенно важно проследить значительный горизонт простирающихся бурых углей. Так, данные буровых скважин показывают, что пласты бурого угля проходят под г. Мелитополем.

Высокие энергетические свойства горючих газов и их громадные запасы на юге Украины могут быть использованы в разнообразных отраслях промышленности и сельского хозяйства. Расположенные на газоносной территории 72 колхоза, один совхоз и 4 МТС во вторую пятилетку будут переведены на местное газотопливо.

Внедрение газомоторов в качестве сельскохозяйственных двигателей механизует молотбы, водоснабжение, орошение и т. д. Вместе с тем газы возможно использовать для освещения и отопления (газовые плиты, нагревание воды, инкубация, сушка овощей и фруктов). Энергоустановки местных предприятий также возможно целиком перевести на природные газы.

Всего для нужд сельского хозяйства необходима мощность в 3320 НР, что вполне допустимо при максимальном использовании до 38 тысяч кубометров газа в сутки.

Исключительный интерес представляет употребление газов как горючего для автомобильных двигателей. С этой целью возможно использовать сжатый метан. В современной технике уже осуществлена проблема использования в автомобильной и тракторной практике сжатого метанового газа в качестве топлива.¹

Намечаемая в Н.-Васильевском районе постройка установки для сжатия газов позволяет переработать 1500 кубометров газа в сутки. Приведенные физико-технические расчеты свидетельствуют о ценных топливных качествах приазовских горючих газов.

В случае положительных результатов от глубокого бурения предположено построить на газоносной площади формальдегидный завод. Полученный формалин, помимо применения в сельском хозяйстве и медицине, обеспечит сырьем промышленность пластмасс во всесоюзном масштабе. Осуществление формальдегидного производства на базе потребления местных горючих

¹ В 1934 году Автоэксплуатационный институт в Ростове на Дону смонтировал первую газовую

газов освободит от импорта метилового спирта в среднем до 500 т.

Резиновая и смежные отрасли химической промышленности должны были в 1934 г. использовать 40 000 т газовой сажки. Часть упомянутого количества является импортной. Запроектированная постройка в 1935 г. завода по производству газовой сажки может дать 1000 т сажки в год.

Что касается гидрогеологического изучения степей Приазовья, то огромное значение имеют исследования проф. П. А. Двойченко. Позже (1924 г.), по поручению ЮОМО (Южной областной организации по изучению сельскохозяйственной мелиорации — Одесса), проводились изыскания по водоснабжению и буровым скважинам на территории земель колонизационного фонда в пределах быв. Мелитопольского и Бердянского округов под руководством проф. П. А. Двойченко и при участии гидротехника И. Д. Брудина. Проведенные автором этих строк гидрологические обследования позволили собрать обширный материал по водным ресурсам и состоянию сельскохозяйственной мелиорации в южной Украине.

О минеральных свойствах вод описываемого района было известно лишь местным жителям и немногим специалистам.

В 4 километрах от села Ботиевки находится мощный фонтан „Гигант“. Особенности его чрезвычайно интересны. Под напором природных газов фонтан бьет вверх на высоту 25—30 м и дает около 2500 ведер воды в час (диаметр обсадных труб 3 дюйма). Если к скважине поднести спичку, то мгновенно вспыхивает пламя. Особенно эффектно горение газовой струи в полузаглушенном состоянии (коленчатая труба с пробкой в середине), когда образуется широкое пламя не менее $\frac{1}{2}$ метра в длину. Так же горят пузырьки газа, выходящие на поверхность воды.

Чрезвычайно велико давление газов, растворимых в воде. Если в бутылке, где находится минеральная вода, оставить пространство с воздухом и плотно закрыть пробкой, то бутылку разрывает от сильного напора при выделении газов.

По вкусу „бабановская“ минеральная вода из села Ботиевки напоминает воду боржомских источников. Несколько лет назад вода источника „Гигант“ (скважина № 8) появилась в продаже и используется в местных лечебницах (при желудочно-заболеваниях).

Дальнейшие исследования на Ботиевском фонтаном установили сферу влияния одной скважины на другую. Так, при искусственном заглушении этого фонтана было заметно увеличение дебита в скважинах на расстоянии 1,5 км, а по прошествии суток на расстоянии 3 км, хотя, впрочем, не в такой степени. Интересны наблюдения над скважиной в с. Н.-Константиновке на

установку на тракторе. Оказалось, что природные газы с успехом могут быть использованы в авто-тракторных двигателях без изменения их конструкции. Интересно, что газовое топливо повышает мощность двигателя на 15% и дает при этом 26% экономии горючего.

глубине 59,6 м. Здесь, между прочим, было обнаружено фосфорнокислое железо.

В последние годы выходы природных газов и минеральных вод обнаружены на значительной территории южной Украины. Географические границы описываемой газоносной площади протянулись: от Утлюкского лимана реки Б. Утлюк и села Акимовки, на запад от с. Коларовки и в направлении к г. Ногайску, к северу граница проходит на 46,50° северной широты (приблизительно Мелитополь — Коларовка) и на юг — пространство вплоть до изрезанной береговой линии Азовского моря. На близости газоносных выходов к Азовскому морю указывает, напр., присутствие сильной газовой скважины в 1,5 км от морского берега в с. Приморский Посад. Наибольший интерес представляет интенсивный газоносный район на водоразделе рр. Корсак, Апавлы и балки Дженелы.

При физико-химических исследованиях Укргеолкомом на пробу были взяты газы из 30 скважин, а вода из 29.

Анализ воды, проведенный в лаборатории проф. Бурксеры в Одессе химиками Е. В. Гренет и С. В. Бурксер, выявил чрезвычайно разнообразный состав воды. Некоторые данные в нижеследующей таблице (стр. 67) показывают химический состав местных вод. Несомненно, часть из них представляет большую ценность в бальнеологическом отношении.

Средняя температура воды в артезианских колодцах, по исследованиям автора, неаыска и колеблется от 9 до 20° Ц.

Украинское курортное управление, ознакомившись со свойствами минеральных вод, поставило вопрос об организации курортов. В 1926 г. был сделан анализ вод Георгиевского курорта, и выяснилось, что в состав воды входит сероводород в свободном и связанном виде и ряд щелочей. В качественном отношении эти воды не уступают аналогичным сернистым источникам Кавказа. С 1927 г. в с. Георгиевке начала функционировать вновь построенная водолечебница. Лечат болезни сердца, подагру, ревматизм, ишиас и нервные болезни. Кирилловский курорт на берегу Азовского моря имеет теперь всесоюзное значение.

Несомненно, запасы горючих газов на юге Украины чрезвычайно обширны. По всей вероятности образование газа происходит также в настоящее время.

Об этом свидетельствует наблюдаемый процесс окисления в лиманно-озерных грязях северо-западного Приазовья.

Многочисленные озера и лиманы на берегу Азовского моря издавна привлекали внимание исследователей огромными запасами солей (особенно поваренной соли — NaCl), а также целебными свойствами грязей на местных водоемах (естественного происхождения). В этом отношении немаловажное значение представляют Молочное озеро и Утлюкский лиман.

Еще в прежнем описании Молочного озера (лимана) Комаровым (1858 г.) указывалось, что в 1833 и 1841 гг. лиман покрывала соль в большом количестве. По свидетельству жителей и личным наблюдениям автора, в зависимости от высыхания дна лимана и теперь покрывается самосадочной солью.

Химический характер группы вод	Название скважин, где были взяты пробы
Воды:	
А. Углекисло-щелочные	Ботиевская скважина № 8 (фонтаны: Бабановский и Владимирский)
Б. Сернисто-щелочные	С. Н.-Георгиевка (Тюшки)
В. Сернисто-солевые	Скважины: в Н.-Васильевке, Второ-Покровке, №№ 1, 2, 3, 4, на Атманайских соляных промыслах и в Приморском Посаде
Г. Солено-щелочные	Скважины: Ботиевская, Строгановская, Орловская и в с. Гаммовке
Д. Вода поваренной соли	Скважины: Светло-Долинская и в с. Кирилловке-курорт
Е. Щелочно-глауберовые	Алтагирский артезианский колодец
Ж. Горькие воды	Ново-Григорьевский артезиан

Сравнительные данные как химического анализа грязей Молочного озера и Углюкского лимана, так и их физических свойств свидетельствуют об отличных целебных качествах грязей, особенно Молочного озера. Действительно, в с. Кирилловке (курорт) на расстоянии 600 м от моря, вблизи обрыва, образуемого проходящей здесь холмистой грядой, находится небольшое озеро. Грязи этого озера чрезвычайно важны в бальнеологическом отношении.

Из других местонахождений грязей следует указать на озеро под названием „целебный лиман“, расположенное в 3 километрах от г. Ногайска параллельно берегу Азовского моря. В нем находится серая по цвету грязь, и от нее сильно пахнет сероводородом (H_2S). Прежде здесь существовала грязелечебница, сгоревшая в 1913 г.

Вблизи г. Генчесска на территории между каналом, соединяющим Сиваш с морем, и железнодорожным полотном, среди солончаковых почв встречаются небольшие озера. Отличаются они илистым дном и берегами из черной бархатистой грязи, местами сильно пропитанной сероводородом.

Курортное значение описываемых грязей несомненно велико и нуждается в дальнейших исследованиях их бальнеологических свойств.

Литература

1. Двойченко, П. А. О геологических условиях залегания горючих газов в Таврии и об их использовании, 1927.
2. Зарембо, С. До питания про газификацию Украины. Шляхи індустріалізації, № 6, 1932.
3. Минеральные и радиоактивные источники Украины по данным исследований И. И. Танатара, Е. С. Бурксер, М. И. Ржепишевского и др. в 1925—1927 гг.
4. Бурксер, Е. С. и Комар, П. В. Молочный лиман, 1930.
5. Косыгин, А. И. и др. План геологоразведочных и эксплуатационных работ в Мелитопольском газоносном районе на 1934 г. (докл. зап.).
6. Курило-Крымчак, И. П. Краткая характеристика полезных ископаемых Мелитопольщины. Радстеп, 1934.

МОРСКИЕ ВОДОРОСЛИ И ПРОБЛЕМА ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Юр. П. ЗНАМЕНСКИЙ

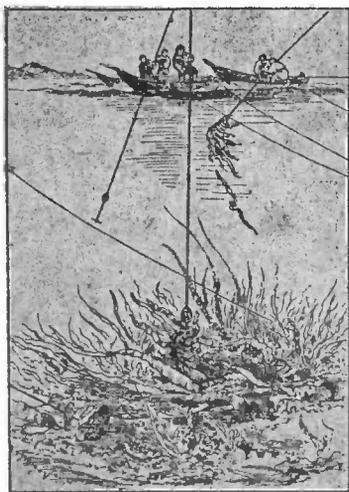
Моря СССР, кроме рыбы, богаты моллюсками, ракообразными, иглокожими, пищевыми и техническими водорослями. Организация промышленного использования нерыбных морепродуктов могла бы дать значительное количество ценных технических и пищевых продуктов, увеличить наш экспорт и освободить

Союз от ввоза ряда дефицитных товаров. Между тем, несмотря на широкие возможности, использование морских водорослей Союза поставлено недопустимо слабо. За границей, в силу недостатка естественных запасов, широко поактируется искусственное разведение промысловых водорослей. У нас же в Союзе,

стоящем на первом месте по сырьевым ресурсам водорослей, они все еще в значительной степени являются мертвым фондом морей и океанов.

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Опыт Японии, США, Норвегии, Англии, Ирландии и Франции по использованию ценных веществ, заключающихся в водорослях, освоен чрезвычайно слабо, и о достижениях в этой области у нас почти ничего не знают.



Фиг. 1. Добыча морских водорослей в Японии.

На Дальнем Востоке водоросли ламинарии, или морская капуста, широко употребляются как пищевой продукт, заменяющий овощи, и как лечебное средство. Питаются этой водорослью на Востоке не потому, что люди там непряхотливы и неразборчивы в пище. Морская капуста не только питательна — она, кроме того, может служить хорошим средством против цынги, золотухи, кожных болезней, уплотнения лимфатических желез, сифилиса и страданий на нервной почве. Объясняется это тем, что она содержит значительное количество иода. В Японии из ламинарии делают супы, некоторое подобие винегрета, кисели, пастилу и своеобразный мармелад.

Опыты использования ламинарии северных морей с пищевой целью, поставленные на Соловках, дали хорошие

результаты. Необходимо продолжить начатое изучение морских водорослей как пищевого продукта и приступить к популяризации и внедрению морской капусты как нового средства питания широчайших масс трудящихся.

Использование водорослей для получения поташа и соды началось много десятилетий назад. После открытия иода — в Норвегии, Шотландии и Франции начинается широкая эксплуатация морских водорослей для получения иода. Одновременно с производством иода за границей все увеличивается использование водорослей для получения из них ряда органических и неорганических продуктов. Открытая Стенфордом альгиновая кислота и ее соли завоевывают все новые и новые области применения. При соединении с тяжелыми металлами эта кислота образует крепкое эластичное вещество, подобное целлюлоиду. Употребляется оно для выделки пуговиц, ручек для ножей и др. изделий. В резиновой промышленности альгиновая кислота используется для приготовления непромокаемых тканей, являясь суррогатом каучука. В текстильной промышленности альгинаты применяются при окраске тканей и нитей. В полиграфической промышленности альгинат натрия заменяет гуммиарабик в процессе травления с алюминием. Наконец производились опыты использования альгиновой кислоты в бумажной, кожевенной и мыловаренной промышленности, для изготовления лаков, красок, в фанерном и спичечном производствах.

Широкое распространение получило приготовление из водорослей агара. В Японии агар применяется для придания блеска, плотности и гибкости тканям. Американцы используют агар для производства кондитерских изделий, изготовления напитков, в хлебопечении, фотографии и для бактериологических целей. До сих пор монополистом, владеющим мировым рынком сбыта агара, была Япония. Ежегодно она вывозила агара на сумму, превышающую 2 миллиона долларов. СССР, располагающий грандиозной сырьевой базой, ввозил ежегодно около ста тонн агара на сумму около 200 тыс. зол. руб. Имеются все возможности не только освободиться от

иностранный зависимости, но и организовать экспорт агара.

По сведениям акад. Г. А. Надсона во Франции изготавливается в значительных количествах продукт, называемый „альжиноль“, представляющий собой комбинацию альгинатов и употребляемый для увеличения водонепроницаемости цемента и бетонов. Он был использован при постройке многих подвалов и всемирно-известной Большой оперы в Париже. Подобное же применение альжиноля имело место в Алжире и Египте. При гудронировании и асфальтировании — альгинаты примешиваются к асфальту и гудрону. Имеются сведения, что большое количество шоссе дорог в окрестностях Парижа сделано с применением альжиноля.

В Японии сбором и промышленной обработкой морских водорослей занято более тысячи предприятий. Общая добыча достигает полумиллиона тонн, стоимостью не менее 25 млн. иен. США имеют в Сан-Диего грандиозное предприятие „Геркулес“, обрабатывающее водоросли ферментативным методом для получения ацетона и других органических растворителей. Во время мировой войны это предприятие снабжало Соединенные Штаты водорослевыми продуктами, используемыми для приготовления взрывчатых веществ.

В Норвегии и Франции, а также и у нас на Мурманском севере в совхозах „Лавна“, „Роста“ и отдельных колхозах ламинарии и фукусы используются в корм скоту. Опыты, проведенные в Архангельске под руководством проф. А. К. Скороходько, в Вологде под руководством проф. И. В. Долгих, в Карелии И. А. Петровым, на Мурмане В. П. Соловьевым и в Детском Селе Ю. В. Голубенцевой, показали, что беломорская ламинария с успехом поедается жвачными, лошадьми и свиньями.

Водоросли в корм могут употребляться в сыром и обработанном виде. Кроме того они широко могут применяться в комбикормовых смесях.

Социалистическая индустрия Севера и быстрый рост населения настоятельно диктуют необходимость создания местной продовольственной и кормовой базы. Задача увеличения продуктивности се-

верного животноводства заставляет приступить к выявлению всех кормовых ресурсов и их рациональному использованию.

Кормовая база Севера должна быть построена таким образом, чтобы уже в ближайшие годы освободить транспорт от завоза сена и сочных кормов.

Не следует упускать из вида также то, что во многих странах морские водоросли служат для удобрения полей.

Успешные опыты по комплексному использованию морских водорослей, проведенные в Северном краевом институте промышленных изысканий с целью получения всех ценных органических и неорганических веществ, — позволяют приступить к созданию сети предприятий по их рациональному промышленному использованию.

ИОДНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ И ВОДОРΟΣЛЕВОЕ ХОЗЯЙСТВО

Толчком к изучению и использованию водорослей наших морей явился иодный голод во время мировой войны. В 1915 г. была организована экспедиция на Белое море под руководством проф. А. Е. Тищенко для изучения сырьевой базы промысловых водорослей. В следующем году было приступлено к постройке первого иодного завода в г. Архангельске. За время работы заводом было получено всего-на-всего 128 кг иода. Вследствие кустарных и несовершенных способов производства потери иода достигали колоссальных размеров. Так, например, в 1922 г. было получено 27 кг иода; зола же, поступившая на завод,



Фиг. 2. Морские водоросли, вынесенные на берег и сложенные в кучи на Мурмане.



Фиг. 3. Ламинария дигитата с острова Кильдина.

содержала 120 кг иода, а первоначальное водорослевое сырье содержало его не менее 300 кг.

Позднее центром иодной промышленности стал о. Жижгин. Здесь проработка водорослей проводилась несравненно более рациональными методами. Выработка иода на Жижгинском заводе к 1930 г. достигла 645 кг. В 1931 г. на Жижгине построен второй иодный завод, рассчитанный на годовой выпуск 5 тыс. кг продукта.

Одновременно начинается капитальное переоборудование Архангельского иодного завода, который начал в этом году производство по комплексному методу.

На Мурмане начало иодного производства относится к 1930 г. По инициативе Леноблпромсовета начата была постройка Кильдинского завода, незаконченного полностью и до настоящего времени. Расчетная производительность его — 5 тыс. кг иода в год.

На Дальнем Востоке первый иодный завод был организован в 1916 г. Про-
70 существовав два года, завод закрылся.

В 60-х—80-х гг. прошлого века из Приморья в Китай ежегодно вывозилось 4—6 тыс. т воздушно-сухой морской капусты. В конце века, в 900-х годах, экспорт морской капусты увеличился до 10 тыс. т. За последние годы экспорт значительно снизился.

На Черном море во время мировой войны существовала добыча иода из филофоры. За три года было добыто 1 тыс. кг иода и 2.5 тыс. кг иодтинктуры. Ныне в Одессе существует агар-агарный и иодный завод. Кустарные камышитные заводы имеются на Азовском и Каспийском морях.

В настоящее время никакого рационального водорослевого хозяйства не ведется. Для получения иода в основном употребляются водоросли, выбрасываемые штормами. Иод добывается из золы, получаемой после сжигания водорослей. Способ этот далеко несовершенен. При сжигании водорослей теряется значительная часть иода и пропадают все ценные органические вещества. Кроме использования для получения иода, водоросли в незначительном количестве употребляются в корм скоту.

СЫРЬЕВАЯ БАЗА

Заросли ламинарии на Севере тянутся от финской границы вдоль Рыбачьего полуострова и далее к востоку, от Кольского залива вдоль Мурманского берега. Особенно мощные заросли ламинарии находятся у о. Кильдина. Точного подсчета сырьевых ресурсов водорослей на Севере еще нет. Работы в этом направлении ведутся в Ботаническом институте Академии Наук СССР и в других исследовательских организациях. Ориентировочно можно считать, что запасы ламинарии на Мурмане достигают 1000 тыс. т сырых водорослей и в Белом море около 1500 тыс. т. Имеются также указания на существование зарослей ламинарии около Канина Носа и у сев. берегов Новой Земли. Вдоль северных берегов Сибири больших зарослей, повидимому, нет.

Фукусы занимают всю литоральную зону от финской границы до Канина Носа, образуя обширнейшие заросли.



Фиг. 4. Фукусы на отвесном берегу.

Общее количество их не менее 500 тыс. т. В Белом море их меньше.

На Дальнем Востоке морская капуста произрастает от корейской границы до Северного полярного моря. Исследования, проведенные Тихоокеанским институтом рыбного хозяйства, показали, что заросли морской капусты расположены не менее чем на 99 тыс. га с общей производительностью в 3.5 млн. т сырья. Кроме морской капусты в водах Дальнего Востока имеются водоросли, дающие агар-агар, различные виды съедобных водорослей и морская трава.

В Черном море основное промышленное значение имеет красная водоросль — филофора. По данным Севастопольской станции Академии Наук СССР, запасы ее достигают 10 млн. т сырого веса. Ценным промысловым объектом является также зостера, произрастающая в западной части Черного моря, и водоросль — цистозира.

Азовское море бедно водорослями. Промысловое значение здесь могли бы иметь — зостера, кладофора и тростники.

В Каспийском море известный интерес представляют морская трава, камышлотос, туфа и съедобные плоды чилима.

Серьезного внимания заслуживает проблема использования громадных запасов фитопланктона, который богат жирами, углеводами и содержит значительное количество витаминов. В Азовском море, например, биомасса фитопланктона при среднем цветении дает 5—10 кг сырого веса на один кубометр. Запасы только диатомей здесь к осени достигают не менее 480 млн. т биомассы.

Водоросли семейства ламинариевых, представляющие наибольший интерес

для промышленного использования, произрастают на глубине от 3 до 25 м и прикрепляются жесткими хрящевыми ризоидами к камням или раковинам.

Искусственно набрасывая камни на дно, при благоприятных гидрологических условиях можно создать культуру водорослей. Этим широко пользуются в Японии, искусственно разводя различные водоросли и устраивая искусственные „подводные плантации“.

МЕХАНИЗАЦИЯ ДОБЫЧИ И ОБРАБОТКИ ВОДОРΟΣЛЕЙ

Основная масса используемых водорослей собирается на берегу. После двух-трехдневных ветров, силой не менее 4—5 баллов, благоприятного направления на берегу скопляются громадные выбросы водорослей.

Для организации устойчивой сырьевой базы, обеспечивающей бесперебойную работу водорослеобрабатывающих предприятий, необходимо активизировать добычу. От пассивных способов сбора выброшенных штормами водорослей необходимо перейти к активному драгированию. Единственным широко распространенным орудием сбора водорослей со дна моря в настоящее время является китайская „канза“. Этот примитивный инструмент представляет собой длинный шест, на конце которого прикреплены четыре упругих прута. Канза опускается на дно и вращается в зарослях. Водоросли наматываются на прутья, резким толчком отрываются от камней и вытаскиваются на байду. На беломорских промыслах „канза“ была введена в 1930 г., когда сюда приехали китайские инстру-



Фиг. 5. Водоросли, выброшенные после шторма на берег.

ктора-капустоловы. Увеличение размеров ручной драгировки не разрешает вопроса организации широкой промысловой добычи водорослей. Необходимо перейти от кустарных приемов промысла к механизированной добыче водорослей со дна моря. В 1931 г. был объявлен конкурс на машины, добывающие со дна моря водоросли. Было предложено 11 различных конструкций; 7 из этих конструкций были осуществлены и испытаны. Все эти предложения могут быть объединены в три группы: драги, скользящие с неподвижными прямыми ножами; драги, катящиеся с подвижной системой зубчатых ножей, приводимых в движение от ходового колеса; драги с неподвижными зубчатыми ножами, скользящие на полозьях. По мнению Ленинградского областного отделения Всесоюзного института механизации сельского хозяйства, который уже около года ведет работы по вопросам механизации добычи и обработки водорослей, проектирование драги должно идти по пути отыскания такой конструкции, которая бы срезала водоросли и непрерывно подавала их на приемное судно.

Работы в этом направлении Институтом ведутся и дают обнадеживающие результаты.

При обработке в кормовой продукт из водорослей будет получаться мука, которую можно будет использовать в корм или с пищевой целью. Кроме того, эта мука сможет служить компонентом для приготовления комбикормов.

ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОМЫШЛЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДОРосЛЕЙ

Для создания правильного водорослевого хозяйства и организации промышленного комплексного использования водорослей на технические продукты, с пищевой целью, в качестве корма для животных и основной базы намеченной к созданию комбикормовой промышленности на Севере необходимо развернуть широкие исследовательские и опытные работы. Необходимо выяснить условия роста водорослей, их восстановления, определить сырьевую базу и разработать механические способы до-

бычи, хранения, транспортировки и обработки водорослей.

Изучением морских водорослей в настоящее время занимается целый ряд исследовательских организаций. Большой интерес представляют работы, проводимые Ботаническим институтом Академии Наук СССР. Работы эти должны дать материал по характеристике сырья и сырьевой базы.

Вопросами промышленного использования морских водорослей занимаются Северный и Ленинградский филиалы жирового института, Лаборатория физической и коллоидной химии Ленинградского Гос. университета, Институт целлюлозы в Москве, Научно-исследовательский текстильный институт и ряд других исследовательских организаций.

Изучением вопросов, связанных с кормовым использованием водорослей, занимается Ленинградский институт экономики и организации соземледелия ВАСХНИЛ, Северный молочный институт в Вологде, Карельский исследовательский институт, Карельский комитет аграрного института Лен. отд. Комкадемии и Мурманская зональная сельскохозяйственная станция.

Ленинградский институт экономики и организации соземледелия работает в настоящее время над проблемой использования продуктов моря в сельском хозяйстве, имеющей большое народнохозяйственное значение. Разрешение этих вопросов позволит поставить на службу реконструируемому животноводству богатейшие ресурсы наших морей и океанов.

Серьезного внимания заслуживают также работы, проводимые Ленинградским отделением Всесоюзного института механизации сельского хозяйства по механизации сбора и обработки кормовых водорослей.

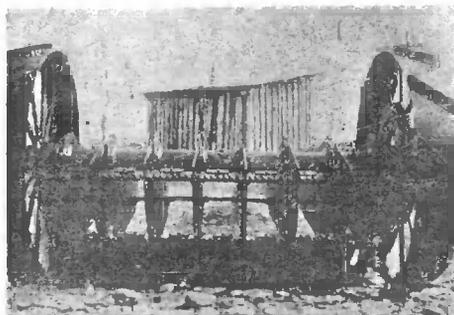
Интересы народного хозяйства Союза требуют, чтобы исследовательские работы по изучению водорослей были усилены.

Морские водоросли — это настоящий „подводный универсал“. Водоросли — это не только иод, пищевое и кормовое средство, как думали еще недавно. Морские водоросли — это сырье для пищевой, бумажной, текстильной, мыловарен-

ной, резиновой, строительной и кинопромышленности.

Опыты, проведенные за границей, и работы наших исследовательских институтов со всей очевидностью показали, что агар и маннит могут найти широчайшее применение в кондитерском производстве, при изготовлении лекарств и пищевых средств. Из водорослей можно получить бумажную массу, которая в соединении с другими веществами может с успехом быть использована для приготовления дешевой бумаги. Бумага эта по своей прочности и белизне ничем не уступает бумаге, изготовленной из хлопчатобумажных отходов. В Новосибирске находится опытная фабрика, ведущая работу на пресноводном сырье. Работы этой фабрики полностью подтвердили возможность использования водорослей в бумажной промышленности. Установлено, что при изготовлении мыла может добавляться до 50% альгиновой кислоты. При этом получается мыло, обладающее хорошими техническими качествами. Большая будущность принадлежит использованию альгинатов для приготовления искусственных пластических масс, в строительном деле и при производстве непромокаемых тканей. Свойство альгинатов, смешанных с цементом, сообщать последнему водонепроницаемость должно быть широко использовано в строительной технике. Представляет также интерес применение альгиновой кислоты и альгинатов для получения эмульсии и в флотационном деле. Обнадеживающие результаты дают успешные опыты наших советских изобретателей по приготовлению водорослевой несгораемой киноплёнки. Удачное разрешение этого вопроса приведет настоящий переворот в кинопромышленности.

Наряду с техническим использованием морских водорослей они должны занять почетное место как пищевое и кормовое средство. На заготовку в корм скоту и скармливание могут



Фиг. 6. Машина по механизированному сбору водорослей со дна моря. Оказалась мало пригодной к условиям Севера.

употребляться водоросли свежие, сушеные, силосованные, замороженные, и в виде компонента комбикормов.

Широкие перспективы, связанные с организацией промышленного использования морских водорослей, требуют создания правильного водорослевого хозяйства. От кустарных и часто хищнических методов сбора и обработки водорослей необходимо перейти к более совершенным и рациональным. Добыча должна производиться на периодически-эксплуатируемых участках. Необходимо избегать разбросанного и хаотического сбора сырья в разных местах. Структура дна при драгировке не должна нарушаться.

В порядке постановки вопроса следует выдвинуть проблему создания в наиболее благоприятных районах искусственных водорослевых хозяйств, как это имеет место в Японии. Одновременно с организацией добычи должна идти работа по созданию широкой сети предприятий по переработке сырья. От разговоров о необходимости использовать водоросли — нужно перейти к делу.

Проблема использования водорослей в основном должна быть разрешена во второй пятилетке. Неосвоенные богатства морей и океанов должны быть мобилизованы на службу социализму.

К АККЛИМАТИЗАЦИИ НЕРКИ НА АМУРЕ

Г. У. ЛИНДБЕРГ

Нерка, или красная (*Oncorhynchus nerka*), — тихоокеанский лосось — близка в систематическом отношении к таким хорошо известным рыбам, как кета и горбуша, являясь видом того же рода. В промышленном отношении нерка имеет главенствующую роль, так как служит основным и наиболее ценным сырьевым объектом лососевой консервной промышленности в северных водах Тихого океана. Встречаясь в наибольших количествах в районах восточной Камчатки и Аляски, нерка доходит на юг по восточному берегу азиатского материка до северного Хоккайдо (Япония) и по западному берегу американского — до южного Орегона, попадаясь там в небольших промысловых количествах. Указания Шренка (1855) на нахождение единичных экземпляров красной в реке Амуре Л. С. Берг вполне основательно признал за ошибку, основанную на смешении красной с летней кетой или с симой.

В бассейне р. Амурса крупное промысловое значение имеют кета и горбуша. Наличие в промысловых количествах в Амурском районе нерки могло бы значительно усилить рыбохозяйственное значение этого важного рыбохозяйственного района. В 1929 г., по идее уч. специалиста по рыбоводству И. И. Кузнецова, были начаты рыбоводным отделом Тихоокеанского института рыбного хозяйства работы по акклиматизации нерки в р. Амуре, продолжавшиеся, под руководством того же И. И. Кузнецова, до 1934 г. Всего за этот период было перебросено с Камчатки на Тепловский рыбоводный завод 16 300 000 икринок нерки, а по отдельным годам, как то приведено ниже в таблице:

1929 . . .	300 000	1932 . . .	5 500 000
1930 . . .	1 000 000	1933 . . .	2 500 000
1931 . . .	7 000 000	1934 . . .	не было

По данным М. П. Сомова, основную массу нерестующих особей нерки в р. Камчатке, в период с 1926 по 1929 гг., составляли рыбы, входившие в реку на пятом лете их жизни, то есть имевшие четыре ясно выраженных зимних кольца на чешуе (4+). В меньшем количестве встречены были рыбы в возрасте 5+ и еще в значительно меньшем количестве (в единицах и долях процента) — особи в возрасте 3+. Данные о возрастном составе нерестующих особей нерки, полученные М. П. Сомовым, давали основание предполагать, в случае благоприятных условий развития икринок и мальков нерки в Амуре и благополучного ската их в море, возврат взрослых половозрелых особей из моря в р. Амур для икротетания в следующие сроки. Особей поколения 1929 г. можно было ожидать в 1934 г., а поколения 1930 г. — в 1935 и 1936 гг. Не исключалась возможность единичного возврата особей поколения 1929 г. и в 1933 г.

в возрасте 3+, но эта возможность была очень невелика.

Тем не менее летом 1933 г. в бассейне р. Амурса были отмечены поймки половозрелых особей нерки, но, к сожалению, экземпляры этих особей не были доставлены И. И. Кузнецову для детального их изучения. Летом 1934 г. сведений о поймках половозрелых особей нерки было значительно больше, но, будучи пойманы, они, как и в предыдущем году, были „опробованы“ поймавшими их рыбаками и съедены, частью же пошли в обработку. Указания рыбаков, что „красная идет“ (так иначе зовут нерку), говорят за то, что появление нерки в Амуре в 1934 г. было уже в более значительных количествах, чем в 1933 г.

В Зоологический институт Академии Наук СССР Дальневосточным управлением рыболовства осенью м. г. был передан один экземпляр этой рыбы, пойманный 3 августа 1934 г. в р. Хузе (бассейн Амурса) ст. инструктором по рыбоводству Дальрыбы тов. Сероусовым. Обследование этого экземпляра и еще двух других в специальной комиссии Дальрыбы при участии автора этой заметки установило, что пойманные в р. Хузе лосося являются половозрелыми самками нерки, что достаточно точно подтверждается большим числом жаберных тычинок (34), характерных для этого вида, а также и другим признаками.

В настоящее время этот экземпляр нерки, получивший значение известного исторического документа, подтверждающего возможность успешного разрешения проблемы акклиматизации нерки в Амуре, хранится в Зоологическом институте Академии Наук СССР за № 24851.



Чешуя нерки из Амурса.

Просмотренная мною чешуя этого экземпляра, микрофотография которой приведена на рисунке (см. фиг. на стр. 74), показывает, что данный экземпляр прожил полных 4 зимы и вошел в реку на 5-м лете своей жизни. Эти данные дают основания считать, что насоящий экземпляр нерки следует отнести к поколению 1929 г.

Установление возврата половозрелой самки нерки в Амур, хотя и не является окончательно подтверждающим успех акклиматизации, тем не менее в достаточной мере устраняет сомнения о возможности успеха этих мероприятий, выдвигая в то же время ряд сложных и важных задач. Необходимо уточнить места нереста нерки в Амуре и учесть возможную нерестовую площадь, выявить результаты естественного нереста красной в Амуре, уточнить на большом материале возрастную и половую состав нерестующих особей, выяснить скорость эмбрионального и постэмбрионального развития, характер питания молоди и благоприятности условий в этом и ряде других экологических отношений бассейна

р. Амура. Несомненно также необходимо в первые годы подхода акклиматизированной красной категорически запретить ее лов, чтобы обеспечить закладку икры на большей площади нерестилищ и тем самым ускорить признание за неркой промыслового значения в Амуре. В 1935 г. и в последующие 1936 и 1937 гг. следует ожидать значительного подхода красной в р. Амур, и в связи с этим в эти годы должно быть уделено большое внимание изучению намеченных выше вопросов.

В заключение следует добавить пожелание о продолжении переброски икры красной с Камчатки на Теплозский завод еще в течение трех или четырех лет, чтобы охватить период двух жизненных циклов этой рыбы. Это обстоятельство в значительной степени ускорит включение красной в ряды промысловых объектов Амура и тем самым сильнее обеспечит успех нашей рыбохозяйственной науки в деле реконструкции природы и в деле содействия социалистическому строительству.

НОВОСТИ НАУКИ

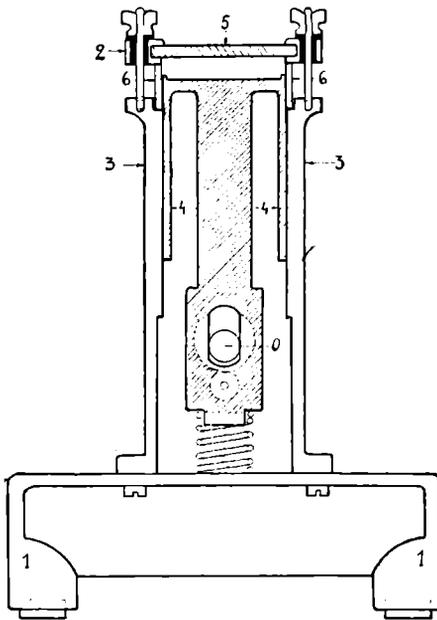
ФИЗИКА

Камера Вильсона для исследования космических лучей в стратосфере. Разработанный и примененный в 1912 г. английским ученым Г. Вильсоном особый метод позволил сделать видимыми пути, по которым летят отдельные альфа- и бета-частицы, вылетающие из радиоактивных веществ. Изобретенный Вильсоном прибор получил название камеры Вильсона, и его применение оказалось чрезвычайно плодотворным как для исследования радиоактивных излучений, так и для открытых впоследствии космических лучей. Особенно важно было бы применить камеру Вильсона для исследования космических лучей в верхних слоях тропосферы и в стратосфере. Этому до сих пор времени препятствовала громоздкость аппаратуры, связанной с камерой Вильсона, и необходимость большого количества энергии для ее питания. Известно, что летящие электроны, позитроны, протоны и альфа-частицы ионизуют газ, через который они пролетают, оставляя вдоль своего пути положительные и отрицательные газовые ионы. В течение 0.1—0.2 сек. эти ионы не успевают еще значительно отойти от места своего возникновения или воссоединиться друг с другом и образуют в газе как бы дорожку, довольно густо усеянную ионами. По прошествии примерно одной секунды ионы в значительной степени расползаются в газе и воссоединяются между собою. Известно, что в газовой среде, пересыщенной парами жидкости (воды, спирта или др.), ионы являются ядрами конденсации паров жидкости, и на них образуются кон-

денсирующиеся мелкие капли. Если газ, насыщенный парами жидкости, быстро охладить, то на ионах, возникших вдоль путей пролетающих через газ электронов (или других ионизирующих частиц), образуются мелкие капли, расположенные вдоль пути полета электрона. При ярком боковом освещении эти капельки представляются светящимися точками, а весь путь движения электрона (или другой частицы) представляется светящейся линией, получившей название трэка. Эти трэки при достаточном освещении могут быть фотografiруемы.

На фиг. 1 изображена в поперечном разрезе камера Вильсона. В металлическом цилиндре 3 находится плотно пришлифованный поршень 4, который может опускаться и подыматься при помощи эксцентрика, вращающегося с осью 0.

Продолжением цилиндра 3 служит стеклянное цилиндрическое кольцо 6, в которое входит поршень своим верхним концом. Сверху стеклянное кольцо прикрыто плоскопараллельным стеклом 5, прижимаемым крышкой 2. Все соединения между стеклянными частями и металлическими сделаны газонепроницаемыми. При вращении оси 0 происходит периодическое опускание и подымание поршня. При опускании поршня газ, находящийся над поршнем в стеклянной герметической камере, расширяется, и его температура значительно понижается. Вследствие наличия свободной жидкости, находящейся на поршне, в камере всегда содержится большое количество паров ее, близкое к состоянию насыщения. При опускании поршня и охлаждении газа эти пары оказываются в состоянии пересыщения и конденсируются на



Фиг. 1. Вертикальный разрез камеры Вильсона.

ионах, если только в это время пролетали через газ над поршнем электроны (или другие ионизирующие частицы), оставившие после себя вдоль своего пути дорожку из ионов, образовавших на себе мелкие капли. При ярком освещении через боковую стеклянную стенку цилиндра мы можем ясно видеть эти трэки через плоскопараллельное стекло крышки камеры и сфотографировать их. Быстро летящие электроны и позитроны образуют на каждом сантиметре своего пути в газе несколько десятков пар ионов, благодаря чему на каждом сантиметре трэка находится около ста отдельных капелек. Альфа-частицы образуют на своем пути в газе около 200 000 пар ионов, и на единицу длины их трэка приходится много десятков тысяч мелких капелек. Благодаря этому трэки альфа-частиц представляют собою жирные толстые линии, а трэки летящих электронов и позитронов представляют собою тонкие тонкие линии. Помещая камеру Вильсона внутри катушки, намотанной из большого количества проволоки, и пропуская по ней достаточно сильный ток,¹ создают в камере Вильсона магнитное поле, которое искривляет пути движения электронов и позитронов и тем в меньшей степени, чем быстрее движение этих частиц. Зная величину силы магнитного поля, можно по искривлению трэка определить скорость движения этих частиц и их энергию.

В 1929 г. советский физик Д. В. Скобельцын применил камеру Вильсона для исследования космических лучей и обнаружил быстролетящие, обладающие большой энергией электроны, связанные с распространением космических лучей. В 1932 г. американский физик К. Д. Андерсон,

а в 1933 г. английские физики П. Блэккетт и Г. Оккьялини обнаружили в камере Вильсона положительно заряженные легкие частицы-позитроны, по массе и величине заряда эквивалентные электронам и возникающие в результате атомных взрывов, вызванных космическими лучами при их прохождении через стенки камеры и наполняющий ее газ. Эти работы описаны М. П. Бронштейном в указ. № Природы за 1933 г.

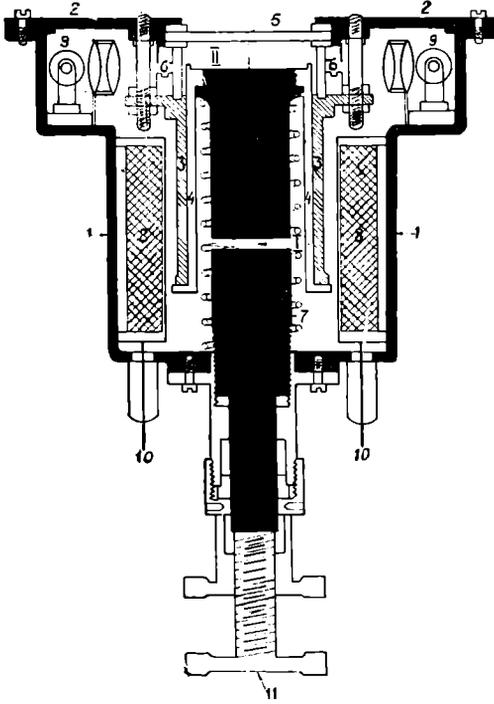
Летом 1934 г. экспедицией Академии Наук СССР и Ленинградского дома ученых камера Вильсона была успешно применена на склонах Эльбруса.

Особый интерес представляет применение камеры Вильсона для исследования космических лучей при полетах в стратосферу.

Хотя сама камера Вильсона представляет собою небольшой и нетяжелый прибор, однако обслуживающая ее аппаратура очень громоздка, тяжела и сложна: для движения поршня применяется электромотор с механическим приспособлением для передачи движения поршню, для освещения — дуговой фонарь (потребляющий много тысяч ватт электроэнергии) с реостатом и с оптической системой для концентрации и направления света в камеру Вильсона. Для создания в камере Вильсона магнитного поля обычно применяются большие и тяжелые катушки. Вместе со всеми этими приспособлениями камера Вильсона представляет собою сложный агрегат, монтируемый на двух-трех столах, весящий много пудов и непригодный для полетов в стратосферу.

В конструкции, разработанной автором, имеются следующие изменения. Движение поршня производится при помощи электромагнитной тяги, которая осуществляется пропусканьем электрического тока через небольшую катушку. Эта же катушка создает магнитное поле, искривляющее трэки внутри рабочей камеры. Освещение производится несколькими калильными электрическими лампочками, расположенными вокруг стеклянного кольца верхней части камеры. Все детали и части прибора помещены внутри железного корпуса, обозначенного на фиг. 2 цифрой 1 и закрытого герметической железной крышкой 2, к которой на четырех стойках прикреплен бронзовый цилиндр 3; в нем находится плотно пришлифованный бронзовый поршень — 4 с железным сердечником в середине, который при нижнем положении поршня упирается о нижний опорный железный сердечник 7. Спиральная бронзовая пружина удерживает поршень в поднятом положении. Между крышкой корпуса 2 и цилиндром 3 помещено стеклянное цилиндрическое кольцо 6, прикрытое сверху плоскопараллельным стеклом 5. Пространство, ограниченное с боков кольцом 6, сверху плоскопараллельным стеклом 5 и снизу верхним основанием поршня, представляет собою основную часть прибора, в которой через стекло 5 наблюдаются и фотографируются пути (трэки) пролетающих через камеру частиц. При помощи специальных прокладок все соединения между стеклянными и металлическими частями сделаны газонепроницаемыми. Вокруг стеклянного кольца 6 расположено восемь электрокальильных лампочек (9), свет которых через восемь маленьких оптических конденсоров направляется и концентрируется внутри стеклянного кольца 6 в камере расширения. При

¹ См. Природа, № 5—6, 1933. М. П. Бронштейн. „Положительные электроны“, стр. 21.



Фиг. 2. Вертикальный разрез электромагнитной камеры Вильсона конструкции А. Б. Вериго.

малом расстоянии (около 10 мм) нитей накала ламп от линз конденсаторов освещенность в камере расширения достигает 300 000—400 000 люкс. Электропроводка 10 ламп освещения выведена через эбонитовые изоляторы в днище корпуса. Вокруг поршня в нижней части корпуса расположена катушка 8, намотанная из изолированной проволоки. При прохождении через ее обмотку электрического тока создается внутри ее магнитное поле, линии сил которого проходят через железный опорный сердечник, железный корпус и крышку его, затем через воздушное пространство в камере расширения II и наконец через железный поршневый сердечник и воздушное пространство I между ним и опорным сердечником 7. При замыкании тока в цепи катушки 8 магнитные силы заставляют быстро опуститься поршень до соприкосновения его сердечника с нижним опорным сердечником 7 и искривиться трэки в камере расширения. При прекращении тока в катушке 8 исчезает магнитное поле, и пружина, а также и пониженное давление в камере расширения заставляют поршень вернуться в верхнее положение. Все части прибора, сделанные из железа и образующие магнитную цепь, на фигуре зачернены. Рабочий цикл прибора осуществляется замыканием тока в цепи катушки 8 и лампочек 9, в результате чего в течение 0.1—0.2 сек. происходит опускание поршня в ярко освещенном пространстве камеры расширения II, пронизанной магнитным полем. После размыкания тока в течение времени около 0.2 сек. происходит полное воз-

вращение всех частей камеры в исходное положение и создается готовность к следующему рабочему циклу. Вследствие быстрого опускания поршня сильной магнитной тягой процесс расширения газа в камере II приближается к адиабатическому, что содействует резкому изображению трэков. Работа автора с описываемой камерой показала, что в минуту можно производить 45—50 расширений. Для автоматизации работы камеры был изготовлен синхронизатор, представляющий собой маленький электромотор с червячным редуктором, ось которого была соединена с валом кинемо, производившей один снимок на каждый оборот валика. На оси редуктора имелся эксцентрик, который включал ток (при открытом объективе кинемо) в цепях катушки и осветителя и затем выключал его к моменту закрытия объектива кинемо. Вес камеры со всеми частями, расположенными внутри ее корпуса, был равен 10 кг, вес синхронизатора с кинемо и электромотором, — 1.5 кг. На киноплёнке, находящейся в кассете кинемо, может быть снято до 1500 снимков. Лабораторная работа с описываемой камерой показала, что возможно еще значительно уменьшить как ее вес, так и количество электроэнергии, необходимой для ее работы. Камера питается электрическим током напряжением 12 V от батареи аккумуляторов и требует для каждого фотоснимка около 70 W/сек. электроэнергии. Яркость освещения трэков оказалась вполне достаточной для фотографирования их не только на высокочувствительной, но и на обычной киноплёнке. По габариту, весу и потребляемой электроэнергии камера годна для поле: ов в стратосфере.

Конструкция описываемого прибора была разработана автором в развитие работ, производившихся в Главной геофизической обсерватории и выполнена в значительной части в лабораториях Гос. радиового института при участии его сотрудника Р. А. Эйхельбергера и построена в мастерских Гос. радиового института по заданию Главной геофизической обсерватории.

А. Вериго.

ХИМИЯ

Новый метод уничтожения туманов.¹ В аэропорте гор. Южн. Дортмут (США) производились опыты по применению растворов хлористого кальция для уничтожения тумана.

Для этого раствор туманялся на высоте 30 фут. от земли. Туман быстро выпал в виде дождя, и появилась ясная видимость на расстоянии 2000 фут. В дальнейшем предполагено испытать рассеивание порошкообразного хлористого кальция с аэроплана, что должно действовать еще более эффективно. Способ вызвал живой интерес среди авиационных специалистов Америки.

Гуммирование деревянной аппаратуры. Задача гуммирования, т. е. покрытия слоем резины, деревянной аппаратуры — предохранение ее от коррозии.

Для этого деревянные поверхности многократно смазываются резиновым клеем, причем повторное смазывание производится по высыха-

¹ Chem. Trade J. 10 VIII 1934 г.

нии предыдущего. На последний слой резинового клея накладываются резиновые пластины, концы которых срезаются вкось и приклеиваются друг к другу. Вулканизацию резины производят паром, пускаемым внутрь аппарата. Если вулканизация прошла хорошо, что контролируется отдельным опытом с пробным куском резины того же качества, то полученная футеровка является достаточно кислотоустойчивой во многих случаях. Так, она выдерживает против 60° Боме серной кислоты до 35° С или 10° Боме до 100°, соляной кислоты 22° Боме до 50° С, 2% азотной — до 80° С, большинство насыщенных растворов солей — до 80° С. Таким образом, очевидно, что гуммирование деревянной аппаратуры сильно расширяет возможность ее применения в промышленности. Гуммирование можно производить и иначе — путем пропитки дерева или водным раствором латекса (сок каучуконосных растений, представляющий водную эмульсию каучука) или бензиновыми растворами каучука. Этот метод помимо научного интереса дает большую экономию в каучуке.

В. А. Комаров.

БИОЛОГИЯ

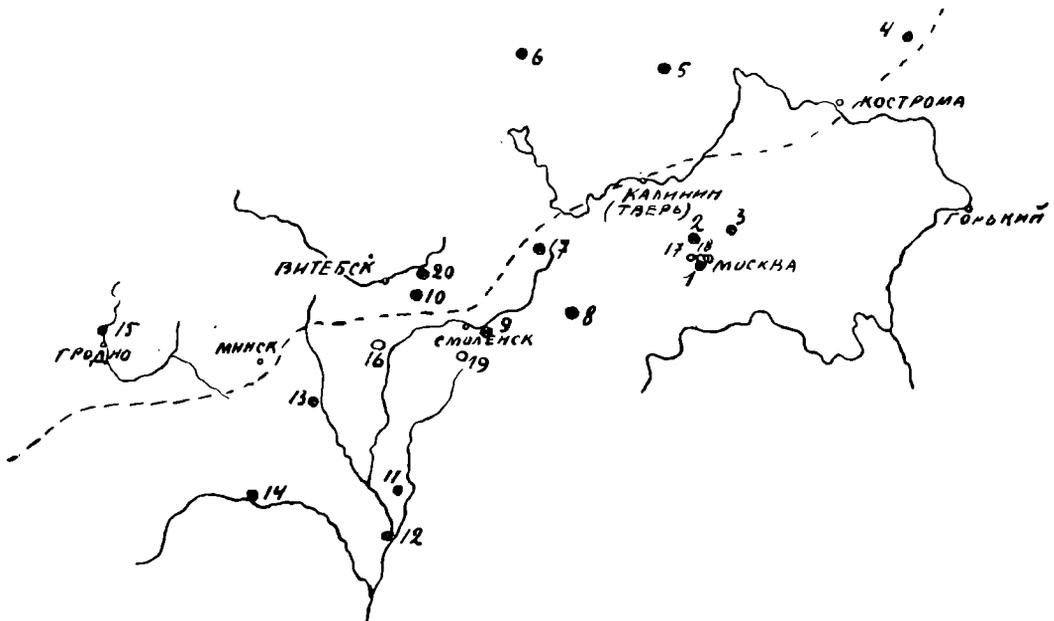
Палеоботаника

Бразения в межледниковых отложениях СССР. В последние годы значительно подвинулось вперед изучение четвертичных отложений, причем особенное внимание уделено было меж-

ледниковым образованиям. Последние подверглись тщательному палеоботаническому изучению, поскольку они оказались торфами или мергелями. В редких случаях, когда не было макроскопических остатков, всегда можно было найти даже в негумифицированных суглинках и песках пыльцу, особенно древесных пород, и составить для межледниковой толщи пыльцевую диаграмму — такую же, какие составляются и при изучении современных (последледниковых) торфяников.

Особенно интересными были находки плодов и семян, по которым можно было реконструировать растительность более близких к нам отложений, преимущественно рисс-вюрмских.

В настоящее время можно считать доподлинно установленным такой состав водной флоры, обычно находящийся в нижних слоях рисс-вюрма: бразения (*Brasenia purpurea*), вид, вымерший в Европе, но живущий и теперь в более теплых и даже жарких областях юго-восточной Азии, в Сев. Америке и в тропиках Старого и Нового Света, телорез (*Stratiotes aloides*), не дающий плодов в наших климатических условиях, но плоды которого в обилии встречаются в ископаемом состоянии, альдрованда (*Aldrovanda vesiculosa*), редкое у нас водяное растение, водяные орехи (*Trapa muzzanensis* и *T. natans*), найас (*Najas marina* и *N. flexilis*), рогалистник (*Ceratophyllum demersum*), различные виды рдестов и нек. др. Плоды и семена этих видов встречаются в смеси с гипнумами (особенно с *Drepanocladus Sendtneri* и др.). Не менее характерно нахождение в гипно-



Карта распространения межледниковых отложений рисс-вюрма (гл. обр., торфов) в вост. Европе: ● — с бразенией, ○ — без нее. Пунктиром — граница вюрмского оледенения.

- 1 — Потылиха; 2 — Львово; 3 — Ильинское; 4 — Галич; 5 — Борок; 6 — д. Дворец (Полометь); 7 — Клецово; 8 — Дрожжино; 9 — Немыкари (Рябцево); 10 — Микулино; 11 — д. Петровская; 12 — Лоев; 13 — Березина (д. Мурава); 14 — Макарычи; 15 — Гродно (Самострельники); 16 — Копысь; 17 — Троицкое; 18 — Студеный Овраг; 19 — Дуброва; 20 — д. Дисненинова.

вом же торфе, как и в выше лежащих пластах: граба (*Carpinus Betulus*), липы (*Tilia platyphyllos*), орешника (*Corylus Avellana*), клена (*Acer platanoides*) и др. В верхних слоях межледниковых толщ обычно появление и различных сфагновых мхов.

Сопоставляя эти находки с пыльцевыми диаграммами, можно увидеть, что семена бразниев встречены одновременно с максимумом пыльцы орешника, ольхи и смешанного дубового леса (из липы, дуба и вяза). Это совпадение одинаково как для Московской области, так и для БССР (Лоев и др.), с некоторым различием в том, что на первом месте в Московской области при максимуме орешника много ольхи, а далее в меньших процентах отмечается смешанный дубовый лес; мес.ами в БССР на некоторых диаграммах при максимуме орешника на первом месте стоит смешанный дубовый лес. Подобное сочетание древесных пород с бразниевой флорой не может не указывать на сравнительно высокие температурные условия хотя бы в части рисс-вюрмского времени.

На карту (см. стр. 78) нанесены все известные до сих пор в вост. Европе, главным образом в СССР, находки межледниковых отложений. Из них ранее найденные были следующие: в Клецове (Никитин), в Бо. ке б. Тверск. губ. (Миссуна), у д. Дворец, между Валдаем и Ст. Руссой (Н. Н. Соколовым), у д. Дисениной (Жирмунский) и в Самострельниках у Гродно в Польше (Н. Н. Соболевым и В. Шафером) (Борок, Дисенинова, частично Самострельники обработаны были В. Н. Сукачевым) — всего 5 местонахождений. Все остальные, в числе 15, были открыты Г. Ф. Мирчинком и др. и изучены мною. Из 20 местонахождений бразниев обнаружена в 15 пунктах (см. карту). Из карты видно, что находки бразниев сосредоточены на пространствах, освободившихся из-под ледяного льда. Часть отложений, содержащих бразнию и сопутствующие ей виды, была впоследствии покрыта вюрмским ледником и отложениями вюрмского времени.

В. С. Доктуровский.

К ископаемой флоре среднего плиоцена Болгарии. Проф. Б. Стефанов и Д. Йорданов опубликовали интересную работу (Дополнительные материалы за проучване фосилната флора на плиоценският образувания при с. Курило [Софийско]. Годишник на Софийский Университет, Агроном. факультет, т. XIII, 1934—1935, стр. 1—40, с 8 табл.), дающую дозольно исчерпывающее представление о флоре софийской равнины в левантинский век (средний плиоцен). К ранее сообщенным данным (см. Природа, № 7—8, 1929 г., стр. 711) авторы добавляют еще ряд видов, так что в общем насчитывается около 60 видов древесных и кустарных растений (что составляет почти половину числа всех деревьев и кустарников, известных из европейской части СССР и Кавказа). В числе новых для района добавлены: *Chamaecy paris* aff. *lawsoniana*, *Vambusa* sp., *Populus* aff. *takamahaca*, *Fagus orientalis*, *Quercus* aff. *castaneifolia* и ряд других. Для флоры характерно сохранение ряда древних аркто-третичных типов, ныне вымерших в Европе (*Sassafras*,

Glyptostrobus, *Tsuga*, *Pseudotsuga*), но в то же время — появление осины, толокнянки, брусники и существование ряда средиземноморских (и даже чисто канарских) форм. Флора значительно беднее нижнеплиоценовой флоры того же района, где кроме сассафраса существовали и другие представители сем. лазровых.

Флора левантинского века состоит как раз из комплекса, из которого нам легко выводить современные флоры Крыма и Кавказа, причем даже последняя, в самом типичном районе Зап. Закавказья, уже много беднее левантинской Балкан, не содержа таких типов, как сассафрас или глиптробус.

Работа ценна как фактический материал по развитию флоры на юго-востоке Европы и особенно как материал для ботанико-географических выводов относительно развития флоры наших южных окраин.

А. Кривошвиц.

Палеозоология

Итоги изучения фауны Мезинской палеолитической стоянки. Мезинская палеолитическая стоянка (с. Мезин Понорницкого р. Черниговской обл. УССР) является одной из самых богатых в СССР по количеству костного материала. Исследования этой стоянки начались 25 лет назад и производились неоднократно разными исследователями вплоть до 1933 г. Однако накопившийся в результате этих исследований обильный костный материал, хранящийся ныне в различных научно-исследовательских учреждениях гг. Киева, Москвы и Ленинграда, до сих пор был не только не описан, но даже окончательно не определен. В 1933 г. нам удалось просмотреть и определить весь этот разрозненный материал¹ и в последнее время, по поручению Института истории материальной культуры ВУАН, заняться более тщательной его обработкой.

Несмотря на многолетние раскопки, костяной горизонт Мезинской стоянки еще не исчерпан, поэтому к установленному нами комплексу мезинской фауны возможны еще существенные дополнения, как это было, напр., в 1930—1932 гг. (ошейниковый лемминг, байбак), однако основной характер этой фауны уже вполне определен, что дает возможность подвести некоторые итоги.

Всего в Мезине выкопано около 5500 костей и более или менее крупных фрагментов костей, принадлежащих 140 индивидуумам животных.

По видам этот материал распределяется согласно таблице на стр. 80.

Кроме указанных животных найдено также 128 раковин моллюсков, принадлежащих двум видам: *Cerithium vulgatum* Brug. и *Nassa reticulata* L., из них церитиум преобладает в количественном отношении. Большинство раковин прошерлены (для нанизывания). По всей вероятности, эти раковины не местного происхождения. По

¹ Существенную помощь в этом нам оказали: акад. А. А. Борзяк, Г. Ф. Мирчинк, П. П. Ефяменко, В. И. Громов, Ю. А. Орлов, В. И. Громова и др.

Название млекопитающих и птиц	Количес- во костей	Количес- тво инди- видов
	добытых за все годы работ с 1908 г. по 1933 г. включительно	
1. <i>Elephas primigenius</i> Blum	1513	18
2. <i>Rhinoceros tichorhinus</i> Cuv.	15	2
3. <i>Equus equus</i> L.	258	13
4. <i>Ovibos moschatus</i> Zimm.	148	14
5. <i>Bison priscus</i> Boj.	9	3
6. <i>Rangifer tarandus</i> L.	79	10
7. <i>Ovis</i> sp.	2	1
8. <i>Sus scrofa</i> L.	2	1
9. <i>Ursus arctos</i> L.	29	4
10. <i>Ursus spelaeus</i> Rosenm. ¹	2	1
11. <i>Gulo gulo</i> L.	25	3
12. <i>Canis lupus</i> L.	232	13
13. <i>Vulpes lagopus</i> L.	623	38
14. <i>Lepus (timidus?)</i>	31	7
15. <i>Marmota bobak</i> Mull.	3	2
16. <i>Citellus rufescens</i> Keys. et Blas.	1	1
17. <i>Dicrostonyx torquatus</i> Pall.	5	2
18. <i>Ellobius talpinus</i> Pall.	1	1
19. <i>Arvicola amphibius</i> L.	1	1
20. <i>Logopus lagopus</i> L. ²	10	4
21. <i>Nyctea nyctea</i> L. ²	1	1
Итого	2990	140

крайней мере нам неизвестны в пределах Черниговской обл. находки этих раковин в коренном залегании. Эйхвальд в свое время указывал разные виды рр. *Cerithium*, *Vuccinum* (в том числе и *Nassa*) для „молассовых“ отложений Полесья, но это указание относится к южной части быв. Волынской губ. В. В. Богачев, определявший часть нашего материала, сообщил (письмом), что эти раковины, повидимому, происходят из берегов Черного моря и что по размерам мезинские церитиумы более всего походят на церитиумы из так называемой тирренской террасы. Что касается растительных остатков, то они найдены в очень незначительном количестве в виде ку-

сочков угля и одного куска смолы какого-то хвойного дерева. Несколько образцов угля из раскопок 1932 г., по определению А. Ф. Гаммерман, оказались принадлежащими иве (*Salix* sp.). Из перечисленных выше млекопитающих слепошюнка, водяная крыса и, повидимому, рыжеватый суслик не являются современными образованию культурного слоя, а попали в него позже по кротовинам, хотя все они могли быть членами мезинского териоценоза. Что же касается остальных видов, связанных непосредственно с культурным слоем, то среди них тоже есть гетерогенные элементы. Так, по нашему мнению, большая часть костей мамонта, носорога и, возможно, лошади и бизона не является результатом активной охоты на этих животных, а была добыта из тающих глетчеров в виде свежей кости и, может быть, даже сохранившихся частей с мясом или целых трупов. Главными современниками мезинского палеолитического человека были: северный олень, овцебык, ошейниковый лемминг, волк, песец и лошадь. „Смешанность“ мезинской фауны явно обнаруживается, несмотря на отсутствие в приведенном списке некоторых степных форм (тушканчик, желтая пеструшка), указанных нами для подобной „смешанной“ фауны Новгород-Северска (5). Кроме причин „смешения“, указанных нами в статье о новгородсеверской фауне, для Мезина нужно подчеркнуть особое значение сезонных миграций животных.

Определение возраста и воспроизведение ландшафтной обстановки существования мезинской фауны, а вместе с нею и мезинского человека, встречает значительные затруднения из-за отсутствия более полных данных о флоре и в связи с не совсем ясным стратиграфическим положением стоянки. Однако вполне ясно, что время существования стоянки совпадает с временем отступления глетчеров и может быть датировано началом послеледникового времени.

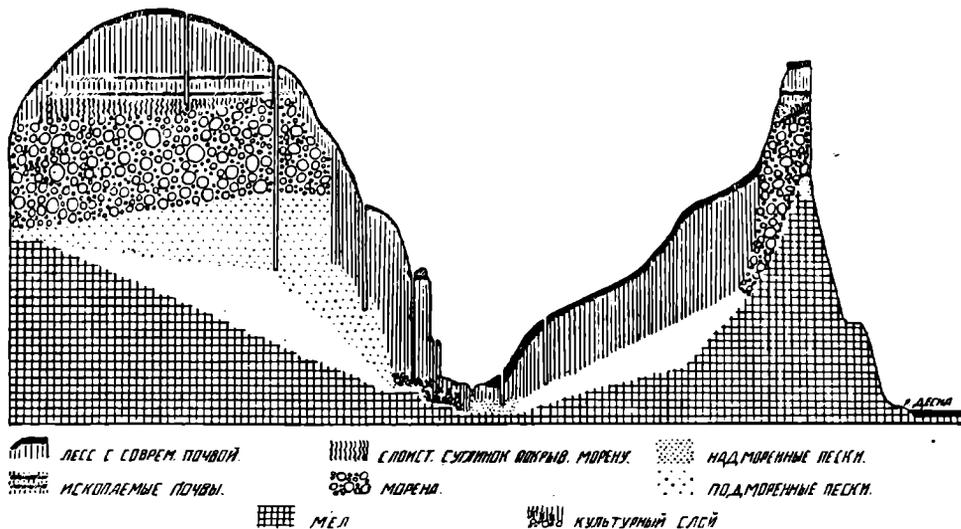
Как можно видеть из приведенного геологического профиля Мезинской балки, культурный слой прикрыт одним ярусом лёсса и подстилается очень незначительным прослойком валунной глины.

Резниченко считал, что лёсс, прикрывающий культурный слой, образовался делювиальным путем за счет эолового лёсса плато, а самую стоянку датировал так называемым вюрмским интерстадиалом (6). Однако утверждение Резниченко, что этот лёсс и вообще лёссы второго яруса окр. Мезина „перетолжены“ за счет бывших неслоистых эоловых лёссов, неправильно. Исключая слоистость делювиального происхождения по склонам и по дну балок, нередко наблюдаемую слоистость лёссов в других случаях в окр. Мезина нужно признать за явление первичное. Не вдаваясь в детали этого вопроса, мы только отметим, что в настоящее время водное происхождение (флювиогляциальное в широком смысле этого слова) лёссов Черниговщины нужно считать неоспоримым. Об этом свидетельствуют не только находки пресноводной фауны моллюсков в ископаемых почвах черниговских лёссов и в самих лёссах, но и многие другие наблюдения, сделанные в последнее время, что будет изложено нами в другой работе.

Таким образом и вопрос о возрасте „делювиального“ лёсса Мезинской балки является более сложным в связи с тем, что отсутствие в нем

¹ По определению В. И. Громова.

² По определению А. Я. Тугаринова.



Схематический геологический профиль Мезинской балки в SO направлении от ур. Малый Гай на Высокий Огород — Палеолитическую стоянку — сельсовет — пристань. Длина профиля 1 км; высота 45 м. (Белые места — породы, не пройденные скважинами.)

ископаемых почв обусловлено причинами не климатологического порядка, а порядка гидрологического.

Обнаруженная нами характерная пластинчатолстовая структура лёсса непосредственно над культурным слоем говорит о том, что с самого раннего времени после отложения культурных остатков в Мезинской балке происходил процесс водоёмного выветривания за счет материалов, принесенных мутными водами отступающих глетчеров.

Прослойки мелкого кварцевого песка, переслаивающие средний и верхний отделы лёссовой толщи Мезинской балки, напоминают современные донные отложения р. Десны в местах размыва ею меловых и др. отложений. Чисто делювиальное происхождение можно признать только за самой верхней частью лёссовой толщи Мезинской балки. Современный делювий и балочный алювий представляют также суглинки и песок, приуроченные к дороге, идущей по дну балки.¹

Из всего сказанного выше видно, что на основании только того, что культурный слой прикрыт одним ярусом лёсса, нельзя определять его возраст как слишком поздний и сблизать его с такими поздними стоянками, как, напр., Журавка. Как мы уже указали выше, время существования Мезинской стоянки определяется ранним послеледниковым временем.

Археологическая датировка Мезинской стоянки очень разнообразна. Эту стоянку определяли как ориньякскую (Анучин, Брейль), позднеориньякскую (Обермайер, Рудинский), позднемадленскую (Волков). В последние годы наиболее распространён был взгляд на эту стоянку как на солотрейскую (Ефименко, Бонч-Осмоловский, Громов), наконец теперь ее относят к верхнему

ориньяку (Мирчинк) или к солотрейско-мадленской переходной эпохе (Ефименко). Все это говорит о том, что подобной археологической датировке, в основе которой лежат типологические признаки кремневой индустрии, нельзя придавать значения периодизации в геологическом смысле, как это по сути вышло в работах не только геологов (Мирчинк, Крокос, Резниченко и пр.), но и некоторых археологов. Эпохи развития общества, в данном случае дородового, могут не только не совпадать с геологическими, но могут длиться в течение нескольких, геологически разных, этапов развития данной местности. Поэтому комплексное геологическое и археологическое изучение палеолитических стоянок не должно идти по пути идентификации археологической и геологической периодизации.

И. Г. Пидопличка.

Литература

1. В. И. Громов. О геологии и фауне палеолита СССР. Проблемы истор. матер. культуры, № 1—2, 1934. — 2. П. Ефименко. Каменные орудия палеолитической стоянки в с. Мезине Черниговской губ. Ежг. Р. антроп. о-ва при СПб. ун-те, т. IV, 1912. — 3. П. П. Ефименко. Дородовое общество. Изд. АИМК. 1934. — 4. Г. Ф. Мирчинк. Геологические условия нахождения палеолитических стоянок в СССР и их значение для восстановления четвертичной истории. Труды II Международ. конфер. АИЧПЕ, вып. V, 1934. — 5. И. Г. Пидопличка. Нахождение „смешанной“ тундровой и степной фауны в четвертичных отложениях Новгород-Северска. Природа, № 5, 1934. — 6. В. Різниченко. Мезинська палеолітична стадія (геологічний та геоморфологічний нарис). „Четвертинний Період“, вип. 1—2, 1930.

¹ Песок, налегающий на мел, обнаруженный скважиной на дне балки, видимо, более древнего происхождения.

Скатообразная рыба из нижнего девона. Скаты, как известно, появляются впервые в верхней юре; так, они имеются (*Rhinobatus*) в литографском сланце Баварии. Тем удивительнее нахождение в нижедевонских сланцах Рейнской провинции (Германия) рыбы, и своим внешним видом, и, частью, внутренним строением поразительно напоминающей ската. Рыба эта, *Gemündina*, была впервые описана еще в 1905 г. знаменитым шотландским палеонтологом Тракуайром, но только теперь, после работ мюнхенского палеонтолога Броили (1930, 1933), положение ее в системе рыб стало более или менее ясным.

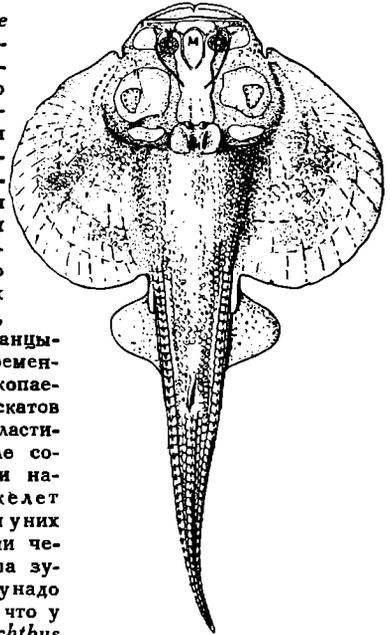
Натуральная величина изображенной на рисунке рыбы около 25 см. Следующие внешние признаки, общие с скатами, сразу бросаются в глаза: уплощенное, приплюснутое тело, удлиненная хвостовая часть, громадные грудные плавники, простирющиеся от передней части головы и почти до брюшных плавников, форма и положение брюшных плавников, расположение спинного плавника на хвосте, вооружение хвоста в виде шипиков. Но есть, кроме того, особенности внутреннего строения, напоминающие скатов: передний отдел позвоночника не расчленен на отдельные позвонки; имеется парный затылочный мыщелок, служащий для сочленения черепа с позвоночником и позволяющий голове совершать движения в спинно-брюшном направлении.

Но есть отличия от скатов, столь резкие, что они не только не позволяют ставить эти две группы рядом, но заставляют даже думать, что *Gemündina* не принадлежит к акулообразным в узком смысле этого слова (*Selachii*). В самом деле, верх головы покрыт у *Gemündina* плотными (костными) пластинками, выдающегося вперед рыла нет и рот обращен вверх, носовые отверстия на верху головы между глазами; на брюшных плавниках у самцов, повидимому, не было совокупительных органов, характерных для *Selachii*. Woodward (1932) относит *Gemündina* к своему подклассу *Elasmobranchii*, и именно к отряду *Rhenanidi*. (В подклассе *Elasmobranchii* Вудворд различает отряды: *Acanthodii*, *Pleuropterygii*, *Rhenanidi*, *Stegoselachii*, *Ichthyotomi* = *Pleuracanthidae*, *Selachii*, *Holocephali*.) Напротив, Stensjö (1934) склонен поместить *Gemündina* в подкласс *Placodermi*, и именно в отряд *Arthrodira* (в разделе *Elasmobranchii* Стеншю различает подклассы: *Acanthodii*, *Placodermi*, *Holocephali*, *Selachii*). *Arthrodira*, типом которых может служить известный и из нашего девона *Coccosteus*, — это нижнепалеозойские панцирные рыбы с своеобразным костным панцирем, одевающим туловище; хорда сохраняется в течение всей жизни. Для включения *Gemündina* и других *Rhenanidi* в группу *Arthrodira* диагноз последних придется видоизменить.

В недавнее время Гейнц (1932) снова выступил в защиту мнения, что *Arthrodira* вообще не принадлежат к челюстным, а составляют особый класс. Однако Stensjö (1934) доказал, что у названной группы есть все элементы челюстей, свойственные настоящим рыбам (*Pisces*), именно небо-квадратный и мекелев хрящ.

Во всяком случае, группа *Rhenanidi*, а также „панцирные акулы“ (*Stegoselachii* [Broili, 1933]), куда относят нижедевонскую *Macropetalichthys*, нижедевонскую *Stensiöella*, каменноугольную

Cratoselache и др.) представляют собою особую ветвь *Arthrodira*, для которой характерна постепенная редукция кожного, состоящего из костных пластинок, скелета (панциря). У современных и ископаемых акул скатов костных пластинок на теле совсем нет, и наружный скелет представлен у них плакоидными чешуями (типа зубов). К этому надо прибавить, что у *Macropetalichthys* черепная коробка (endocranium) была, по Stensjö, окостеневшей.¹ Равным образом, и у древнейших



Нижедевонская скатообразная рыба, *Gemündina Stürtzi*, со спинной стороны. Реставрация. Из Broili (1933). Натуральная величина 25 см.

типичных *Arthrodira* черепная коробка состояла из хряща, обложенного перихондральным костным слоем, сплошь одевавшим хрящ. У более молодых (геологически) *Arthrodira* этот внутренний сплошной костный покров черепной коробки распадается на несколько костей, а у некоторых, повидимому, совсем исчезает. Таким образом, эволюция идет здесь в направлении уменьшения и полной потери окостенения внутренней черепной коробки. Но то же явление Stensjö (1934 г.) отмечает не только для *Arthrodira*, но и для двоякодышащих, кистеперых и низших Actinopterygii (*Chondrastei*), а из бесчелюстных (*Agnathi*) у *Cephalaspidomorphi*. В том же направлении шла эволюция и у стегоцефалов. Л. Берг.

Л и т е р а т у р а

1. Broili F. Über *Gemündina Stürtzi* Traquair. Abhandl. bayer. Akad. Wiss., math.-nat. Abt., VI, 1930. — 2. Broili F. Weitere Fischreste aus den Huns. rückschiefern. Sitzber. bayer. Akad. Wiss., math.-nat. Abt., 1933. — 3. Broili F. Ein *Macropetalichthyide* aus den Hunsrückschiefern. Там же. — 4. Heintz A. The structure of Dinichthys, a contribution to our knowledge of the Arthrodira. New York, 1932, Amer. Mus. Nat. Hist. — 5. Stensjö E. On the heads of certain Arthrodires. Kong. Sven. Vet.-Akad. Handl. (3), XIII, № 5, 1934. — 6. Zittel-Woodward. Text-book of palaeontology. Vol. II, London, 1932, Macmillan. — 7. Watson D. M. S. The interpretation of Arthrodires. Proc. Zool. Soc. London, 1934, part III.

¹ Stensjö (1934) относит *Macropetalichthys* к типичным *Arthrodira*.

Зоология

К ВОПРОСУ О МОРФАЛЛАКСИСЕ

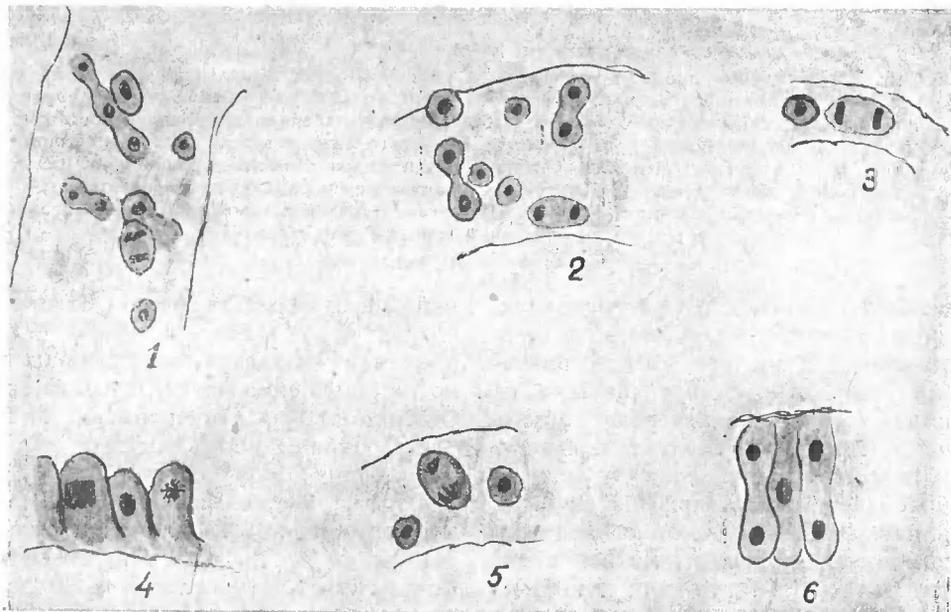
Как известно, выходя из сложности и характера регенерационных процессов, различают два типа регенерации: эпиморфоз и морфаллаксис. Под морфаллаксисом понимается такой регенерационный процесс при котором отсутствует появление регенерационной почки, и регенерация недостающих частей тела проходит без всякого деления клеток, а путем перекомбинации последних с предварительной их дедифференциацией (возвратом к эмбриональному состоянию). Такому пониманию регенерации положил, как известно, начало Морган, и оно прочно держится в экспериментальной зоологии и поныне. Например, Филипченко в учебнике экспериментальной зоологии пишет: „Совершенно иначе протекает, однако, регенерация при морфаллаксисе, где нет ни новообразования клеток, ни возникновения регенерационной почки, а все сводится к передифференцировке оставшегося материала“. Типичным представителем регенерации по типу морфаллаксиса считается гидра. На

лекциях экспериментальной зоологии всегда можно услышать: „Гидра регенерирует без всякого деления клеток путем переплавки оставшегося материала“.

Нам кажется, что подобное понимание регенерационных процессов является продуктом недостаточного изучения последних, и неправильность такого понимания подтверждается нашими исследованиями.

Свои исследования мы проводили над гидрой, а поэтому мы здесь касаемся вопроса регенерации последней.

Поверхностное наблюдение над регенерацией гидры из кусочка ее тела напоминает картину, похожую на морфаллаксис. В отрезанном небольшом кусочке гидры на наших глазах закрывается пораненное место, и он превращается в продолговатый мешочек, который через определенное количество времени превращается в гидру, размер которой как будто бы не больше размера поставленного на регенерацию кусочка. Но это только поверхностная сторона явления. Наши исследования показали, что процессы регенерации различных размеров кусочков сопровождаются делением клеток, и это (деление клеток)



Фиг. 1. Деление клеток в регенерирующих кусочках гидры на различных этапах регенерации (1—5 — в эктодермальном слое, 6 — в энтодермальном).



Фиг. 2. 1 — начало процесса регенерации гидры из двух щупалец и маленького кусочка гипостома без всякого втягивания щупалец или уменьшения их размеров (регенерирует гипостом и столб); 2 — три щупальца и маленький кусочек гипостома дают регенерацию новых трех щупалец, без втягивания старых; 3 и 4 — из трех щупалец и кусочка гипостома регенерировала гидра с пятью щупальцами, без втягивания старых (прим.: 1; 2 дали тоже полную регенерацию без втягивания щупалец); 5 и 6 — процесс превращения одного из щупалец в тело гидры; 7 — митоз в щупальце, превращающемся в тело гидры.

является главной стороной процесса. А то, что регенерировавшая гидра размером своего тела (его массой) почти что не отличается от кусочка тела, из которого она регенерировала, объясняется отсутствием соответствующего роста поделившихся клеток, что связано с отсутствием нормального питания.

Наличие деления клеток подтверждается как наличием митотических и амитотических фигур, так и количеством клеток, их размерами и рядом других признаков. Встречается, конечно, заживание ран и без деления клеток;

напр., если вырезать кусочек стенки тела гидры, рана заживает путем слияния протоплазмы клеток, окружающих рану, но такое явление вместе с тем не тождественно с морфаллаксом.

Сторонники морфаллаксиса для подтверждения своей точки зрения опираются на описанные Пибльс — Келицем и другими исследователями процессы регенерации из двух-трех щупалец и кусочка гипостома. Согласно наблюдениям упомянутых исследователей, одно из щупалец как будто бы втягивается в кусочек гипостома и вместе с последним

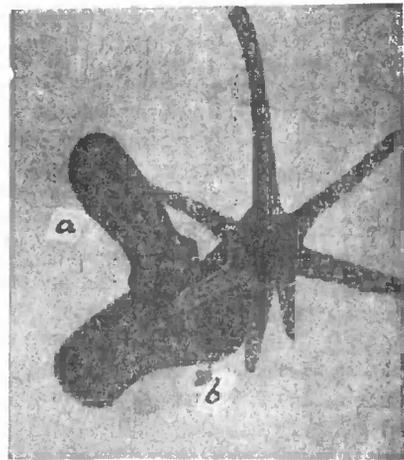
путем дедифференциации и перекомбинации клеток дает утерянные части тела. Нужно сказать, что подобные выводы не соответствуют действительности. Наши многочисленные исследования подобных регенерационных процессов дают совершенно иные результаты. Обыкновенно такие кусочки дают регенерацию новых щупалец без всякого втягивания или уничтожения старых. Нам, правда, приходилось вести наблюдение над подобными с внешней стороны явлениями, но именно схожими до некоторой степени только с внешней стороны. Напр., в опыте, поставленном 10 VI 1934 г. над 84 такими экземплярами, имело место шесть случаев превращения одного из щупалец в тело гидры. В таком же опыте, поставленном 22 VI 1934 г. над 100 экз., имело место 9 подобных случаев, 5 VII 1934 г. из 100 экз. наблюдались 13 случаев превращения одного из щупалец в тело гидры. Гистологический анализ этих процессов нам показал, что такое превращение сопровождается делением клеток.

Это деление начинается в основании щупальца, где последнее делается значительно толще, благодаря делению клеток, а также изменениям, проходящим в части стрекательных клеток, и этот процесс постепенно охватывает все щупальца. Клетки же данного щупальца, не способные ни к делению, ни к выполнению определенных функций в образующемся теле, постепенно разрушаясь, поглощаются замещающими их новыми клетками.

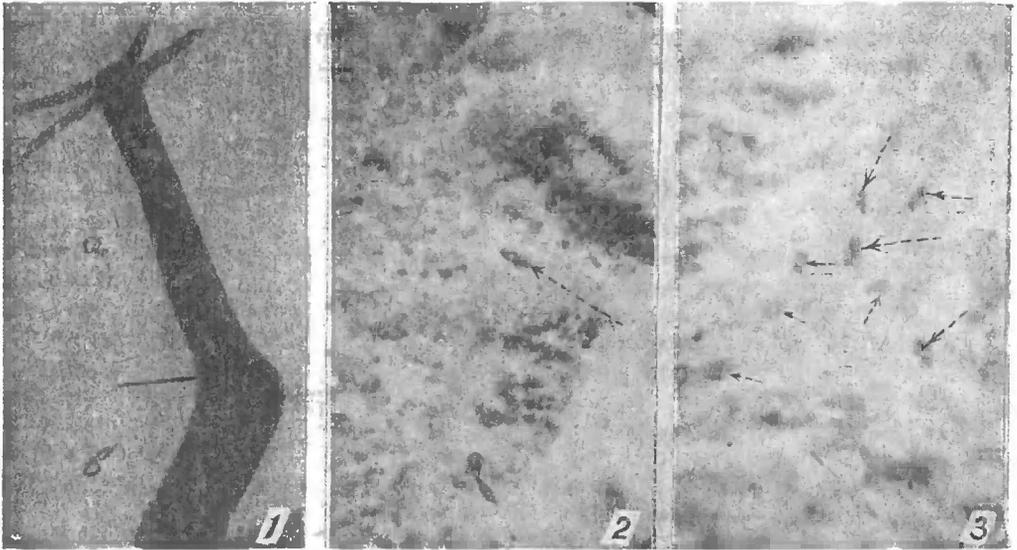
Шаткой опорой для сторонников морфаллаксиса является и редукция щупалец гидры вообще в регенерационных процессах. Во-первых, редукция всех или части щупалец при регенерации обязательна. По обыкновению, если отрезать венчик щупалец с гипостомом и поставить последний на регенерацию, в нем сначала закрывается рана и постепенно вырастает тело без всякой редукции щупалец и зачастую без уменьшения даже их в размере. Гистологическое же изучение таких экземпляров показывает нам, что здесь рост тела проходил путем деления клеток.

Правда, бывают случаи редукции одного или нескольких, а иногда даже

всех щупалец, но такое явление вызывается не какой-то потребностью в переплавке, а целым рядом других обстоятельств: состоянием регенерирующего кусочка, условием регенерации и даже зачастую способом операции. Напр., отрезав гипостом со щупальцами, не нарушив расположения последних, мы получим обычно регенерацию без редукции. Наоборот, небрежно отрезывая гипостом с венчиком щупалец или сделав умышленно операцию, при которой резко нарушилось бы расположение щупалец, мы наверное получим редукцию некоторых, а иногда даже всех щупалец. В таких случаях может образоваться иногда два регенерационных центра и начаться регенерация двух гидр, которая в конце концов приведет или к разделению регенерирующего кусочка на две части, из которых вырастают две гидры, или к уничтожению одного из центров. Явление редукции щупалец гидры при регенерации аналогично и имеет много общего с редукцией при голодании. Здесь, как и при голодании, происходит процесс гистологического дедифференциации: клетки щупальца, не способные к делению, поглощаются. Нам приходилось наблюдать редукцию щупалец почек при регенерации последних в материнской гидре, причем такая редукция проходила иногда параллельно



Фиг. 3. Редукция щупалец почки в связи с регенерацией их в старой гидре (а — почка, б — старая гидра).



Фиг. 4. 1 — замещение почкой недостающей части тела старой гидры (а — почка, б — старая гидра); 2 — стрекательная клетка, пробивая опорную пластинку, передвигается из энтодермы в эктодерму; 3 — в энтодермальном слое регенерирующего кусочка видно много стрекательных клеток, передвигающихся в эктодермальный слой (регенерация из кусочка гипостома).

с регенерацией щупалец у старой гидры, а иногда после окончания регенерации, и щупальца на почке в таких случаях не появлялись, если гидра находится в состоянии голодания.

Таким образом утверждения, что регенерация гидры проходит путем переплавки наличного материала без всякого деления клеток, не соответствует действительности. Одним из типичных представителей регенерации по типу морфаллаксиса считается также и планария. Наши опыты над планарией показывают, что процесс регенерации у планарии гораздо сложнее, чем у гидры, — здесь появляется даже регенерационная почка, — и безусловно не тождественен с пониманием морфаллаксиса, но про это мы скажем подробно в специальной работе.

Явление передвижения клеток и даже целых частей тела имеет место при регенерации гидры. Нам приходилось часто констатировать передвижение стрекательных клеток из энтодермального слоя, где они образовывались, в эктодермальный, приходилось наблюдать за перемещением почки. Напр., если отрезать переднюю часть гидры возле самой почки, очень часто почка, постепенно передвигаясь, занимает пе-

реднюю часть тела материнской гидры, замещая собой недостающие части тела. С подобными случаями приходилось встречаться, отрезывая также и гипостом почки. Последняя, регенерировав гипостом, скорее, чем старая гидра, может заместить собой, как и в первом случае, недостающие части тела материнской гидры. Но подобные случаи, т. е. перемещение клеток, а иногда и целых частей тела гидры, не являются основными, а представляют собой одну из сторон регенерационного процесса, к которой сводить весь процесс не приходится, и теория морфаллаксиса есть не что иное, как абсолютизация одной из сторон действительности.

Клетки поставленного на регенерацию кусочка тела гидры, выполняя иные функции и находясь в иных между собой взаимоотношениях, конечно изменяются, но отнюдь не возвращаются к эмбриональному состоянию. С внесенными операцией изменениями клетки кусочка тела гидры приобретают свойство дальнейшего деления, в процессе которого появляются недифференцированные клетки, которые при дальнейшем своем делении и размещении дифференцируются, образуя недостающие части

тела, и возврат „назад“ здесь можно рассматривать только относительно, как момент развития.

Итак учение о дедифференциации как возвращении к эмбриональному состоянию клеток не соответствует действительности и является тоже абсолютизацией одной из сторон действительности. Наши опыты показывают, что дедифференциации, как возврата к эмбриональному состоянию в регенерационных процессах гидры нет и что регенерировать может тот кусочек тела гидры, в котором есть клетки, обладающие свойством делиться, притом в определенном количестве; в связи с этим и есть граница в размерах кусочка, способного дать регенерацию. В связи с отсутствием в надеждам количестве таких клеток в щупальцах, из одного щупальца получить регенерацию гидры чрезмерно трудно (но возможно, о чем мы говорим в специальной работе).

Резюме. 1. Понимание морфаллаксиса, сводившееся к тому, что регенерация проходит без всякого деления клеток путем перекомбинации и дедифференциации наличных клеток в регенерирующем кусочке, не соответствует действительности, является продуктом одностороннего изучения регенерационных процессов и абсолютизированием отдельных сторон этих процессов.

2. Деление клеток является основной стороной регенерации гидры, перегруппировка же последних выступает как отдельный момент регенерации.

3. О возврате клеток „назад“ к эмбриональному состоянию можно говорить только в относительном смысле как о моменте развития, как о появлении в клетках, через нарушение прежнего состояния организма, свойств к делению клеток, в связи с которыми появляются недостающие части тела.

4. Не отождествляя более сложных регенерационных процессов, относящихся к группе эпиморфоза, с более простыми, проходящими у гидры и некоторых других животных, нельзя между ними ставить и непроходимой грани. Для обозначения группы регенерационных процессов, проходящих по типу регенерации гидры, нужен иной термин, или в термин „морфаллаксис“ прихо-

дится вложить иное содержание. Существующее же понимание морфаллаксиса, которому положил начало Морган, приходится отбросить, как несоответствующее действительности и по своей сути метафизическое.

М. П. Савчук.

Паразитология

О роли клещей рода *Ornithodoros* в патологии животных. Th. Smith (1888) впервые обратил внимание ученого мира, что заразные болезни имеют возможность распространяться не только при помощи непосредственного контакта между зараженным и здоровым организмом, путем попадания в организм с пищей или питьем и т. п., но и при помощи еще переносчика. Последними являются чаще всего членистоногие (*Arthropoda*) — клещи и насекомые. Этот автор установил, что тегасская лихорадка крупного рогатого скота передается от больных животных к здоровым при помощи клещей *Boophilus annulatus*. Это заставило ученых мир обратить внимание на такую возможность переноса, и с того времени мы имеем немало болезней, которые передаются переносчиками. Так мы знаем, что малярия человека передается комарами рода *Anopheles* и близки к нему; некоторые микрофиларии переносятся комарами рода *Culex*; в лейшианиозах человека и собак играют роль москиты рода *Phlebotomus*; трипанозомы людей и животных переносят мухи рода це-це (*Glossina*), слепни и мухи-жигалки. В группе клещей мы имеем немало переносчиков; так, они переносят лихорадку Скалистых гор в США; все болезни животных, известных под общим названием пироплазмозов, также переносятся клещами семейства *Ixodidae*. Представители семейства *Argasidae* содержат в себе 2 рода — *Argas* и *Ornithodoros*. Род *Argas* переносит спирохетоз птиц, а относительно второго рода *Ornithodoros* не было известно до сего времени, чтобы они в ветеринарной патологии играли какую-либо роль. С *Ornithodoros* считались только в патологии человека. Эти клещи давно привлекали к себе внимание исследователей в связи с тем точно установленным фактом, что они являются переносчиками возвратной горячки (возвратного тифа или клещевого рекурренса) человека. Так, *Ornithodoros moubata* и *O. savignyi* переносят клещевой рекурренс человека в тропической Африке и в восточно-португальской Африке, возбудителем которой является спирохета *Treponema duttoni*. В Венецуэле, Колумбии и Панаме *O. venezuelensis* переносит возвратную горячку, вызываемую *Treponema venezuelense*. *O. maroccanus* переносят в Испании и на севере в Африке рекурренс, вызываемый *Treponema hispanicum*. Переносчиком возвратной горячки Средней Азии установлен *O. papillipes* (Москвин, 1927). Экспериментально можно заставить *Ornithodoros*’ов перенести трипанозомы: так, *O. moubata* могут переносить *Trypanosoma cruzi* человека; *O. papillipes* (= *O. Crossi*) может передать трипанозомы (*sutra*) животных, вызываемый *Trypanosoma evansi*; тот же трипанозомоз может переносить *O. lahorensis*.

Последний клещ часто встречается на овцах в своей нимфальной стадии развития (Джунковский, Оленев, Павловский). Есть указания в литературе, что овцы, на которых находят *Ornithodoros lahorensis*, являюся вирусносителями клещевого рекурренса человека (Джунковский). Оленев прямо приписывает *Ornithodoros*'ам Казакстана, находимым на овцах, свойство вызывать какой-то падеж среди овец. Эти немногочисленные и робкие указания заставили исследователей обратить серьезнейшее внимание на роль *Ornithodoros*'ов в патологии домашних животных. Особенно ярко установлена была роль *O. lahorensis* в одной эпизоотии среди овец в Азербайджане. В феврале 1934 г. там среди этих животных вспыхнула эпизоотия с большим отходом. На овцах было обнаружено массовое появление клещей *O. lahorensis* в стадии нимфы. Борьба с клещами проводилась дезинфицирующими средствами (сальвент); овцы были освобождены от клещей. Часть этих клещей в очень небольшом количестве (2 половозрелых клеща и 4 в стадии нимфы) были переланы нам в Ленинград. В нашей литературе немало данных об *Ornithodoros lahorensis* профессора Павловского и учеников его школы (Оленев, Померанцев); но все эти указания касаются только морфологии, биологии или экологии клеща; о патогенности его по отношению к животным нет никаких сведений.

Заинтересовавшись тем фактом, что присутствию этих клещей на овцах приписывается свойство вызывать какой-то падеж, мы посадили клещей на маленького козляка, 17 дней от роду,

и экспериментально установили способность клеща переносить кровепаразитные заболевания мелких жвачных, возбудителями которых являются *Anaplasma ovis* и *Theileria ovis* (или *Gonderia ovis*) из сем. *Theileriidae* (для выявления — какого из 2 последних паразитов переносит *O. lahorensis* — необходимо дальнейшее изучение). Таким образом нами была выявлена патогенная роль этого *Ornithodoros*'а среди овец.

Но еще раньше переносчиком пироплазмозных заболеваний овец экспериментально установлен клещ *Rhipicephalus bursa* из сем. *Ixodidae*. Этот клещ давно считался в Румынии переносчиком пироплазмозов овец, но в нашей стране он только подозревался в этом, точных же сведений об этом мы не имели. В 1932 г. в Зурнабаде (Азербайджан) мы посадили здоровых клещей этого вида в стадии личинки на барана, больного смешанной формой пироплазмоза, с целью заражения их. Затем привезли их в Ленинград и здесь посадили на овцу местного происхождения. Овца заразилась несколькими пироплазмами — *Piroplasma*, *Babesiella*, *Francaielli*, *Gonderia* и *Anaplasma ovis*. Способен ли клещ *Rh. bursa* переносить еще тейлерриоз овец — вопрос этот пока остался открытым.

Все вышеописанное указывает, что в настоящее время приходится обратить серьезное внимание на клеща *Ornithodoros lahorensis*, которого исследователи раньше считали только переносчиком клещевого рекурренса человека и совершенно невинным по отношению к животным.

Е. Ф. Раствеева.

НАУЧНЫЕ СЪЕЗДЫ И КОНФЕРЕНЦИИ

Первая конференция по борьбе с шумом. Ленинградскому институту экономики, организации и охраны труда принадлежит заслуга созыва первой в Союзе конференции по борьбе с шумом.

Конференция состоялась 13—15 февраля 1935 г. и собрала около 200 участников. Москва была представлена Первым Государственным университетом и Академией Наук СССР (проф. С. Н. Ржевский), Всесоюзным электротехническим институтом (инж. В. С. Казанский), Архитектурным институтом (проф. С. Я. Лифшиц) и другими научно-исследовательскими учреждениями. Присутствовали также представители ВЦСПС, ЦК профсоюзов и заводские работники техники безопасности.

Доклады, прочитанные на конференции, можно объединить в следующие группы: вводные доклады, физические основы науки о шумах, а также физиологические основы и, наконец, технические приложения. В таком порядке и изложено настоящее сообщение.

Открывая конференцию, директор Института охраны труда проф. С. Г. Шмерлинг перечислил задачи, стоящие во второй пятилетке перед органами охраны труда. Постановление Партии и Правительства о ликвидации травматизма к 1937 г. на промышленных предприятиях требует использования всех данных науки. Мало того, необходимо приложить усилия к дальнейшему развитию научных основ профилактики труда. Особенно неблагоприятно обстоит дело с борьбой против производственного шума, где сделаны только первые шаги. Задачей конференции, по мнению проф. Шмерлинга, являлось подвести итоги проделанной и объединить силы для дальнейшей работы. Однако конференция показала, что такая формулировка ее задач несколько оптимистична: подводить итоги еще преждевременно. Силы оказались настолько разрозненными, что физики не знали, чем занимаются физиологи, а практические работники не знали, чем занимаются и те и другие.

Проблемный доклад проф. Н. Н. Андреева имел целью дать систему взглядов на шум, начиная с его определения и кончая классификацией способов глушения. Определение шума наталкивается на серьезные трудности в виду чрезвычайной пестроты его спектрального состава, многообразия его типов и пр. Докладчик попытался однако дать объективную формулировку понятия, сводя ее к заданию частот и амплитуд слагающих колебаний. Изучение шума как физического явления производится при помощи довольно сильно развитой в настоящее время аппаратуры: осциллографов, анализаторов, объективных и субъективных шумомеров и т. д. Главнейшие источники шума: вибрация твердых тел (деталей машин, фундаментов) и аэродинамические явления. Смягчение шума производится следующими способами: уменьшение вибрации твердого тела целесобразным конструированием, поглощение энергии колебаний помощью прокладок с большим трением, применение динамических поглотителей колебаний, наконец применение звукоизолирующих материалов. Прибавим от себя, что последнюю меру следует еще разбить на звукоизоляцию источника звука (изолирующие кожухи) и изоляцию работника (изолированные кабины). Ниже будут описаны оба эти способа в сообщении о соответствующих докладах. Проф. Н. Н. Андреев указал, что наряду с прочей научно-исследовательской работой по шумам необходимо изучить психическое действие шума и в частности заняться тряской, влияние которой на человеческий организм может быть довольно сильно.

Группа докладов, посвященных физическим основам науки о шумах, состоит из докладов проф. С. Н. Ржевкина и инж. В. С. Казанского.

Проф. С. Н. Ржевкин развернул фундаментальную проблему акустики — вопрос о рациональной шкале громкостей. Ход рассуждений в докладе следующий: общераспространенная шкала децибел есть математическое следствие так называемого закона Вебера-Фехнера. Однако следует различать закон (эмпирический факт) Вебера от гипотезы Фехнера. Уже давно было известно, что этот закон не описывает ощущения (слухового), если не принимать во внимание частоты. Попытки построить шкалу, исходя из различных гипотез, так или иначе опирающихся на тот же закон, неизменно терпят неудачу. Наоборот, проверка непосредственной способности человека определить, что один звук в два, в три и т. д. раза громче другого, дала за последние годы положительный, хотя пока и не согласующийся у разных авторов, результат. Принципиально этот новый путь дает, конечно, возможность построить шкалу громкостей и, как думает проф. С. Н. Ржевкин, шкалу, психофизически более обоснованную, чем шкала децибел. Доклад был закончен справедливым указанием на чрезвычайную важность проблемы и на отсутствие к ней внимания со стороны советских исследователей.

Инж. В. С. Казанский изложил современные способы объективного анализа звука. Были описаны и эвиденсированы различные анализаторы: осциллографы, анализаторы автоматические, электрические, оптические и т. д. На примере электрических моторов показано было применение анализа частот вибраций для раз-

деления причин шума и частичного их устранения.

Вопросы физиологии слуха разрабатывались в докладах д-ра Г. В. Гершуни, проф. В. Ф. Ундрица, проф. В. А. Углова и проф. В. И. Воячек.

В работе, Угловой д-ром Г. В. Гершуни, особого интереса заслуживает исследование слуха при наличии других раздражений, падающих на организм. Убедительный опытный материал показывает длительное влияние добавочных раздражений на уровень слухового ощущения. Доказательство этого факта имеет общий интерес с точки зрения развиваемой школой проф. А. А. Орбели теории регуляции органов чувств симпатической системой.

Связь органа слуха с организмом с более специальной точки зрения рассмотрена проф. Угловым. В его лаборатории изучалось влияние шума на энергетический режим организма. Идея опыта заключается в анализе газообмена у субъекта в тихой комнате и под влиянием шума порядка ста децибел. Шум производился при помощи платформ, сотрясаемой электромотором. Помещая испытуемое лицо на платформу, можно было исследовать еще и влияние тряски. Результаты действия шума (без тряски) выражаются в следующих цифрах: объем воздуха, вдыхаемого в 1 минуту, увеличился на 50⁰/₀, выделение углекислоты — на 31⁰/₀, общий расход энергии у одного из испытуемых в первом опыте оказался на 57⁰/₀ выше нормы. Затем, однако, расход энергии быстро уменьшался и на пятом опыте не превышал уже 8⁰/₀. Совместное действие шума и тряски вызывало у некоторых испытуемых дальнейшее увеличение расхода энергии (до 80⁰/₀), у других, наоборот, не вызывало никакого эффекта.

Влияние звука непосредственно на слуховой аппарат изучено проф. В. Ф. Ундриц. Разделяя звуки по характеру их действия на острые (короткие, разрушающе-сильные) и длительные, автор показывает различную природу их действия: острые звуки вызывают механические травмы, длительные — дегенерацию клеток, в частности волосных. С точки зрения практических вопросов охраны труда важно то, что травмирующий эффект звука тем больше, чем ближе его частота к оптимуму чувствительности уха (1000—4000 пер./сек.).

Проф. В. И. Воячек описал явления, имеющие место в ухе под действием детонации и применяемые в военном деле способы защиты ушей.

Переходим к техническим приложениям шумоглушения. Именно этот отдел показал, насколько скудны еще итоги и как мало еще затронута громадная область практической борьбы с шумом.

На конференции была представлена ничтожная часть шумового фронта — работы в цехе, в узком смысле этого слова, и уличный шум. Но даже из этой „практической“ части 75⁰/₀ материала падает на исследовательскую работу.

Наибольшее внимания заслуживает отчетный доклад Шумовой лаборатории Института охраны труда (д-р Г. А. Навяжский).

Лаборатории приходилось начинать свою работу на пустом месте. Не говоря об аппаратуре, лаборатория не имела в своем распоряжении ни чьего-либо опыта, ни каких бы то ни было санитарных или технических норм по шуму в цехах.

В первую очередь были произведены многочисленные и трудоемкие измерения по шумности отдельных отраслей промышленности (металлическая, электротехническая и т. д.), различных дехов и спецальностей (кузнецы, клепальщики, токари и т. д.). Лабораторией продемонстрирован был громадный ослытный материал, значение которого выходит за пределы узкопрактического, справочного характера.

Располагая этим материалом, лаборатория предприняла попытку установить величину „допустимой громкости в дехе“. За таковую была выбрана громкость в 80 децибел. Цифра эта не является бесспорной и должна рассматриваться как первое приближение.

Лаборатория занималась также анализом происхождения шумов, систематикой источников шума и мер борьбы с ним. Практическая часть была изложена во втором докладе д-ра Г. А. Навяжского.

Предварительные исследования указали на автоматнo-револьверные цеа как на наиболее подходящий объект первой очереди. Станок-автомат как источник шума был подробно изучен. Имеющийся иностранной системы глушитель был признан не отвечающим нашим условиям эксплуатации станка. Пришлось искать принципиально иное решение. Такое было найдено в виде изолирующего кожуа с воздушной прокладкой и применено успешно.

В настоящее время лаборатория значительно расширяет свою научную и организационно-практическую работу.

Если в изложенном примере подвергался изоляции источник шума, то в краткой информации Московского института охраны труда (т. Белогорец) был показан другой путь — изоляция работника в специальной кабинке. К сожалению, поверочные испытания к моменту доклада не были проведены, поэтому соответствующие цифры отсутствуют.

Особняком стояли два доклада об измерениях уличного шума в Ленинграде и в Москве.

Ленинградские измерения, доложенные Л. С. Фрейман (Электрофизический институт), показали, что общий характер суточной кривой громкости вполне совпадает с кривыми, снятыми в Нью-Йорке и Берлине. Абсолютное значение громкости в Ленинграде несколько ниже (децибел на 10), чем в Берлине. Для определенности следует упомянуть, что в Берлине измерения производились на Потсдамерплац, в Ленинграде — на углу ул. 3 Июля и просп. 25 Октября. Экспериментальный материал был обработан с двух точек зрения. Во-первых, было показано, что движение на столь оживленном перекрестке обладает ярко выраженным статистическим характером, с весьма достояточным подчинением законам вероятностей. Во-вторых, удалось объяснить происхождение субъективного уровня ощущения как функции структуры уличного шума.

Проф. С. Я. Лифшиц познакомил конференцию с обширной работой Акустической лаборатории Московского архитектурного института. Группа работников лаборатории под руководством докладчика измерила шум на улицах Москвы в зависимости от рода экипажа, от мостового покрова улицы, от этажности и т. д. Результаты представляют большой практический и отчасти

научный интерес. Установлена последовательность видов транспорта по шумности (на первом месте трамвай), мостового покрова (самый лучший — асфальт, если не считать аллеи); измерены улицы различной ширины, этажности. Выяснена чрезвычайно большая в смысле заглушения эффективность древесных насаждений. Сделаны ценные практические выводы, имеющие большое актуальное значение для планировки социалистических городов.

Важнейшие организационные мероприятия конференции — постановление об организации постоянного комитета по борьбе с шумом при Институте охраны труда и организация секции шума при осенней (1935) Всесоюзной акустической конференции.

Л. С. Фрейман.

Некоторые вопросы коллоидной химии на Всесоюзной конференции в Воронеже.¹ Происходившая в Воронеже с 24 по 28 ноября 1934 г. первая Всесоюзная конференция по коллоидной химии подвела итоги развития этой науки в СССР, обсудила успехи, достигнутые при применении ее выводов к задачам строительства социалистического земледелия и промышленности, и наметила пути еще более интенсивной и плодотворной работы.

Коллоидная химия — наука сравнительно молодая; „возраст“ ее всего 30 лет. Если проследить кривую развития (по числу печатных работ) в царской России и в СССР, то увидим следующую картину: медленное увеличение числа работ в довоенные годы, когда химики-коллоидники считывались единицами, резкое падение в годы мировой и гражданской войны и затем бурный рост восходящей кривой в период строительства социализма. Этот рост особенно заметен по все возрастающей доле советских ученых в мировой коллоидно-химической литературе на фоне сокращения и упадка научной деятельности в капиталистических странах.

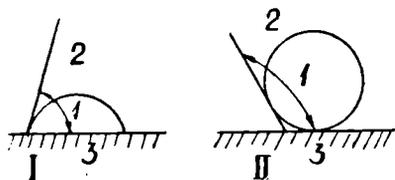
Успехи социалистического строительства в СССР создали условия для небывалого развития научного знания; это особенно сказалось на развитии коллоидной химии, так как эта наука имеет необычайно многообразное применение в многочисленных отраслях промышленности, сельского хозяйства, медицины и т. д. По образному выражению одного из основоположников коллоидной химии Вольфганга Оствальда — „нет такой области знания и техники, куда химик-коллоидник не сунул бы свой нос“.

Разнообразие и прикладной характер науки нашли отражение в программе работ конференции; действительно, из общего количества около 70 докладов наряду с чисто теоретическими работами мы встречаем многочисленные исследования, посвященные приложению коллоидной химии к различным отраслям промышленности — сахарной, резиновой, лакокрасочной, агрономии и т. д.

Интересное освещение химии поверхностных явлений было дано в докладах московского уче-

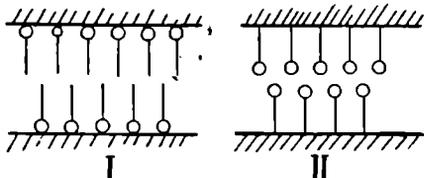
¹ См. 1-я конференция по теоретической и прикладной коллоидной химии в Воронеже 24—28 ноября 1934 г. Природа, № 12, 1934 г., стр. 86.

ного проф. П. А. Ребиндера. Давно известно разделение поверхностей различных веществ по их отношению к жидкостям на лиофильные, т. е. смачивающиеся, набухающие, и лиофобные, отталкивающие к жидкости инертно, но только недавно удалось поставить количественные измерения этого средства веществ к жидкости. Именно, за меру смачиваемости принимается величина угла, образованного касательной к поверхности капли с поверхностью тела. Измеряя величину



Фиг. 1. Смачиваемость поверхностей. I — гидрофильные; II — гидрофобные.

этого угла, можно расположить все вещества по степени их „средства“ к какой-либо жидкости. Если за такую жидкость взять воду, то в одной стороне при этом будут расположены гидрофильные вещества, в другой — гидрофобные, в середине поверхности безразличные в отношении смачиваемости. Большой интерес, особенно для практики, представляет возможность изменения свойств поверхности вещества, т. е. переход ее из гидрофильной в гидрофобную и наоборот. Это



Фиг. 2. Влияние адсорбции на смачиваемость. I — ухудшение смачиваемости при адсорбции. II — улучшение смачиваемости при адсорбции.

можно осуществить путем адсорбции поверхностью, например, жирных кислот, причем в зависимости от того, каким концом адсорбируются молекулы поверхностью, мы будем иметь или: 1) ухудшение смачиваемости водой, иначе „смазывающая ориентация“, так как такую картину мы имеем при применении смазки трущихся поверхностей, происходящую при адсорбции молекул полярным концом к поверхности, или 2) улучшение смачиваемости водой и одновременно увеличение коэффициента трения двух таких поверхностей, вследствие склеивания их полярными группами. Возможность изменения характера поверхности имеет большое значение при улучшении качества так называемых „наполнителей“ каучука, т. е. веществ, роль которых — в повышении прочности наполняемой смеси. Путем адсорбции медом олеата натрия удается, например, придать обыкновенному меду качество хорошего наполнителя каучука. Как известно,

получаемый обычными способами силикагель гидрофилен и непригоден как наполнитель каучука. Путем изменения способа приготовления в лаборатории Ленинградского опытного завода синтетического каучука проф. И. И. Жукову, С. А. Субботину и А. Н. Лукьянчикову удалось получить так называемую „белую сажу“ — коллоидный несмачивающийся водой силикагель, являющийся прекрасным наполнителем каучука.

Большое значение имеет применение развитых выше вкратце представлений также для процессов флотации руд, исследовании мощного действия, печатании, представляющем в сущности процесс нанесения на бумагу устойчивого загрязнения, и т. д. Однако, за неимением места, укажем лишь на следующий разительный пример полезности применения разнообразных положений для промышленной практики, изученный Голбовским.

Как известно, клетка масличного семени представляет собой сложную коллоидную систему, заключающую в себе наряду с гидрофильными коллоидами (белки, углеводы и т. д.) один гидрофобный — растительное масло. Если сухую „мятку“ — муку, получающуюся при измельчении масличных семян, подвергнуть давлению с целью выжимания заключающегося в ней масла, то, несмотря на большое давление, вследствие удерживающих сил смачивания, большую часть масла выделить не удастся. Стоит, однако, смочить слегка мятку, чтобы уже небольшого давления было достаточно для полного выделения масла. При прибавлении воды к мятке происходит вытеснение масла водой, вследствие большого средства к последней коллоидов мятки.

Целый ряд докладов проф. А. В. Думанского и его сотрудников были посвящены определению так называемой связанной воды и применению этого понятия к ряду практически важных вопросов. Воду, находящуюся в коллоидной системе, принято рассматривать как: 1) обычную, свободную воду, обладающую всем комплексом присущих ей вообще свойств, и 2) воду „связанную“, адсорбированную коллоидной частицей и передвигающуюся вместе с ней. Эта последняя вода обладает уже совсем другими свойствами — малая диэлектрическая постоянная, большая плотность, доходящая до 2.4 вместо 1, малое растворяющее действие и т. д. В силу иных свойств этой связанной воды представляется возможным легко определить ее. Действительно, общее количество воды в коллоидной системе известно, однако свойства системы ее, действующая концентрация будут иные, вследствие того, что часть воды связана, не проявляет себя как таковая. Способы, предложенные для определения этой связанной воды — по понижению точки замерзания и рефрактометром, — сводятся к определению концентрации одного и того же раствора сахара в присутствии коллоида и без него. Если часть воды связана коллоидом, то найденная концентрация раствора сахара будет больше в присутствии коллоида, чем без него.

Явление „связывания“ части воды коллоидной системой имеет большое значение при изучении морозоустойчивости живых организмов. Действительно, ткани животных и растений представляют водные коллоидные системы. Теоретически они тем легче будут переносить замораживание, чем

большую незамерзающую водную сферу будут иметь составляющие их коллоиды, т. е. чем больше будет в них связанной воды. В почве также наряду со свободной водой содержится связанная, количество которой тем больше, чем больше ила и гумусов. Наличие связанной воды в почве является отрицательным фактором в том смысле, что она недоступна усвоению растениями.

Понятие „связанной воды“ нашло применение для характеристики сырья и полуфабрикатов в ряде производств: хлебопечении, сахарном и др.

С изложенными выше вопросами находятся в связи работы проф. С. М. Липатова и его сотрудников, которым удалось показать сложное строение лиофильных коллоидов на примере таких излюбленных химиками-коллоидниками объектов, как агар-агар и желатина. Именно, путем последовательного вымывания водой было получено несколько фракций агар-агара и желатины, отличающихся друг от друга по свойствам. Полученные фракции были всесторонне изучены методами коллоидной химии, причем констатирована различная набухаемость фракций, различной величины в растворе, растворимость и т. д. Аналогичные результаты были получены проф. И. И. Жуковым и Л. М. Симховичем по фракционированию синтетического каучука, являющегося искусственно приготавливаемым высокомолекулярным органическим соединением. Удалось из исходного продукта определенной вязкости получить ряд фракций, вязкость растворов которых при одной и той же концентрации колебалась в широких пределах. Точно так же можно получить ряд различных по свойствам фракций, и из естественного каучука, что еще ранее было найдено Пумерером.

Таким образом, еще более приоткрывается завеса, скрывавшая до сих пор тайны строения высокомолекулярных органических соединений. Известно давно, что такие важные для человека вещества, как целлюлоза, каучук, пластические массы и т. д., получают из обычных органических соединений путем своеобразного усложнения частиц, когда при соединении многих элементарных молекул друг с другом получают большого веса и длины частицы полимера (например, каучука или целлюлозы), называемые макромолекулами. Последние и являются теми кирпичиками, из которых построены искусственные и естественные высокомолекулярные соединения, чьи характерные свойства, как, например, пластичность, большая вязкость растворов и т. д., объясняются как раз специфичностью строения составляющих их макромолекул. Молекула такого вещества, как каучук, находящаяся в растворе, представляется вору современного исследователя в виде тонкой нити, диаметр которой близок к обычным диаметрам молекул, а длина в несколько сотен и даже тысяч раз больше; вследствие своей формы эти нити могут быть изогнуты, загнуты спирально, переплетены друг с другом и т. д. Силами адсорбции такие молекулы удерживают вокруг себя жидкостную оболочку, передвигающуюся вместе с ними, — это так называемый сольватносвязанный растворитель. Но последний может быть и просто механически удержан, иммобилизован в переплетениях молекул, образующихся при этом ячейках и т. д. Таким образом, картина

внутренней структуры растворов органических высокомолекулярных соединений поражает своей сложностью и совершенно не походит на обычные классические представления о состоянии веществ в растворе, когда молекулы растворенного вещества рассматриваются как своего рода шарики, движущиеся среди молекул растворителя. Изучение вязкости достаточно слабых растворов органических коллоидов, когда явления структурообразования еще не так резко выражены, позволяет определить количество растворителя сольватносвязанного с 1 г растворенного вещества. Исследования проф. И. И. Жукова и В. А. Комарова показали, что в бензольных растворах синтетического каучука 1 г последнего связывает 15—30 г бензола. Особый интерес для техники представляет сообщение проф. Б. А. Догадкина об искусственном изготовлении водных дисперсий каучука и их применении. Как известно, за границей, в странах, производящих естественный каучук, большое развитие получило непосредственное применение латекса, т. е. естественной водной дисперсии каучука-сока каучуконосных деревьев. Многие изделия в резиновой промышленности выделываются из бензиновых растворов; применение в этих случаях водных дисперсий не только представляет преимущества в смысле безопасности и охраны труда, но выгоднее экономически и дает лучший по качеству продукт. Ассортимент товаров, которые можно изготовить из водных дисперсий, весьма велик: от хирургических перчаток до плиток для покрытия крыш или облицовки стен, от изящной обуви — до резиновых мостовых. Однако СССР почти не имеет своего латекса, а транспортировка его из Южной Америки, например, невыгодна экономически и ставит в зависимость от капиталистических стран такую важную отрасль промышленности, как резиновая. Здесь приходится на помощь коллоидная химия, давая метод искусственного диспергирования естественного и синтетического каучука и их резиновых смесей. Для этого к каучуку или к резиновой смеси, содержащим жирные кислоты или омыляемые смолы, вводится при постоянном перемешивании водный раствор щелочи.

Изготовленная таким образом водная дисперсия каучука, заменяющая натуральный латекс, уже нашла себе применение при изготовлении прорезиненных тканей, искусственной кожи и т. д. Применение водных дисперсий дало возможность осуществить новые методы химической технологии, например, электрофорез — при гуммировании аппаратуры, коагуляция — при приготовлении микропористой резины и эбонита для фильтров и диафрагм.

Для резиновой промышленности представляет большой интерес также работа проф. И. И. Жукова и С. Л. Талмуда по изучению клейкости синтетического каучука. Авторам удалось расчленить это сложное явление, дать метод количественного измерения и наметить пути к улучшению клейщей способности синтетического каучука.

Все здесь изложенное представляет краткий обзор некоторых наиболее интересных докладов коллоидно-химической конференции; этот обзор очень неполный. Однако приведенного достаточно, чтобы ощутить масштаб проникновения коллоидно-химических исследований в различные

области науки и техники и то огромное значение, которое имеет применение коллоидной химии для нашей социалистической промышленности.

В принятой резолюции конференция выразила твердую уверенность, что неуклонный рост коллоидно-химических исследований за последние 15 лет позволит еще более быстрые темпы в интересах развития нашего социалистического хозяйства.

В. А. Комаров.

Всекаспийская рыбохозяйственная конференция. Конференция была созвана в Москве (7—23 января 1935 г.), по распоряжению А. И. Микояна, Главным управлением по рыболовству; на ней присутствовало большинство научных работников центра и рыбохозяйственных станций Туркменистана, Азербайджана, Дагестана, Казахстана и Астрахани, участники промысловой разведки, преподаватели и студенты Мосрыбвуза и представители родственных учреждений.

Каспийское море стоит впереди других водоемов по своему удельному весу (33—50% от всесоюзной добычи) и по научному оснащению. Тематика Каспия обычно доминировала на прежних всесоюзных съездах, в силу чего конференция, естественно, имела общее значение по многим принципиальным вопросам. Число участников доходило до 400—450 человек при 60 докладах. В отличие от прежних съездов и конференций она имела комплексный характер, включив в круг вопросов геологические и океанографические проблемы. Последние занимали заметное место в работе конференции.

Пленум широко дебатировал жизненные вопросы каспийского рыбного хозяйства. В центре стояли вопросы: 1) сырьевых запасов, 2) колебания уловов воблы и сельдей с их причинами, 3) химизма моря и гидрологии его отдельных частей, 4) распределения молоди и ее учета, 5) рыбодовства, мелиорации и гидростроительства, 6) прогнозов улова и рационального размещения флота (промысловая разведка) и 7) вопросы организационного порядка.

Исканием наилучшего метода прогнозов были проникнуты все доклады по сырьевой базе. Вводится значительно углубленный и детализированный биостатистический метод (Hjort'a и его учеников) с учетом биологических особенностей полупроходных пород (Чугунов), с учетом флюктуирующей рыбного населения (Морозов) и с дополняющей проверкой путем учета молоди рыб (Чугунов). К вобле применен биостатистический метод А. Державина (1922), основанный на учете промыслового запаса рыб за целый ряд лет, с ведением поправок на меняющийся по годам возрастной состав (Чугунов). Морозов применил к вобле картинные „профиля“ О. Зунда: взвешенные годовые ряды линейных измерений сопоставляются с рядом среднего распределения за определенный промежуток времени. В отличие от северных сельдей, у которых колебание уловов связано с преобладанием определенного годового класса, обновление вобельного стада идет за счет двух и даже трех соседних поколений. При больших уловах воблы (порядка 2—2.5 млн. ц.) разрежение населения обуславливает усиление поколений в процессе их роста (уменьшение смертности), или восстановление стада может

быть связано с появлением урожайных поколений. Общий ход восстановления идет по экспоненциальной кривой. Метод площадок („географический“), известный из практики лесного хозяйства, был принят в свое время без надлежащей критики при учете молоди (Чугунов). На основе опыта в Баренцовом море его применил И. Месяцев к взрослым рыбам Каспия. Конференция встретила приложение этого метода к вобле и судаку требованием проверки и критикой, выяснившей несовершенный учет ряда условий при лове тралом. Вероятно этим объясняются значительные расхождения в определении промысловых запасов воблы: 7.5 млн. ц по Месяцеву и 2.2—3.4 млн. ц по Чугунову. Г. Монастырский, на основе углубленного анализа данных разведки, устанавливает контингент вылова воблы в Сев. Каспии в 1 млн. ц для 1935 г. Интенсивность вылова этой рыбы по биостатистическому методу определяется в 40% от промыслового запаса и в 15% по методу площадок. Первое положение согласуется в общем с выводами Морозова и Монастырского.

Массовое распространение полупроходных пород ограничивается изогалиной 10‰₀₀. Глубины 50—60 м являются пределом массового опускания промысловых рыб и в связи с этим ставится вопрос об интродукции в Каспий глубинных форм. Выдвинуто принципиально важное заключение о непостоянстве запасов отдельных пород в водоеме (Чугунов).

Это было видно из приведенного В. Мейснером анализа периодического колебания уловов сельдей с 1856 по 1933 г., где колебание запасов как по размеру, так и по длительности является наиболее мощным фактором. В основном это касалось двух волжских форм из всех 12 промысловых форм сельдевых Каспия.

Интерес вызвал вопрос о биогенных элементах в воде Каспия (N и P). Выяснено их ничтожное количество в зоне обеднения с повышением в зоне аккумуляции (> 100 м). Планктон является как бы барьером, поглощающим их сток из рек, и в Средний Каспий они попадают лишь в органических соединениях. В Южном Каспии, повидимому, имеется многократное использование их в связи с малым притоком материковых вод. (Бонч-Бруевич).

Надо отметить выступление проф. Н. Зубова с красочной характеристикой 1) льда, аккумулирующего биогенные элементы и отдающего их при таянии, и 2) ветра, выхватывающего соли из морской воды и переносящего их на сушу, этим как бы возмещая выщелачивание почв речным стоком.

Впервые дана картина распределения бентомассы в Каспии (Бирштейн, Арнольди, Брискина и др.). Общая предварительная оценка дает цифру в 11.018 млн. т (Сев. Каспий — 6.5 Средний — 4.5 и Южн. Каспий — 0.018 млн. т!). Несомненно важным открытием (оценки которого не было) надо считать выясненную картину распределения бентомассы по границе Сев. и Средн. Каспия (глуб. 10—25 м) и вдоль вост. побережья (Бирштейн). В этом части морском районе (преобладает *Dreissena caspia*) имеем максимально среднюю величину бентомассы на 1 м² на значительной площади. Надо думать, что в этом случае перед нами явление „полярного фронта“ Де Фанта, включаю-

щего в круговорот обмена веществ глубинные биогенные элементы аутохтонного происхождения (отсутствие речного стока в этом районе), в связи с наличием течения из среднего Каспия в Северный, в особенности заметного у бер. Мангыстау (Мангышлак).

Отмечен случайный перенос в Каспий черно-морского моллюска *Mytilaster lineatus*, вероятно, на перевезенных судах, быстро распространившегося в Южном Каспии с преобладанием на участках близ Апшерона, у вост. берега и найденного в Сев. Каспии, но не испытываемого еще рыбами (Арнольди).

Ихтиологическая секция охватила целый ряд проблем, как-то: методику исследования рас, миграции рыб, распределение их и молоди; некоторые доклады имели монографический характер (осетровые, лещ). Меченые показывают наличие двух, по крайней мере, локальных рас волжской воблы: западной и восточной (Кузьмин-Караваев). Исследование южного сома (Фортуна-това) опровергает установленный на него взгляд как на рыбу, экстенсивно использующую свой корм. Переваривание продолжается не менее двух суток (без дополнительного принятия пищи), имеются насекомоядные периоды, и несмотря на это рост сома поразителен — до 2 мм в сутки.

По линии рыбоводства и мелиорации надо отметить снова начавшуюся (спустя 10 лет) коренную ревизию рыбоводства, путем требования заселения водоемов окрепшим посадочным материалом, вместе с выработкой соответствующей техники (Березовский, Державин). Тот технализм, который господствовал в массовом рыбоводстве, дает себя знать. Переоценка эффективности рыбоводства старой школой русских рыбоводов (Арнольд, Жуковский) подтверждается прекрасными опытами Ферстера с тихоокеанским лососем (*Oncorhynchus nerka*) в Канаде, которые показали лишь четырехкратное повышение эффекта при искусственном разведении (учет спускающейся в море молоди). В прениях было отмечено (Тихий), что ревизия должна также охватить значение выцуска сеголетками, поскольку разведение шло с игнорированием экологии нереста, общих законов размножения и физиологии последнего.

Проведенная по инициативе К. А. Мехошина океанографическая съемка всего Каспия и широкая промысловая разведка дали значительные результаты. Получены карты распределения температуры, солености и пр. Разведка обдала 22 судами, на Сев. Каспии охватывала все плавучие промысла, все суда промыслового флота и наблюдательные пункты. Радиосвязь позволила в конце дня давать сводки и указывать целесообразное размещение промыслового флота. Во многих случаях давалось полноценное объяснение передвижений рыб различными факторами (Бердичевский).

Колоссальный материал, накопленный мощной научной организацией на Каспии, не был еще сведен полностью и страдала комплексность, но на конференции с несомненной ясностью выявились положительные сдвиги в направлении работы и перспектива окончательной расшифровки промысловых загадок в главном рыбоводном садке Союза.

М. Тихий.

Всероссийская конференция по борьбе с малярией. 25—28 ноября в Москве состоялась Всероссийская конференция по борьбе с малярией, которая обсудила основные организационные и практические вопросы противомаларийной работы, подвела итоги кампании 1934 г. и наметила план мероприятий на 1935 г.

Борьба с малярией есть комплексная проблема, над которой работают не только врачи, но и натуралисты, главным образом энтомологи. Положение дел в этой области здравоохранения имеет не узко-медицинский, а гораздо более общий интерес.

Достижения, которые несомненно имеются в деле борьбы с малярией, пока недостаточны. Заболеваемость в ряде республик и областей еще довольно значительна, и проблема ликвидации малярии, как массового заболевания, попрежнему остается одной из важнейших задач советского здравоохранения, — задачей, имеющей и большое хозяйственное значение.

В борьбе с малярией применяется целый арсенал весьма разнообразных средств. Выбор из этого арсенала подходящих для данной обстановки методов — задача весьма сложная. Профилактика малярии — дело не только органов здравоохранения; здесь необходимо участие различных государственных и общественных организаций. Развитие планового социалистического хозяйства обеспечивает возможность такого широкого развертывания профилактических мероприятий, какой немислим в капиталистических странах. Особое значение имеет преобладание общественного сектора в деревне, благодаря чему можно развертывать, например, борьбу с переносчиком малярии — комаром в таких масштабах, о которых раньше нельзя было и мечтать.

Борьба с малярией слагается из двоякого рода мероприятий; а) уничтожение малярийных комаров и б) воздействие лечебными средствами на обитающего в крови человека паразита (плазмодия). Попытки присвоить исключительное значение одной из этих сторон, игнорируя другую, не встретили сочувствия на конференции. И борьба с комаром всеми доступными средствами и широко организованное лечение маляриков — вот основная установка.

Конечно, здесь не должно быть шаблона. Так, например, в промышленных центрах и вообще в густонаселенных районах следует сделать упор на радикальное оздоровление местности путем мелиорации водоемов, где плодятся комары, хотя бы эти работы требовали больших затрат. Но в местностях с редким населением целесообразно тратить значительные средства на борьбу с комарами; больший эффект при меньших затратах здесь может дать лечение и предохранение от укусов комаров (сетки на окнах, полога над кроватью, вышки и т. п.).

Как указывал П. Г. Сергиев в своем руководящем докладе, особенностью противомаларийной кампании 1934 г. была значительно возросшая обеспеченность материальными средствами. Достаточно указать, что на борьбу с малярией было отпущено 900 т парижской зелени, 12 000 т нефти, 300 000 м марли на сетки, 220 000 пологов и т. д.

Несомненно, наиболее прочный эффект в деле борьбы с комарами дают мелиоративные работы,

направленные к переустройству водоемов, устраивающему возможность выплода в них малярийных комаров: регулирование искусственного орошения, осушение болот, превращение стоячих вод в проточные, регулирование течения рек и т. д. В прениях по докладам о мелiorации (докладчики М. Г. Рашина и Бертынь) подчеркивалась необходимость надзора за состоянием гидротехнических сооружений (прочистка каналов и т. п.) и отмечалось, что наряду с крупными гидротехническими работами следует обращать больше внимания на так называемую мелкую мелiorацию: регулирование водопользования, засыпка или спуск ненужных водоемов. Известно, что небольшие водоемы, ликвидация которых требует минимальных затрат, могут быть поставщиками огромного количества малярийных комаров.

Противомалярийная мелiorация далеко не везде может быть целесообразно применена. Существуют и другие способы борьбы с выплодом малярийного комара. Большое значение имеет непосредственное истребление его личинок и куколок путем заливки водоемов нефтью (керосином) или посредством опыления их содержащим мышьяк ядовитым порошком — парижской зеленью, которая действует только на личинок. Особо широкое распространение получило опыление парижской зеленью, благодаря относительной дешевизне этого способа и возможности производить опыление водоемов с самолета; авиационно-химическому методу борьбы с комарами на конференции были посвящены доклады проф. В. Н. Беклемишева и д-ра В. А. Набокова.

Времена меняются. Десять лет назад приходилось с трудом доказывать, что борьба с малярийными комарами возможна и необходима, а самым сложным орудием этой борьбы был обыкновенный гидروطль для разливания нефти, которое тогда производилось в карликовых масштабах. Мысль о применении самолета показала бы фантастической. Пять лет назад авиационно-химический метод делал свои первые шаги. Самолет для борьбы с комарами! Это казалось забавным. Не было недостатка в скептических голосах; опасались отравления мышьяком людей и животных.

А теперь авиационно-химический метод прочно вошел в обиход противомалярийной борьбы и местами приобрел значение ведущего метода борьбы с комарами.

Изменились и масштабы. Если прежде при виде болота площадью в сотню гектаров говорили, что борьба с комарами здесь невозможна, то теперь такой объект считается слишком мелким, так как производительность самолета — систематическая обработка 3—8 тысяч гектаров. В течение часа самолет опыляет до 300 га. Но необходимо учесть, что опыление приходится многократно повторять через промежутки в 10—20 дней, в зависимости от температуры и других условий. Десятки самолетов работают у нас по борьбе с малярией, а счет обработанных ими площадей уже перевалил за миллион гектаров. И, что самое главное, есть уже реальные достижения — уменьшение заболеваемости малярией в некоторых из тех районов, где широко применяется авиационно-химический метод (Кара-Чала в Азербайджане, Ростов, Каратальский рисосовхоз в Казахстане).

Конференция подробно обсудила условия применимости авиационного метода, организацию дела, технические показатели и способы учета результатов работ. Решено обратить главное внимание на улучшение качества авиаопыления и, особенно, на улучшение постановки эвтомологического контроля, который не везде проводится достаточно тщательно. В 1935 г. намечено опылить самолетами 2 000 000 га (по РСФСР).

Новинкой были сообщения об удачных опытах разбрызгивания нефти с самолета; образующаяся при этом пленка нефти имеет всего 5—10 м ширины. При опылении же парижской зеленью полоса, покрываемая ядом, имеет не менее 50—80 м ширины, так что при обработке узких водоемов много зелени расходуется без пользы, опускаясь вне контура водоема. Для опыления и для разбрызгивания может быть использован один и тот же самолет, так как переход с одного способа на другой не представляет затруднений, надо лишь сменить баки. Авианефтявание, возможно, окажется весьма пригодным для обработки длинных узких водоемов, например рек, оросительных каналов и пр.

Наряду с авиаопылением наземная обработка сохраняет свое значение. Она нужна в тех весьма многочисленных случаях, когда площадь водоемов не особенно велика. Но и в районах применения самолета наземное опыление или нефтявание необходимо для обработки водоемов изолированных, мелких, расположенных среди населенных пунктов и т. д. Учитывая это, конференция наметила большой план наземной обработки: парижской зеленью — 300 000, нефтью — 45 000 га (в 1935 г. по РСФСР).

Такой размах работ требует больших средств и многочисленных кадров. Естественно возникает вопрос: нельзя ли расширить фронт борьбы с комарами путем использования естественных врагов этих насекомых. Такой „биологический метод“ борьбы с комарами существует, и применение его ширится с каждым годом. Роль нашего союзника играет гамбузия — американская рыбка, поедающая личинок и куколок комаров (см. статью Г. У. Линдберга, Природа, 1933, № 10).

Необыкновенна судьба этой маленькой рыбки, проделавшей с помощью человека за 12 лет сложный путь странствования из Америки через Италию и Абхазию до водоемов Украины и Казахстана. В 1923 г. гамбузиями заселяли водоемы Италии и Испании. В 1925 г. Н. П. Рухадзе привозит гамбузии из Италии и разводит их в Абхазии, где эта рыба прекрасно акклиматизировалась и откуда впоследствии была завезена в ряд пунктов Закавказья и Средней Азии.

Но гамбузия — южная рыба и, как полагают, может иметь значение лишь для наших южных окраин. Верно ли это? Ответ на этот вопрос могут дать широко поставленные опыты акклиматизации гамбузий в более северных областях. Как выяснилось на конференции, работы в этом направлении широко развернуты. Минувшим летом гамбузии завезены в ряд пунктов Азово-черноморского края, Северного Кавказа, Украины, Южного Казахстана и... даже Московской области (!), где сделана попытка заселить гамбузиями незамерзающие пруды, питающиеся

теплыми отработанными водами электрических станций. Увлечение гамбузиями было большое. Для перевозки использованы всевозможные транспортные средства, вплоть до самолета (Азово-черноморский край, Туркмения). Количество транспортированных рыб исчисляется десятками и сотнями тысяч. В новых местах своего обитания гамбузия быстро размножилась, но лишь весенние обледования 1935 г. дадут ответ на главный вопрос о возможности зимовки под ледяным покровом.

Помимо мелиорации и уничтожения личинок, имеют значение и меры борьбы с окрыленными комарами, а также защита от них, особенно там, где противоличиночные мероприятия не проводятся. Защитные средства (полога, сетки) получили в истекшем сезоне массовое распространение и в ряде южных районов прочно вошли в быт населения. Меньше внимания уделялось уничтожению комаров в жилищах, но, как показали выступления на конференции, и в этом отношении есть примеры успешной работы. Так, Гудермесская малярийная станция (Северный Кавказ), широко используя активность колхозников, организовала истребление комаров с помощью различных механических приспособлений, комбинируя эту работу с противоличиночными мероприятиями, в результате чего достигнуто большое снижение заболеваемости.

В ряде выступлений на конференции приведены примеры уменьшения малярийности в тех местах, где хорошо поставлена профилактическая работа (Дагестан, Чеченская область, Ростов и др. пункты Азово-черноморского края, торфоразработки Московской области и т. д.). Но было бы неправильно относить эти достижения только за счет успешной борьбы с комарами. Нельзя недооценивать огромное значение лечебных средств в деле борьбы с малярией. Вопросам лечения малярии были посвящены доклады Е. М. Тареева и Донского.

Основным противомаларийным лечебным и лечебно-профилактическим средством является хинин. И лечение малярии пока сводится главным образом к широко организованной планомерной хиннизации маляриков. Одни лечебные учреждения не могут справиться с этим делом. В помощь им созданы кадры хинизаторов из среды рабочих и колхозников, благодаря чему хинизируемым не приходится тратить время на посещение амбулатории. Они получают хинин на производстве, в полевом стане или на дому.

Но, как известно, хинин — импортный медикамент. Полная зависимость от ввоза из-за границы в столь важном деле весьма нежелательна.

Освободиться от нее можно путем получения синтетических препаратов, могущих заменить хинин. На этом пути советская химия достигла немалых успехов. Мы уже имеем два проверенных на практике антималярийных препарата: плазмоцид и акрихин.

Плазмоцид испробован на тысячах больных. Он губительно действует на некоторые стадии развития плазмодия — возбудителя малярии, именно на половые формы (гаметоциты). Целесообразно применять плазмоцид в комбинации с хинином, действующим преимущественно на неполовые формы (шизонты). Есть данные, что малярийный комар не заражается плазмодиями, если пьет кровь малярика, принимавшего плазмоцид. Благодаря этому важному обстоятельству плазмоцид приобретает большое профилактическое значение, разрывая цепь: больной человек → комар → здоровый человек.

Совсем недавно советскими химиками получен другой антималярийный препарат — акрихин. Делегаты конференции ознакомились с работой ползувской установки по изготовлению акрихина. Первые опыты показали, что это средство во многих случаях по эффективности не уступает хинину.

В кампании 1935 г. значительная доля потребности в антималярийных препаратах впервые будет покрыта за счет лекарств советского производства. Становится реальной перспектива полной замены хинина советскими синтетическими препаратами, изготовляемыми из своего сырья, что будет иметь большое экономическое значение.

Последний вопрос порядка дня конференции касался тематики исследовательской работы в области малярии и других тропических болезней (доклад Ш. Д. Мошковского). Из большого числа намеченных тем укажем немногие: испытание и усовершенствование лечебных антималярийных средств, использование домашних животных для отвлечения комаров от человека („животная профилактика“), проблема полной ликвидации малярийного очага и мн. др. Постановка последней темы особенно знаменательна. Она говорит о том, что несмотря на громадные трудности, в деле борьбы с малярией намечился перелом. Успехи, достигнутые в некоторых республиках и областях, служат залогом того, что пути противомаларийной работы выбраны правильно и что лозунг ликвидации малярии, как массового заболевания, является вполне реальным.

А. В. Гуцевич.

ПОТЕРИ НАУКИ

РЕЧЬ БОДЕНШТЕЙНА В ПАМЯТЬ ФРИЦА ГАБЕРА (FRITZ HABER)¹

Один раз в году собирается самая большая и наиболее авторитетная из немецких академий, Прусская академия наук в Берлине, чтобы после вступительного слова председателя-секретаря прослушать речи новоизбранных членов и некрологи умерших членов академии. Здесь дело идет, следовательно, о торжественном акте, с которым академия выступает перед широкой общественностью и который должен считаться особенно ответственным.

Мы передаем, согласно протоколу открытого заседания Прусской академии наук (1934 г., годовщина Лейбница), речь химика Боденштейна в честь Фрица Габера в русском переводе (по немецкому оригиналу) не только потому, что она является четкой характеристикой заслуг Габера в области химической науки, техники и промышленности, но и потому, что она, кроме того, дает представление о положении и настроениях некоторых прежних ученых в нынешней Германии. Габер занимал уже в имперской Германии видное положение. В 1912 году он принял ведение дел Kaiser-Wilhelm-Institut в области физической химии и электрохимии; пост этот был создан специально для него банкиром Леопольдом Коппелем (Leopold Koppel), владельцем Германского общества газокатодного освещения (Auer-Gesellschaft). Габер развил свои организационные и творческие таланты во время империалистической войны. В мирное время он дослужился до чина вице-фельдфебеля — унтер-офицерский чин всех военных,

обладающих высшим образованием, но не могущих стать офицерами резерва. Габер оказался в таком положении, будучи евреем. Во время войны он был произведен в капитаны, „чтобы облегчить совместную работу с военным ведомством“. Хотя Габер в вопросах ранга и титула был самолюбив, ему были пресечены дальнейшие пути повышения, так как в кайзерской Германии был столь силен феодальный дух, что еврей не мог получить высший офицерский чин. Международные связи Габера послужили Веймарской республике на пользу. „Третья империя“ уволила сотрудников Габера и удалила их из страны. Габер ушел тогда „добровольно“ в Кембридж, а затем в Швейцарию, где он и умер — в Базеле. Следует обратить внимание на негодование, сопровождающее сообщение об этих последних событиях в некрологе: „Габер был еврей, и подавляющее большинство его сотрудников были тоже евреи. Это определило, таким образом, конфликт с национал-социалистическим государством. Габер не считал возможным ликвидировать этот конфликт иначе, как путем просьбы о своем увольнении, последовавшем 2 мая 1933 г. Итак, он сам пережил роспуск своего института. Смерть... опоздала на один год, чтобы избавить его от этого огорчения“.

Боденштейн — „национально настроенный муж“, он отнюдь не юдофил. Однако враждебные культуре деяния режима Гитлера до такой степени его озлобляют, что он не может попросту умолчать об этом при торжественном случае. Не подлежит никакому сомнению, что в фашистской Германии очень много профессоров „конъюнктуры“ и карьеристов; но было бы совершенно неверно осуждать огулом всех

¹ Gedächtnisrede des Hrn. Bodenstein auf Fritz Haber. Sitzungsberichte der Preussischen Akademie der Wissenschaften. Öffentliche Sitzung zur Feier des Leibnizischen Jahrestages am 28. Juni 1934. Berlin. 1934. LXXXVII. SS. CXX — CXXIX.

немецких ученых. Наше суждение должно быть индивидуально взвешено. Могильщиком фашизма будет революционный пролетариат. Он поставит, после краха националистического варварства, себе на службу силы, выражающие стремление производить творческую работу.

Проф. Ю. Шахсель
(Prof. Dr. J. Schaxel).

29 января 1934 г. умер Фриц Габер на исходе 65-го года своей жизни. Академия потеряла в нем члена, жизненная работа которого имела чрезвычайное значение не только для немецкой науки, но и, в равной мере, для немецкого хозяйства и для немецкой обороны во время мировой войны. Постараюсь в кратких словах дать его биографию.¹

Родившись в 1868 г. в Бреславле, Габер учился от 1886 по 1891 г. в Берлинском и Гейдельбергском университетах, а также в Высшем техническом училище в Шарлоттенбурге и защитил в Берлинском университете докторскую диссертацию в области органической химии, предложенную ему здесь Либерманом (Liebertmann). Вслед за этим он работал некоторое время, но не подолгу, на различных химических фабриках, в Высшем техническом училище в Цюрихе, а также на коммерческом поприще — в красильном и химическом предприятии своего отца в Бреславле. Затем, он вернулся к науке: выполнил и провел в Иенском институте Кнорра исследование в области органической химии.

За это время развитие Габера было типичным для химика той эпохи; быть может несколько более обычного было у него смешано научное и техническое образование, и менее чем другие он был постоянен в смысле работы на одном определенном месте. Но все же его развитие в общем типично для химии конца прошлого столетия, в которой преобладала препаративная органическая химия, создательница расцветающей промышленности красящих веществ и врачебных средств.

В 1894 г. Габер стал ассистентом у Бунте (Bunte) в Химико-техническом институте Высшего технического училища в Карлсруэ. Здесь он обосновался сроком на 17 лет, которые под конец казались ему очень длинными. Здесь он нашел путь к задаче своей жизни: будучи полным самоучкой, он освоил учение физической химии, которое обосновали Вант-Гофф (van't Hoff), Аррениус (Arrhenius) и Оствальд (Ostwald), опираясь на учения великих предшественников и пользуясь помощью богатых идеями сотрудников. Он помог разработать это учение и увязал приобретенные знания с задачами техники. Его работы в Карлсруэ начались, в соответствии с газотехническим направлением института, с исследования разложения и сгорания углеводо-

родов. Эти изыскания имели вначале главным образом препаративное направление; вопрос, какие вещества при этом образуются, был первой проблемой. Но скоро на первый план выступили физико-химические вопросы; вопросы о равновесиях, которые, например, возникают во внутреннем конусе бунзеновской горелки, об их зависимости от температуры, а позднее о скорости реакций. До последних лет Габер остался верен проблеме процессов сгорания, которую он прорабатывал все глубже и глубже, применяя представление о цепных реакциях, и пользуясь спектроскопией и ее законами. Для решения этой проблемы Габер сделал очень много.

Практическое применение добытых здесь знаний еще не сильно развито. Оно не лежит в плоскости ускорения процессов сгорания, которое не нужно, но в плоскости их торможения, при подавлении взрывов. В рамках задач Общества помощи немецкой науке (Notgemeinschaft der deutschen Wissenschaft) Габер работал в той же области, но, поскольку мне известно, не достиг окончательных результатов.

Из оформленных достижений можно было бы, пожалуй, назвать сигнальный аппарат рудничного газа, который был сконструирован Габером во исполнение задачи, поставленной кайзером Вильгельмом II при торжественном открытии первых институтов имени кайзера Вильгельма в Далеме. В этом аппарате свисток производит характерные вибрации, как только содержание метана в рудничном газе становится опасным.

Плодом работ в Карлсруэ является книга, появившаяся в 1905 году, под названием „Термодинамика технических газовых реакций“. Семь лекций объединены там в форме учебника, написанного „не ради теории, но ради техники“ и „долженствующего служить преподаванию и экспериментальному исследованию в области технических газовых реакций, а также дать дополнение к применению этих процессов в обычных технологических трудах“. Книга в наглядной форме вводит в применение термодинамики к газовым реакциям, а также и к тем реакциям, которые совершенно не являются „техническими“, но зачастую употребляются, как примеры. Конечно, это лишь передача классического достояния термодинамики. Интеграционная постоянная уравнения, связывающего равновесие и тепловой эффект, является здесь еще как „остающаяся термодинамически неопределенной константой“. Первые доказательства третьего закона термодинамики Нернста (Nernst), в котором дано исчисление этой константы, появились в том же году, что и книга Габера.

Вторая непосредственно физико-химическая область, за которую Габер взялся в Карлсруэ, была электрохимия. Здесь возник из прочитанных им лекций „Очерк технической электрохимии на теоретической основе“, появившийся в 1898 г. Он описал в превосходной и увлекательной форме состояние тогдашней электрохимии. Я здесь процитирую несколько характерных для габеровского понимания науки и техники предположений из предисловия к этой книге: „Слияние теории и техники увенчалось в органической химии блестящими успехами. Я убежден, что электрохимическую технику ожидает такой же прогресс, как только орудие теории станет

¹ Подробное описание личности и работ Габера опубликовано его друзьями и сотрудниками в журнале „Die Naturwissenschaften“ (том 16, 1928 г., стр. 1051 и сл.). О последующем времени я дал краткое сообщение вскоре после его смерти в Ztschr. f. Elektrochemie 40, 1934, S. 113.

практику-электрохимику столь же близко, как теория бензола близка химику-практику, работающему в области красящих веществ. Исходя из этого положения, стал я преподавать, вот уж несколько семестров, техническую электрохимию“...

Плодом увязки этих электрохимических занятий с его знаниями в области органической химии являются исследования Габера по электрохимическому восстановлению нитробензола. Эти исследования привели к познанию различных ступеней процесса и к пониманию образования многих получаемых при этом веществ, что ныне, под названием габеровской схемы, стало общим достоянием химиков. Эти исследования послужили мне поводом к личному знакомству с Габером; он сделал о них доклад в Химическом обществе в Гейдельберге, где я в то время работал над своим научным трудом, дающим право на получение кафедры. Я до сих пор вспоминаю о полном темперамента докладе, за нитью которого большинство слушателей не могло следовать, так как понятия электрохимии были тогда совершенно чужды заурядному химику. О многочисленных последующих электрохимических работах, которые появились в результате дальнейших изысканий, я здесь лишь кратко упомяну. Таковы: скорость электродных реакций, отчасти в прямой связи с восстановлением нитробензола, скорость ионных реакций, электролиз твердых солей, разность потенциалов на границах фаз твердых электролитов, стекло как электролит в цепи гремучего газа и в стеклянном электроде, угольный элемент, наконец по прикладным темам: гальваническое осаждение металла и блуждающие токи в земле.

Вспомним здесь еще о следующем результате электрохимического периода жизни Габера: в 1902 г. Габер объездил Соединенные штаты Америки по поручению Германского электрохимического общества, названного впоследствии Германским Бунзеневским обществом, имея целью отчасти изучить постановку дела в университетах, но еще более изучить электрохимическую промышленность страны, созданную в своем порыве держания и находившуюся в периоде раннего кипучего развития. Отчет о виденном, опубликованный Габером в *Zeitschrift für Elektrochemie*, полный превосходных наблюдений над удачно выбранными объектами, подействовал исключительно поучающе иощоряюще.

Продолжение исследований газовых реакций уже в новом направлении привело Габера к тому научно-техническому результату, который сделал его имя известным также и в кругах не-специалистов и который привел его к получению нобелевской премии по химии в 1919 году. На исходе прошлого века оживленно дискутировался вопрос о том, каким образом может быть удовлетворена потребность сельского хозяйства и промышленности в связанном азоте, когда Чилийские селитряные месторождения будут истощены, — событие, наступление которого, в виду все увеличивающегося потребления, должно будет произойти к 1940 году. Для связывания имеющегося в неограниченном количестве атмосферного азота два метода были уже признаны как целесообразные: поглощение карбидом каль-

ция, что приводит к цианиду кальция, и соединение с кислородом с помощью „сжигания воздуха“, происходящего в электрической дуге особой конструкции. Вначале Габер считал этот последний путь наиболее целесообразным. В упомянутом труде „Термодинамика технических газовых реакций“ он разбирает достижимые выходы окиси азота с точки зрения основ своей книги, — учения о химическом равновесии. Но вскоре после этого начаты им опыты, произведенные вместе с Кенигом (König), привели к выводу, что дело шло не о равновесиях и что, скорее, при особом скомбинированных условиях, — умеренное давление, электрическая дуга с последующим охлаждением, — могут получиться большие выходы окиси азота, несовместимые, однако, с учением о равновесиях. Можно было ожидать, что опыты эти приведут к значительному улучшению метода, который найдет большое применение в крупной промышленности.

Однако этого не произошло. К сожалению, не все лабораторные опыты могут быть применены в техническом масштабе, и, таким образом, эти работы сохранили лишь теоретическое значение, заключающееся в том, что активация трудно реагирующих молекул толчком электронов, движущихся в электрической дуге, может привести к продуктам, которые лежат вне условий термически установленного равновесия, — познание, которое в дальнейшем помогло уразуметь многие аналогичные явления, систематическое исследование которых обусловило богатое новое поступательное движение науки.

Применение метода в крупном масштабе удалось Габеру при синтезе аммиака из азота и водорода. Первые исследования о константах равновесия, относящихся к этому синтезу, были опубликованы Габером и Ван Оордтом (van Oordt) в 1905 году; изыскания были, очевидно, выполнены из чисто научного интереса к познанию этих констант. Вскоре после этого Нернст (Nernst) с Иостом (Jost) опубликовали измерения касательно того же предмета, которые выяснили, что положение равновесия для данного синтеза менее выгодно, но находится в лучшем согласии с требованиями нового, в те времена, третьего закона термодинамики. В результате выяснилось, что в обоих исследованиях, при которых находление точных данных было весьма затруднительно в виду незначительного количества полученного аммиака, нашлись некоторые неточности, и что правда лежит в середине. Из законов физической химии можно было, принципиально, без дальнейших затруднений, вывести, как технически применить данные лабораторных опытов и измерений: надо было работать с весьма высокими давлениями, которые, в связи с необходимой температурой в 600 приблизительно градусов, могли достигаться в лаборатории, но достижение которых в фабричных условиях представлялось невозможным.

Здесь техническое дарование Габера отпраздновало большой триумф. Техника он не только показал расчетами, как, опираясь на изучение равновесий, можно совдарт промышленность синтетического аммиака, но и создал аппараты, с помощью которых, — конечно в умеренном масштабе, — синтез был технически выполнен; он продемонстрировал перед ведущими лицами

Баденской анилиновой и содовой фабрики эти аппараты в действии, и, таким образом, убедил их в возможности ведения этих работ в фабричном масштабе. И хотя при этом далеко не были разработаны подробности приемов, которые могли бы быть действительно применены, и для завершения работы потребовалась энергичнейшая деятельность Карла Боша (Carl Bosch) и неустанные работы его помощников — Митташа (Mittasch), Ляппе (Lappe) с их сотрудниками, — все же отправным пунктом синтеза аммиака в крупной промышленности явился аппарат, который был сконструирован Габером [вместе с Ле Россиньолем (Le Rossignol) и механиком института Кирхенбауэром (Kirchenbauer)], который восторжествовал над скепсисом техников, считавших до того времени возможность применения высоких давлений, также и по отношению к аналогичному предложению Нернста, — за неосуществимый проект.

Да будет мне позволено в связи с этим указать на то, что еще третий выдающийся человек пытался разрешить проблему синтеза аммиака: уже в 1900 г. Вильгельм Оствальд опубликовал некоторые данные о равновесии аммиака. Результаты его опытов были столь благоприятны, что технический синтез представлялся возможным без дальнейших трудностей. Представленное вслед затем заявление на патент содержало мысль о повышенном давлении и о получении аммиака из газовой смеси. Но при проверке измерений фабричными лабораториями было найдено, что благоприятные выходы получены благодаря тому, что железо, употребляемое как катализатор, содержало связанный азот, который реагировал с водородом значительно легче, чем элементарный азот, что и привело здесь к более благоприятному положению равновесия.

Оствальд тотчас же покинул проблему, которую он поставил с той определенной целью, чтобы вывести Германию из критического положения, так как она (Германия), в случае войны, будучи подобна осажденной крепости, могла бы вскоре обанкротиться в своей потребности в связанном азоте как для сельского хозяйства, так и для военных нужд, и он ограничился в дальнейшем тем, что выработал и передал технике приемы, которые ведут от аммиака через каталитическое окисление к азотной кислоте. Таким образом, к началу мировой войны как технический синтез аммиака — начиная с 1913 г. в Оппау, — так и техническое превращение аммиака в азотную кислоту — начиная с 1906 г. на шахтах „Лотарингия“ при Герте в Вестфалии — были в ходу. Они нуждались лишь в переключении на заводский масштаб, чтобы доставлять как для сельского хозяйства, так и для военных целей соответствующие формы связанного азота в нужном количестве.

Экономическое значение промышленности синтеза аммиака, созданной Габером и Бошем, необозримо по своим грандиозным результатам. В 1926 г. производство по этому методу связанного азота выразилось в 450 000 тонн с продажной ценой в 1000 имперских марок за тонну, что представляет сбережение для германского хозяйства в размере одного миллиарда марок. Ныне в различнейших странах имеются предприятия, вырабатывающие ежегодно около

2,7 миллионов тонн азота по методу Габера-Боша. Предприятия эти, конечно, используются несовершенным образом; желание быть вооруженным на случай войны обусловило возникновение многих фабрик, возможная производительность которых значительно больше их производительности в настоящее время.

Но экономическое значение процесса не ограничивается связыванием азота. Этот метод указал путь работы с высокими давлениями при высокой температуре; он открыл промышленности совершенно новые отрасли применения, из которых ныне наиболее значительной является гидрирование углеводородов, примененное в начале Бергнусом (Bergius) и затем во многом значительно измененное J. G. Farbenindustrie, что привело к производству бензина из угля или из нефтяных остатков.

Проблема изобретения синтеза аммиака в промышленности произошла в последние годы пребывания Габера в Карлсруэ. Ассистент при Технологическом институте превратился за это время в экстраординарного профессора и руководителя отделения, затем в обыкновенного профессора и заведующего Физико-химическим институтом; затем состоялся (1911) его перевод в Дарм под Берлином, где банкир Леопольд Коппель, владелец Германского общества газо-калильного освещения (Auer-Gesellschaft), создал для него первый институт („по физической химии и электрохимии“) Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft, который был торжественно открыт в 1912 г., совместно с соседним с ним институтом по химии.

Этот Институт чрезвычайно расширил рамки работ Габера, и можно с полным правом сказать, что эти рамки были постоянно заполнены соответствующим содержанием. Большой штат сотрудников, постоянные члены Института, ассистенты, гости из Германии и из-за границы и старшие студенты работали здесь в различных областях исследования, идущих от теоретической физики через экспериментальную физику и физическую химию к чистой и биологической химии; каждый работал в своей области, но в то же время действовал плодотворно на труды других, находясь под влиянием богатства идей руководителя института. Однако, дальнейшее развитие этой научной работы было вскоре внезапно прервано. Немного лет спустя, в продолжение которых был произведен ряд чрезвычайно точных измерений основных величин, относящихся к равновесию аммиака, разразилась мировая война, поставившая все пред новыми задачами.

Вначале Габер поставил своей задачей использование своих обширных химических, технических и экономических знаний в области использования сырья, подвоз которого для войска и для родины должен был становиться все сложнее в виду осажденного положения. Вице-фельдфебель был произведен в капитаны, чтобы облегчить ему совместную работу с военным ведомством. Его военный ранг не повысился, однако, и после того, как Габер достиг чрезвычайных результатов в области увеличения технических средств борьбы: он организовал газовую борьбу, которая имела свой первый значительный успех при пуске громадного облака хлора против вражеских позиций у Ипра 22 апреля 1915 г. Он организо-

вал производство специфических ядовитых военных газов и защитительных мер против них. Наконец он организовал преподавание пользования ядовитыми газами и защиты от них.

Для этого необходимо было, конечно, располагать большим количеством сотрудников. Институт, представлявший собою целое отделение прусского военного министерства и охватывавший граничащий с ним институт по химии, наполнился множеством химиков и физиков из всех стран Германии, старыми и молодыми профессорами и ассистентами институтов, которые, будучи большей частью отозваны с фронта, помогали здесь, чтобы усилить его с помощью нового вида техники. Лишь немногие участники могут судить о той грандиозной работе, которая была произведена здесь и на фронте при испытаниях вновь созданных средств борьбы. Само собой понятно, что нет о проделанной в этой области работе опубликованных отчетов.

Окончание войны принесло Габеру значительные задачи по демобилизации и в особенности по сокращению аппарата его собственных организаций, произведенному в соответствии с условиями версальских требований. Затем окончание войны побудило его приняться за задачу, которую он сам себе поставил и которая характерна для него как в смысле цели, так и в смысле техники разрешения: он произвел опыты, чтобы выяснить, возможно ли из золота, находящегося в морской воде, добыть количество его, необходимое для платежей, возложенных на Германию. Для разрешения этой задачи были предприняты экспедиции в различные морские области, в продолжение которых производились в лабораториях на борту необычайно тонкие анализы для определения содержания золота в воде. К сожалению, результат был тот, что многообещающие литературные указания о содержании золота в различных морях оказались ошибочными, а добыча его — недоходной. Таким образом, реальным успехом явились лишь выработанные для этих исследований аналитические методы, которые позволяют определить чрезвычайно незначительное содержание золота и которые вскоре нашли применение в различных лабораториях в связи с проверкой и опровержением весьма определенных утверждений одного известного исследователя, заключающихся в том, что ртуть, подверженная действию электрической дуги, может быть превращена в золото.

Между тем институт в Далеме вернулся к своей работе мирного времени. Бедствия инфляции угрожали ему, как и всякой научной работе; но помощь государства и чрезвычайно гибкая хозяйственная политика руководителя восторжествовали над этими трудностями. Эта хозяйственная политика позволила даже произвести значительное расширение работы путем создания превосходной лаборатории по рентгенологии. Итак, общая научная работа, начатая при основании института, могла полностью развиваться.

Самостоятельные отделения работали под руководством Фрейндлиха (Freundlich) и Поляни (Polanyi). Первое из них — в области коллоидной химии; в его работах очень часто чувствуются идеи Габера в подробностях, но здесь руководящие мысли вряд ли исходили от него. Это еще

более заметно в исследованиях, производимых другим отделением. В конечном счете они исходят как из основных положений работы Габера и Юста, относящейся к самому последнему периоду пребывания Габера в Карлсруэ, работы, в которой было доказано, что при реакции некоторых металлов с фосгеном или хлором освобождаются электроны, так и из наблюдений пламени, которые с давнего времени являлись излюбленной областью исследований Габера, и из замечаемых при этих опытах световых явлений. Работы Поляни и его сотрудников, которые изучали световые явления „высоко разреженного пламени“ — напр., паров натрия в хлоре — в рационально поставленных и превосходно проведенных исследованиях значительно увеличили наши познания о промежуточных стадиях химических реакций, каковые мы можем обычно рассматривать лишь в их грубых очертаниях из начального и конечного состояния.

Отделение, работавшее под исключительным руководством Габера, дало значительное количество исследований для познания процессов в пламени и при взрывах и затем основательно осветило окисление сульфата кислородом в водном растворе, которое протекает медленнее и его поэтому легче проследить, но которое во многом является аналогичным процессам горения. Исходя отсюда, Габер вместе с Вильштеттером (Willstätter) высказал весьма примечательные общие мысли касательно превращения в органической химии и касательно биологических процессов, находящихся благоприятную почву развития через посредство энзимов. В отделении Габера Бонгофер (Bonhoeffer) произвел превосходные работы над получающимися при разряде атомным водородом. Работы эти имели большое значение при исследовании процессов в пламени. Гартек (Hartek) провел ряд препаративных работ, увенчавшихся отличными результатами, в области атомного водорода и кислорода; оба молодых исследователя изолировали обе формы молекул, предугаданных квантовой механикой, а именно о-водород и p-водород, и изучили их взаимные превращения, что скоро сделалось прекрасным средством для распознавания атомов водорода, а затем парамагнитных молекул и ионов.

Можно назвать еще много других областей работы, которые разрабатывались за последние десятилетия в институте Габера. Всех их перечислить невозможно. Вспомним лишь еще об одном достижении института: о коллоквиуме. Работа каждого сотрудника протекала во взаимной связи с работой всех членов института, взаимное побуждение к дальнейшей работе являлось значительной предпосылкой достижений. Но дискуссия не ограничивалась только членами института. В аудитории средних размеров, предусмотренной уже для собеседований при возведении здания института, еженедельные коллоквиумы объединяли специалистов из Далема и из Берлина, частых гостей со всей страны, а также и из-за границы. Площадь ограничивала число участников, пока это ограничение не отпало после отстройки соседнего Дома Гарнака (Harnack-Haus), принадлежащего Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft с его вместительной аудиторией. Тогда эти коллоквиумы превратились в маленькие конгрессы, которые каждый раз разбирали отдельные

вопросы при участии очень широких кругов специалистов под выдающимся руководством Габера; он удивительно удачно справлялся со своей трудной задачей, не теряя ни при разборах проблем, не лежащих в пределах его обычных изысканий, и уверенно проводя дискуссии.

Значение Габера для науки и для ее развития отнюдь не исчерпывается его собственными научными работами и работами его учеников. Он был не только человек науки и техники, он был в то же время видный организатор и экономист. Я приведу из опыта личных переживаний два примера, характеризующих его деятельность в этом направлении. Один пример — это его председательство в Германском химическом обществе; эту работу он вел не формально как обычный представитель, а как умный и сознающий свою ответственность делец, который умел обеспечить указанному обществу бесперебойный выход в свет его литературной продукции во времена инфляции, чтобы сохранить большую значимость общества для химии вообще, а не только для химии в Германии.

Другой пример его деятельности — как организатора и как экономиста — это его переговоры с международными организациями химиков, которые после объявления бойкота немецкой науке, провозглашенного в конце войны, пришли постепенно к выводу, что в интересах работы бойкот должен быть отменен, и немецкие химики были приглашены вступить в упомянутые международные организации. Здесь играли роль, конечно, не экономические вопросы, а вопросы престижа и такта и вопросы условий для будущей совместной полезной работы, которые Габер развешивал столь же умело, как и в первом указанном случае.

Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft, а также Общество помощи германской науке и, конечно, еще многие другие организации того же рода пользовались советом и поддержкой Габера, а также и его умением вести переговоры в тяжелых положениях; при создании Общества помощи германской науке он принимал живейшее участие, а Японский институт для поощрения германо-японского взаимного культурного понимания обязан своему возникновению инициативе Габера. Итак, его деятельность выходит далеко за пределы его специальности и забот об институте, хотя эти объекты и были, естественно, предметом его особого почтения.

Научная организация этого института распалась не только из-за смерти Габера. Габер был еврей и подавляющее большинство его сотрудников были тоже евреями. Это определило, таким образом, конфликт с национал-социалистическим государством. Габер не считал возможным ликвидировать этот конфликт иначе, как путем просьбы о своем увольнении, последовавшем 2 мая 1933 г. И так, он сам пережил роспуск своего института. Смерть, которая уже часто угрожала его сильно расшатанному здоровью, опоздала на один год, чтобы избавить его от этого огорчения. Мы воспринимаем сочувственно трагизм этой судьбы, и мы грустим по нем, как по одном из наших, который принес большую пользу науке и экономике и в духе требования, выставленного Лейбницем при основании нашей академии, соединил „theoriam cum practi (теорию с практикой) и улуч-

шил не только искусства и науки, но и страну и людей, обработку полей, производство мануфактуры и торговли, одним словом — средства пропитания“.

(Перевод с немецкого).

Профессор Carlos Chagas. В ноябре прошлого года ученый мир Бразилии понес тяжелую утрату: скончался директор знаменитого Instituto Oswaldo Cruz профессор Carlos Chagas. Он был выдающийся протозоолог не только своей страны, но и всего света. Каждый, знающий о *Trypanosoma cruzi*, знает, что этот кровепаразит является причинным агентом болезни, которая получила свое название „шагасовской болезни“ по имени открывшего и изучившего ее Chagas, так как он открыл в 1907 г. этого возбудителя и обратил внимание всего ученого мира на существование в республиках Америки (Бразилии, Аргентине, Уругвае, Венесуэле) этой болезни (орипаза). Мы уже говорили в своей статье [Природа, 1935, № 2] об обстоятельствах, сопровождавших это открытие, и возвращаться к этому не станем. Открытие С. Chagas'a настолько значительно, что в Германии ему была присуждена премия имени Шаудинна. Это была дань выдающемуся молодому ученому, протозоологу, клиницисту, гигиенисту и энтомологу. В полученных нами бразильских журналах С. Chagas выставляется как прекрасный организатор, выдающийся администратор и великолепный товарищ. По смерти директора Instituto Oswaldo Cruz Освальдо Круза, последовавшей в 1917 г., С. Chagas был избран директором этого выдающегося института и пробыл на этом посту до самой смерти. Кроме исследований трипанозо-



Проф. Carlos Chagas.

моза, С. Chagas работал в долине р. Амазонки по малярии, спирохетозу (Sodoku), лейшманиозу, проказе и другим болезням. Он был не только протозоолог, но и энтомолог, описавший не-

сколько новых видов комаров — анофелесов. Как гигиенист он показал себя в профилактике малярии и чумы. Инициативный человек, он был основателем отдела сельской профилактики, детской гигиены, профилактики венерических болезней, проказы и пр. Иностранные ученые общества выбирали его своим членом, и его имя значилось, как почетного члена, в списках 25 ученых обществ Европы и Америки. Он получил 10 дипломов доктора медицины *honoris causa*, между ними от университетов Парижа, Брюсселя и Нью-Йорка. Правительства иностранных держав награждали его знаками отличия (Франция, Италия, Испания, Бельгия, Румыния). На родине он был не только директором Instituto Oswaldo Cruz, но и генеральным директором народного здравия.

В гигиенический комитет он был избран 9 головами из 10. Им было опубликовано 48 работ. Прекрасный оратор, он делал доклады в различных местах Европы и Америки — в Париже, Брюсселе, Гамбурге, Риме, Лиссабоне, Мадриде, Севилье, Страсбурге, Карлсбаде, Чикаго, Нью-Йорке, Монтевидео, Буенос-Айресе и во многих городах своей родины. Он был избран почетным профессором университетов в Сао-Пауло и Бахии, почетным членом университета в Буенос-Айресе. Памяти выдающегося ученого в Бразилии был посвящен целый ряд заседаний — в палате депутатов, медицинской академии, в дирекции народного здравия, медицинских факультетах страны и пр.

Проф. В. А. Якимов.

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

Варсановьева, В. А. Происхождение Урала и его горных богатств. Центр. бюро краеведения РСФСР. Изд. Советской Азии, Москва, 1934, 295 стр., с геол. картой, 66 рис. в тексте и 21 палеогеогр. карточками. Ц. 8 р.

Автор, уже много лет изучающий геологию Урала, дает в этой книге описание его строения, происхождения и ископаемых богатств. Так как книга имеет в виду и читателя, незнакомого с геологией, то в первой главе изложены в популярной форме основы геологии физической, исторической и петрографии, поясняемые рисунками. Затем рассмотрено происхождение древнейших пород Урала — докембрийских и кембрийских — и дано понятие об образовании толщ горных пород в водных бассейнах и на суше и о горообразовательных движениях. Следующие главы характеризуют историю Урала в течение всех периодов от силурийского до четвертичного, поясняемую палеогеографическими карточками всей Русской плиты с Уралом, изображениями ископаемой фауны и флоры этих периодов и сведениями о полезных ископаемых, приуроченных к их отложениям или связанных с процессами вулканизма; при этом автор не ограничивается перечислением отдельных формаций, а описывает условия их образования, возникновения и размеры горных цепей, условия жизни животных и растений и их постепенное изменение, т. е. эволюцию жизни. В последней главе кратко изложена история человека на Урале и развитие горного промысла. Читатель найдет в разных главах между прочим сведения об образовании золотых россыпей, различных руд, угля, нефти, соли, драгоценных и цветных камней, о дифференциации магмы, метаморфизме горных пород и т. п. Изложение обнаруживает в авторе опытного педагога (она — про-

фессор Московского педагогического института). Книга обильно иллюстрирована четкими рисунками и геологической картой Урала, хотя и мелкого масштаба (масштаб, к сожалению, не указан), но достаточно ясной. Ее можно считать прекрасным пособием для самообразования и руководством для средних техникумов, в которых преподается геология, и даже для младших курсов высшей школы. Жаль, что не приложен список важнейшей литературы по геологии Урала и его ископаемым богатствам.

Остается пожелать, чтобы и другие области нашего обширного Союза дождалась в близком будущем описание, не уступающего этой интересной и полезной книге.

В. А. Обручев.

Грегори Вильям К. Эволюция лица от рыбы до человека. Пер. с англ. под ред. Н. А. Бобринского с предисл. М. А. Левина. 119 рис. в тексте, стр. 156. Биомедгаз, М.-Л., 1934. Тираж 7200, ц. 2 р. + 1 р. (переплет).

Можно приветствовать появление на русском языке интересной книги известного американского исследователя В. К. Грегори, зарекомендовавшего себя горячим сторонником питекоидной теории происхождения человека. В разбираемой книге Грегори доказывает обезьянье происхождение человека, пользуясь сравнительно-анатомическим материалом по лицевой части черепа позвоночных. Первая часть книги носит заглавие „Лицо наших дальних родственников и предков“ (стр. 1—56). Перечень дальнейших разделов этой части книги поясняет содержание: Значение лица. Возникновение нашего лица. Лицо акулы и человека. Лицо-маска наших жаберных предков. Наши предки выходят из воды. Чем мы обязаны древнейшим пресмыкающимся. Простая челюсть за-

меняет сложную. Липо-маска становится подвижным. Наши длиннорылые предки вытеснили динозавров. Дальнейшее усовершенствование лица явилось результатом жизни на вершинах деревьев. Появление почти человеческого лица. Возникновение „совершенного“ лица. Вторая часть книги озаглавлена „Краткая история отличительных черт нашего лица“ (стр. 57—152). Здесь рассматривается костный остоу лица, возникновение и развитие ротовой полости, история развития носа, эволюция глаз, примитивные звуковые аппараты, физиогномика в древности и в настоящее время.

„Почему все люди, в том числе и антидарвинисты, имеют нос?“, — эта фраза характеризует стиль изложения Грегори, — иронический в отношении своих научных „врагов“ и вместе с тем живой, общепонятный. Читатель с подготовкой нашей средней школы, пожалуй, с трудом разберется в книге Грегори, предназначенной скорее для студента-биолога или медика и для преподавателя средней школы. Очень содержательное предисловие написано М. Л. Левиным. Многочисленные рисунки помогают уяснению текста. Внешность книги изящна. В переводе есть шероховатости. Так, на стр. 128 „углы глазниц приподняты... вперед“, — приподымают что-либо, как известно, только вверх. На стр. 137 говорится „Трое из этих бугорков...“ Трое людей — можно сказать, но „трое бугорков“ — затруднительно. Отдельные места книги Грегори, касающиеся морфологии человека, конституции, вызывают некоторые возражения со стороны фактического

материала и требовали бы пояснений со стороны редактора. В самом деле, трудно пустить в широкую публику без разъяснений утверждение Грегори (на стр. 146), что человек обязан своим антропоидным предкам „губами, которыми можно улыбаться“... и т. д. То, что в просторечьи именуется губами (слизистая губ в виде красной каемки), является исключительно человеческим приобретением. На стр. 149 Грегори пишет, что „гигантизм... происходит вследствие ненормальной активности щитовидной железы“, но в руководствах по внутренней секреции можно прочитать, напр., о том, что симптомокомплекс акромегалии связан с расстройством деятельности передней доли гипофиза (имеется в виду опухоль железистой ткани гипофиза). На той же стр. 149 говорится: „Стоккард недавно разделил все человеческие лица на два основных типа“, но желательно было бы пояснить, что это „недавно“ относится к 1923 г. (см. Americ. Journ. of Anatomy, vol. 31) и что Стоккард имел предшественников. На стр. 151 автор, как нам кажется, переоценивает приложение к человеку учения Менделя. едва ли без разъяснений могло бы остаться указание Грегори на стр. 152 на то, что достаточно сделать прием тироксина, чтобы у человека изменились конституциональные особенности так, что „черты его приближаются к линейному типу“ (?!). Эти замечания отнюдь не умаляют значения книги, которая несомненно будет полезна широким кругам подготовленного читателя.

Б. Н. Вишневский.

Поправки

В № 2 1935 г. „Природы“ в статье В. Я. Альберга „О комплексе процессов теплообмена, теплопередачи и ледообразования“ на стр. 10 под фиг. 5 вместо „кривая II — температура песчаного ложа“ следует читать „кривая II — температура воздуха“; в рецензии Е. Вульфа на работу Г. Э. Гроссет на стр. 86, в правом столбце, в строках 6 и 7 сверху вместо „300 географическими и ботанико-географическими данными“ следует читать „зоогеографическими и ботанико-географическими данными“.

Напечатано по распоряжению Академии Наук СССР

Апрель 1935 г.

Непременный секретарь академик В. Волин.

Ответственный редактор академик А. А. Борисяк.

Зам. ответственного редактора проф. Я. М. Урановский.

Члены редакционной коллегии { Акад. С. И. Вавилов, акад. Б. А. Келлер, акад. Н. С. Курнаков, проф. А. Ю. Харит, проф. Ю. Ю. Шаксель (Prof. Dr. J. Schaxel).

Ответственный секретарь редакции д-р М. С. Королицкий.

Технический редактор А. Д. Покровский. — Ученый корректор А. А. Мирошников.

Обложка работы А. А. Ушана.

Сдано в набор 10 марта 1935 г. — Подписано к печати 13 апреля 1935 г.

Ленгорт № 9846. — Бум. 72 × 110 см. — 6½ печ. л. — 72 800 тип. зн. в л. — Тираж 7000. — АНИ № 756 — Заказ № 1375.

**ИМЕЕТСЯ НА СКЛАДЕ
БОТАНИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА АКАДЕМИИ НАУК СССР
НИЖЕСЛЕДУЮЩАЯ ЛИТЕРАТУРА**

ЖУРНАЛЫ

1. Труды Ботанического сада СССР, тт. 12—14, 21, 23, 24, 26, 28—36, 38—44. Ц. (суммарно) 138 р. 90 к.
2. Известия Ботанического сада, тт. 11—30. Ц. 119 р. 25 к.
3. Болезни растений, тт. 1—7, 10—19. Ц. 45 р. 20 к.
4. Записки по семеноведению, тт. 7 и 8. Ц. 6 р.
5. Ботанические материалы Гербария Ботанического сада, тт. 2—6. Ц. 12 р. 15 к.
6. Ботанические материалы Института споровых растений, тт. 1—4. Ц. 9 р. 90 к.
7. Материалы по микологическому обследованию России, вып. 1—5. Ц. 6 р. 15 к.
8. Ботаническое обозрение, вып. 1—3. Ц. 1 р. 50 к.

ОТДЕЛЬНЫЕ ИЗДАНИЯ

1. А. С. Бондарцев. Болезни культурных растений и меры борьбы с ними. 3-е изд., 1931. Ц. 3 р. 50 к.
2. Геоботаническая карта Европейской части СССР, лл. 5, 6, 7, 9, 10, 14—16. Ц. (суммарно) 22 р. 50 к.
3. Главный Ботанический сад РСФСР (2-е изд.), 1923 г. Ц. 50 к.
4. Б. Л. Исаченко. Исследование бактерий Сев. Ледовитого океана. 1914. Ц. 5 р.
5. К. Каменский, В. Бриллиант, А. Бондарцев и В. Некрасова. Что надо знать колхозникам о растениях, 1931. Ц. 1 р.
6. Б. А. Келлер. Генетика, 1933. Ц. 2 р.
7. Е. П. Коровин. Растительность Средней Азии, 1934. Ц. 11 р. 20 к.
8. В. Л. Комаров. Сбор, сушка и разведение лекарственных растений в России. Справочник, 1917. Ц. 2 р.
9. В. И. Липский. Ботанические сады Мадрида, Лиссабона и Кью, 1906. Ц. 3 р. 90 к.
10. В. И. Липский. Гербарий Ботанического сада (1823—1908), 1908. Ц. 3 р.
11. В. И. Липский. Главнейшие гербарии и ботанические учреждения Западной Европы, 1901. Ц. 1 р. 60 к.
12. В. И. Липский. Путешествие в Джунгарский Алатау, 1924. Ц. 3 р.
13. Д. И. Литвинов. Библиография флоры Сибири, 1909. Ц. 8 р.
14. Г. А. Надсон. Коллекция низших споровых растений в Берлине, Гамбурге и Париже, 1900. Ц. 60 к.
15. Г. А. Надсон. Малоизвестные съедобные грибы и заметки о съедобных и ядовитых грибах вообще. Ц. 1 р.
16. И. В. Палибин. Ботанические сады и музеи Швеции, Норвегии и Дании, 1905. Ц. 60 к.
17. И. В. Палибин. Путеводитель по Музею Ботанического сада Академии Наук, 1931. Ц. 35 к.
18. Программы для геоботанических исследований, под редакцией акад. Б. А. Келлера и проф. В. Н. Сукачева, 1932. Ц. 4 р.
19. Флора Азиатской России (изд. Ботанического сада), вып. 1—3. Ц. 1 р. 50 коп.
20. Флора Азиатской России (изд. 6. Переселенческого управления), вып. 1—15. Ц. 18 р. 85 к.
21. Флора Юго-Востока, вып. 1—5. Ц. 16 р. 30 к.

Цены указаны без пересылки

Проспекты с указанием всех изданий, хранящихся на складе БИНа АН, и цен высылаются бесплатно.

Заказы высылаются наложенным платежом (пересылка по себестоимости), а также по получении переводов.

ЗАКАЗЫ И ДЕНЬГИ НАПРАВЛЯТЬ ПО АДРЕСУ:

Ленинград, 22, Ботанический институт Академии Наук. Песочная, 2.

Цена 1 р. 25 к.

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР

НА 1935 ГОД ОТКРЫТА ПОДПИСКА

== НА ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ ПОПУЛЯРНЫЙ ==
ЕСТЕСТВЕННО-ИСТОРИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
ИЗДАВАЕМЫЙ АКАДЕМИЕЙ НАУК СССР

24-й год издания

„ПРИРОДА“

24-й год издания

Ответственный редактор акад. А. А. БОРИСЯК

Зам. ответственного редактора проф. Я. М. Урановский

Члены редакционной коллегии: акад. С. И. Вавилов, акад. Б. А. Келлер, акад. Н. С. Курнаков, проф. А. Ю. Харит, проф. Ю. Ю. Шаксель (Prof. Dr. J. Schaxel).

Отв. секретарь редакции д-р М. С. Королицкий.

Журнал популяризирует достижения современного естествознания в СССР и за границей, наиболее общие вопросы техники и медицины и освещает их связь с социалистическим строительством. Информирова читателей о новых данных в области конкретного знания, журнал вместе с тем освещает общие проблемы естественных наук, преодолевая реакционные направления в теоретическом естествознании.

В журнале представлены все основные отделы естественных наук, организованы также отделы: природные ресурсы Союза ССР, история и философия естествознания, новости науки, научные съезды и конференции, жизнь институтов и лабораторий, критика и библиография.

Редакторами отделов являются: математики — акад. С. Н. Бернштейн; физики и астрономии — акад. С. И. Вавилов; химии — акад. Н. С. Курнаков; геологии с палеонтологией — акад. А. А. Борисьяк; общей биологии — проф. Ю. Ю. Шаксель (Prof. Dr. J. Schaxel); ботаники — акад. Б. А. Келлер; зоологии — акад. А. Н. Северцов; физиологии — чл.-корресп. АН проф. Л. А. Орбели; генетики — акад. Н. И. Вавилов; микробиологии — акад. Г. А. Надсон; почвоведения — чл.-корресп. АН проф. Б. Б. Полнов.

Журнал рассчитан на научных работников и аспирантов: естествовников и обществеников, 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, медицинских работников и т. д.

ПОДПИСНАЯ ЦЕНА: На год за 12 №№ . . . 15 руб. — коп.
На 1/2 года за 6 №№ . . . 7 руб. 50 коп.

Подписку и деньги направлять: 1) в Отдел распространения Издательства Академии Наук СССР, Ленинград 164, В. О., Менделеевская лин., 1, тел. 5-92-62; 2) в Московское отделение Издательства, Москва, ул. Горького, 20/2, тел. 48-33. Подписка принимается также доверенными Издательства, снабженными специальными удостоверениями.

Редакция: Ленинград 164, В. О., Менделеевская лин., 1, тел. 669-38 и 555-78.