

ПРИРОДА



№

8-9

ИЗДАНО АКАДЕМИИ НАУК СССР * 1933

СОДЕРЖАНИЕ

Инж. <i>В. Н. Васильев</i> . „За освоение производительных сил СССР“	1	Геология. Новая тектоническая схема Восточной Сибири. — Еще о кремнекислоте и о газовом ее переносе	91
<i>В. А. Амбарцумян</i> . Природа планетарных туманностей	7	<i>Минералогия</i> . К вопросу о нахождении вольфрама в скарнах. — Оптика благородных опалов	96
<i>П. Д. Данков</i> . Гетерогенный катализ	12	<i>Биология</i> . Ботаника. Засоленные почвы и их растительность в Донецком бассейне. — Нахождение дикой пшеницы в СССР	97
Акад. <i>В. И. Вернадский</i> . Водное равновесие земной коры и химические элементы	22	Палеоботаника. К истории происхождения покрытосемянных растений	103
<i>А. П. Виноградов</i> . Химический элементарный состав организмов и периодическая система Д. И. Менделеева	28	Зоология. Рост насекомых. — Бобр на Украине. — К вопросу о значении окуня в рыбном хозяйстве Украины. — О перелетах некоторых птиц СССР. — Влияние фауны на морские осадки. — Попугайная болезнь или пситтакоз у людей	103
Проф. <i>В. С. Садиков</i> . О путях исследования белков	36	Палеозоология. О находках древних оленей в Америке. — К истории палеонтологии	113
Акад. ВУАН <i>Н. Г. Холодный</i> . Гормоны растений	43	Экспериментальная морфология. Морфогенетическая роль гормонов у рыб	115
Проф. <i>Б. М. Завадовский</i> . К постановке проблемы обмена и физиологии гормонов в организме	54	Биохимия. О витаминах (П. Каррер. Доклад, читанный на заседании Цюрихского О-ва естественных наук 29 февраля 1932 г.)	115
<i>Е. М. Крепе</i> . Сравнительная биохимия мышцы и эволюционное учение	65	НАУЧНЫЕ СЪЕЗДЫ И КОНФЕРЕНЦИИ	
Проф. <i>Л. И. Рубенчик</i> . Микробы и вызываемые ими процессы в лиманах	75	V Кавказский съезд физиологов	123
НОВОСТИ НАУКИ		ЖИЗНЬ ИНСТИТУТОВ И ЛАБОРАТОРИЙ	
<i>Астрономия</i> . Малая планета Амур. Малая планета Хидалго. — Новая теория воднокального света. — Спектр Венеры и Меркурия. — Ультра-фиолетовое излучение Солнца и его поглощение озоном в верхних слоях земной атмосферы	84	Юбилей проф. В. А. Якимова	125
<i>Физика</i> . Внутренняя конденсация гамма-лучей	87	ПОТЕРИ НАУКИ	
<i>Химия</i> . Гидрирование как метод стабилизации бензинов	89	Карл Эрнх Коррессе	126
		КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ	
		Август Кофф. Основы теории относительности Эйнштейна. — Г. Л. Стадников. Химия угля, 2-е изд. — Карта отложений четвертичной системы Европейской части СССР и сопредельных с ней местностей	128



ПРИРОДА

ПОПУЛЯРНЫЙ
ЕСТЕСТВЕННО-ИСТОРИЧЕСКИЙ
ЖУРНАЛ

ИЗДАВАЕМЫЙ АКАДЕМИЕЙ НАУК СССР

ГОД ИЗДАНИЯ
ДВАДЦАТЬ ВТОРОЙ

№ 8—9

1933

„ЗА ОСВОЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ СИЛ СССР“

Инж. В. Н. ВАСИЛЬЕВ

Итоги победоносного строительства социализма, достигнутые трудящимися Советского Союза за первое пятилетие, создали необходимые предпосылки для реализации решений XVII Партийной конференции и Январского Пленума ЦК и ЦКК ВКП(б) о построении бесклассового социалистического общества.

К. Маркс неоднократно подчеркивал, что „общественные отношения производства изменяются одновременно с изменением и развитием материальных средств производства, с изменением производительных сил“. В условиях советской экономики, в условиях планового начала, в условиях диктатуры пролетариата, этот тезис К. Маркса имеет принципиальное отличие по сравнению с капитализмом.

Если в капиталистическом обществе гармония между производственными отношениями и производительными силами исторически себя изжила и перешла в стадию глубочайших противоречий, то в условиях Советского Союза

адекватность этих социально-экономических факторов является твердой основой, обеспечивающей построение социализма в нашей стране, несмотря на сопротивление классового врага как внутри страны, так и извне.

В тщетных поисках выхода из невиданного по своим размерам экономического кризиса, капитализм мобилизует все свои силы на свертывание производительных сил, на разрушение техники в промышленности и сельском хозяйстве, на изобретение орудий разрушения производительных сил и идет к дальнейшему экономическому развалу и неизбежной политической катастрофе.

Пролетариат страны Советов, под руководством Коммунистической партии, под руководством Ленинского ЦК и испытанного кормчего — т. Сталина, в непримиримой борьбе с проявлениями оппортунизма в теории и на практике как справа, так и „слева“, в непримиримой классовой борьбе с остатками капитализма всемерно развивает про-

изодительные силы страны для дела построения социализма.

Превращенные в металл недра Магнитной, обузданный Днепр, покоренные степи и пустыни Средней Азии, завоевание Арктики, социалистическая механизация обобщественного сельского хозяйства являются первыми страницами славного пути развития социалистических производственных отношений и социалистических производительных сил.

Принципиальные пути народно-хозяйственного развития на второе пятилетие, директивы Партии и Правительства на „завершение реконструкции всего народного хозяйства, создание новейшей технической базы для всех отраслей народного хозяйства“ (Резолюция XVII партконференции), борьба за „пафос освоения“ заставляют углубить и соответственно изменить направление участия Академии Наук в социалистическом строительстве.

Необходимая в первом пятилетии широта охвата многогранных производительных сил в территориальном, научно-теоретическом и иных направлениях на второе пятилетие должна быть более концентрированной, обеспечивающей освоение и закрепление достигнутого за первое пятилетие, при одновременной борьбе за дальнейшее развитие производительных сил, как базы социалистического общества третьего пятилетия.

Эта принципиальная установка и нашла свое практическое осуществление в реализуемом сейчас плане экспедиционных работ 1933 г. Совета по изучению производительных сил страны.

Ценностное выражение всей совокупности работ СОПС'а первого года второй пятилетки выражается в сумме 8 255 000 руб., слагаемых из следующих источников финансирования:

Госбюджет	725 000 руб.
Промфонд НКТП СССР	1 000 000 "
Целевые средства	6 530 000 "

Для сопоставления с аналогичными показателями прошлых лет приведем данные по годам первого пятилетия

2 (в тыс. рубл.)

Источн. фин.	ГО Д			Итого за 3 года
	1930	1931	1932	
Госбюджет	504	450	670	1624
Промфонд НКТП	—	1660	2163	3823
Целевые средства	911	1721	3869	6501
Всего за 3 года	1415	3831	6702	11948

Несмотря на явные тенденции повышения ассигнований по изучению производительных сил, работы первого года второй пятилетки, как очевидно, и последующие, будут резко отличаться от общего направления работ в прошлом.

Как и все народно-хозяйственное развитие, — научно-теоретическая и практическая деятельность Академии Наук подчиняется единому народно-хозяйственному плану, отвечающему определенным целям социалистического строительства.

В то время, когда в прошлом наши средства распылялись на множество объектов изучения, в нынешнем году, по существу, они концентрированы в определенных народно-хозяйственных комплексах и своим результатом должны обеспечить практическое освоение и закрепление их в системе народного хозяйства Союза.

Систематизируя финансовые средства в этом разрезе, мы получим исчерпывающее подтверждение высказанному:

Название комплекса	Сумма средств не включая издательских работ (в руб.)
1. Кольский народно-хозяйственный комплекс	235 000
2. Волжско-Камский нар.-хозяйств. комплекс	275 000
3. Закавказский нар.-хозяйственный комплекс	445 000
4. Урало-Кузбасский нар.-хозяйственный комплекс	785 000
5. Киргизский народно-хозяйственный комплекс	540 000
6. Таджикский народно-хозяйственный комплекс	2 150 000
7. Дальневосточный нар.-хозяйственный комплекс	2 080 000

I

Кольский народно-хозяйственный комплекс за первое пятилетие достаточно полно определил свою специализацию, как крупнейший мировой горно-химический комбинат на базе практически-неограниченного и многообразного по разновидностям местного сырья.

„Проблема эксплуатации Хибинских апатитов“ в настоящее время значительно переросла первоначальные оптимальные наметки.

Наряду с апатитом во весь грандиозный рост поставлена проблема освоения прочих природных богатств, в частности нефелина, пегматита, группы редкоземельных и радиоактивных полезных ископаемых, сульфидов, свинцово-цинковых руд, диатомита, стройматериалов и, наконец, огромных по запасам месторождений железных руд.

Бурное развитие заполярного индустриального пункта выдвигает задачу изучения и освоения почвенно-ботанических и зоологических возможностей для создания собственной сельскохозяйственной базы и, как неременной предпосылкой к ней, изучение местных климатологических условий.

Совокупность полезных ископаемых и их генезис, в той своеобразной форме, как это мы имеем в Хибинах, представляют огромный научно-теоретический интерес, разрешение которого должно явиться большим вкладом в дело советской и мировой науки.

Работа, проделанная Академией Наук на Кольском полуострове, уже практически реализовалась в новый социалистический народно-хозяйственный комплекс и положила начало дальнейшему, более широкому, освоению производительных сил.

Работы нынешнего года и предстоящих лет явятся завершением пройденного пути, практическим закреплением достигнутого и исчерпывающим изучением в теоретическом отношении всех производительных сил этого богатейшего в Союзе и вызванного к жизни волей трудящихся народно-хозяйственного района.

В этом разрезе станет понятным, почему в работах Академии на 1933 г. по Кольскому полуострову преобладающее значение имеют работы минералого-геохимические, минералогические, петрографические, радиологические, почвенно-ботанические, зоогеографические, климатологические и пр.

Брошенные в этот район 14 отрядов единой комплексной экспедиции под руководством авторитетнейшего знатока Севера — академика А. Е. Ферсмана охватят территории Кольского полуострова от берегов Ледовитого океана и Белого моря, пройдя сквозным маршем вглубь материка, выйдут к границам КАССР и в результате своей работы сведут к минимуму количество „белых пятен“ на карте Кольского полуострова.

II

Волжско-Камский народно-хозяйственный комплекс приобретает свое значение, в связи с историческим решением Правительства Советского Союза об энергетическом использовании неограниченной мощности запасов „белого угля“ — Волги и практического решения проблемы поднятия урожайности сельского хозяйства Поволжья.

Намечающиеся в этом районе крупнейшие в мире гидротехнические сооружения и связанное с ними коренное видоизменение природных условий требуют тщательного изучения геоморфологии, геоботаники и почвы.

В результате работ экспедиций Академии Наук в этом районе, Средневолгострой должен получить исчерпывающие данные для тщательной проработки проекта всех гидротехнических и прочих сооружений, обеспечивающих социалистическую реконструкцию Волжско-Камского народно-хозяйственного комплекса.

В условиях этого района, работа Академии Наук приобретает особое ответственное значение, так как, здесь более, чем где-либо в другом месте, должен быть замкнут цикл последовательности научной деятельности и непосредственного практического строительства.

III

Закавказский народно-хозяйственный комплекс по директиве Госплана СССР на второе пятилетие — „сохраняет свою важнейшую роль одного из главных нефтяных районов Союза, а также создает свою черную металлургию на базе использования собственных угольных и железорудных месторождений. Развивается промышленность цветных металлов на базе строительства гидроэлектростанций. Химическая промышленность характеризуется строительством предприятий фосфоритных и азотистых удобрений. Сельскохозяйственное производство должно возможно более полно использовать климатические условия Закавказья на основе широко-проводимых ирригационных мероприятий. В частности, должно быть развито производство хлопка и создана своя хлопчатобумажная промышленность. На базе развития субтропических культур должна быть создана мощная консервная и перерабатывающая промышленность“ („Основные указания к составлению второго пятилетнего плана“ Госплан СССР).

В соответствии с этими задачами Академия Наук в нынешнем году делает упор на геолого-петрографические, геохимические, геоботанические, зоологические и гидрологические работы.

По инициативе и на средства НКТП Грузии и Нахичеванского ЦИК'а, развертывается большая деятельность Академии Наук, совместно с Азербайджанским отделением Тифлисского филиала на территории пограничной с Персией — Автономной Нахичеванской республики.

Для характеристики того огромного практического интереса, который представляют эти работы, руководимые отличным знатоком Закавказья — акад. Ф. Ю. Левинсон-Лессингом, достаточно указать, что Нахичеванский ЦИК и Обком ВКП(б) непосредственно через своих руководителей, включились в экспедиционную работу Академии.

Нахичеванская республика ждет в результате работ Академии создания условий для строительства гидроэлектростанций, орошения полей, увеличе-

ния и улучшения поголовий скота, развитие горнодобывающей промышленности и роста всей совокупности производительных сил этого края, до сего времени находящихся еще в потенциальном состоянии.

IV

Урало-Кузбасский народнохозяйственный комплекс — великое детище великого Сталина, завершил практическое строительство первой очереди. Сталь и чугун Кузнецкого и Магнитогорского металлургических заводов, химические продукты Березняков, завод-заводов Уральский машиностроительный имени Серго Орджоникидзе, Соликамск и пр. „волей миллионов трудящихся“ превращены в действительность.

На очереди стоят задачи закрепления достигнутых успехов и создание плацдарма будущего развития.

Поиски полезных ископаемых на Северном Урале, геохимическое исследование руд Алопаевского района, дальнейшие пути по освоению титано-магнетитов, как сырья для качественного металла, изучение хромитов — вот те конкретные задачи, которые ждут своего решения от работы Академии Наук на Урале.

Дальше на Восток лежат огромные неосвоенные богатства Кулундинских озер, — базы химической промышленности.

Ряд лет Академия Наук пытается найти пути разрешения их промышленной эксплуатации. Работы этого года должны явиться переходом от научно-исследовательских дерзаний к практическому освоению. Теоретические споры вокруг Кулунды должны найти свое разрешение; Академия Наук имеет все основания к тому, чтобы в кратчайший срок включить потенциальные производительные силы Кулунды в цепь действующих промышленных гигантов Урала.

Наконец, петрографо-геохимические работы района Кузнецкого Алатау и Бийско-Кондомского водораздела должны будут замкнуть комплекс работ Академии Наук в Урало-Кузнецком комбинате.



Печорская бригада Академии Наук СССР в кругу представителей партийных, советских и хозяйственных организаций Коми-области (г. Сыктывкар).

V

Киргизский народно-хозяйственный комплекс — „оставаясь в районах Средней Азии основным районом животноводства, специального коневодства и важнейшей топливной базой, вместе с тем, становится одним из основных районов Союза по добыче редких металлов. Значительное развитие должно получить производство новых лубяных культур, а также хлопководство и сахарная промышленность“ („Основные указания к составлению второго пятилетнего плана“, Госплан СССР).

Киргизская комплексная экспедиция Академии Наук является продолжением начатых в 1932 г. работ по большому изучению производительных сил Киргизской АССР и имеет своей целью дать исчерпывающее геохимическое картирование Центрального Тяньшаня.

Исследование месторождений свинца и его компонентов, олова, сурьмы, ртути и других полезных ископаемых послужит одним из первых мероприятий по развитию Киргизской АССР в основную базу Союза по добыче редких металлов.

Наряду с геохимическими развернуты огромные работы в области ихтиологии, генетики, изучения лесов, энергетических ресурсов, дорожно-транспортного строительства и археологии.

Прошедшая конференция по изучению производительных сил Киргизской АССР подчеркнула огромные природные богатства этого края, при одновременно, чрезвычайно низком уровне знания их.

Работами 1933 г., руководимыми тов. В. Я. Белоусовым этот пробел будет в значительной мере устранен, и Киргизская АССР получит достаточные возможности для успешного проведения социалистической реконструкции всех отраслей народного хозяйства, при

одновременном увеличении экспортных возможностей за счет использования орехового наплыва.

VI

Таджикский народно-хозяйственный комплекс, лежащий непосредственно на границе Индостана, „выдвигается, как основная база по производству египетского хлопка и как один из основных районов Союза по добыче цветных металлов. Наряду с этим, значительно развивается животноводство, садоводство и текстильная промышленность“ („Основные указания к составлению второго пятилетнего плана“, Госплан СССР).

Освоение производительных сил этого богатейшего края проводится экспедицией Академии Наук под непосредственным руководством СНК СССР.

В осуществление решений XVII Партконференции о превращении Таджикской СССР из отсталой колонии в прошлом, испытывавшей гнет царского великодержавного деспотизма и местного эмира, в аграрно-индустриальную республику, на Академию Наук падает почетная и ответственнейшая задача изучения и освоения природных богатств Советского революционного форпоста на Востоке.

Естественные предпосылки, материальная база, воля трудящихся обеспечивают Академии Наук успех работы, одновременно обязывая этому участку уделять особое, исключительное внимание.

VII

Дальне-восточный народнохозяйственный комплекс — „должен во втором пятилетии создать собственную агро-индустриальную базу. Значительное развитие получает угледобыча, нефтедобыча, переработка нефти, судо-

строение, сборочные предприятия, лесная промышленность. Значительное развитие должна получить золотопромышленность. Ключем к освоению громадных богатств ДВК должно служить транспортное строительство („Основные указания к составлению второго пятилетнего плана“, Госплан СССР).

Политическое положение, которое мы имеем на Дальнем Востоке, в связи с экспансией японского империализма, приковывает к ДВ внимание всех трудящихся Советского Союза.

Не исключена возможность, что капиталисты попытаются дальневосточный клубок противоречий разрешить за наш счет.

Поэтому, вопрос повышения обороноспособности нашей страны, особенно на ДВ, должен являться решающим фактором при подходе к ДВ с любой стороны, в том числе и научно-исследовательской.

Геохимическими, гравиметрическими, геологическими, почвенно-ботаническими и другими работами, широко развернутыми Академией Наук на Дальнем Востоке, мы сможем обеспечить промышленно-экономическое развитие этого района, а отсюда, как естественное следствие, повысить его оборонную мощь.

Объем журнальной статьи не позволяет более подробно остановиться на роли Академии Наук в деле изучения и освоения производительных сил Союза; но и скромный приведенный обзор со всей грандиозностью рисует величайшую задачу, которую призвана разрешить Академия Наук в первом году второго пятилетия.

Используя социалистические методы труда, внедряя на практике шесть исторических условий т. Сталина, Академия Наук выполнит задачу, которая на нее возложена Партией и Правительством.

ПРИРОДА ПЛАНЕТАРНЫХ ТУМАННОСТЕЙ

В. А. АМБАРЦУМИАН

Одним из важнейших результатов развития астрофизики в течение последнего десятилетия является объяснение причины свечения газовых туманностей и происхождения их спектров. Благодаря работам Хоббла, Боуэна, Росселанда и Занстра мы продвинулись в знании этих объектов дальше, чем в какой-либо другой области теоретической астрофизики. Планетарные туманности, как частный вид газовых туманностей, представляют с точки зрения астрофизика особый интерес, так как они, по видимому, связаны с эволюцией звезд. Они и представляют предмет настоящей статьи.

Планетарные туманности по своему внешнему виду представляют светящиеся образования правильной формы (круглые, эллиптические или кольцеобразные), занимающие на небе площади от нескольких квадратных секунд до несколько квадратных минут дуги. В центре этих объектов, за редкими исключениями, бывает видна звезда. Яркость звезды в большинстве случаев значительно меньше общей яркости туманности. Расстояние планетарных туманностей до нас могут быть определены лишь различными косвенными способами, о которых мы здесь не станем распространяться. Для нас важен лишь результат, который показывает, что все они находятся в пределах нашей галактической системы. Кроме того, зная расстояние от туманностей, мы можем определить их линейные диаметры. Они оказались большей частью заключенными между 1000 и 10 000 астрономических единиц (астрономическая единица равна расстоянию от Земли до Солнца).

Спектры планетарных туманностей состоят из линий излучения, среди которых, между прочим, выделяется Бальмеровская серия водорода. Это обстоятельство указывает на то, что материя,

составляющая туманности, находится в газообразном состоянии. Хоббл обратил внимание на то, что спектр туманности в довольно сильной степени связан со спектром центральной звезды. Уже это могло дать повод думать, что причиной свечения планетарной туманности является центральная звезда, часто называемая ядром туманности. Однако уже с самого начала было ясно, что мы в данном случае имеем дело не с простым отражением или рассеянием, так как с одной стороны спектр туманности всегда отличается от спектра ядра (хотя и зависит от него, как было указано выше), с другой стороны видимая яркость туманности часто во много раз больше яркости ядра. Для того, чтобы выяснить причину появления линий излучения, Росселанд рассмотрел поведение газа, находящегося на некотором расстоянии от горячей звезды. Оказалось, что атомы газа, поглощая излучение звезды в различных областях спектра, не должны вовсе излучать энергию в тех же самых областях. Наоборот, такой газ является механизмом, который, поглощая высоко-частотные кванты, излучает вместо них низко-частотные. Например, водород, поглощая свет ядра в области спектра вблизи 1000 А, т. е. в далекой ультра-фиолетовой части спектра, излучает значительную долю поглощенной энергии в линиях Бальмеровской серии, т. е. в области видимых частот. Атомы других элементов ведут себя аналогично водородному атому. Таким образом энергия, излучаемая туманностью, представляет собой энергию, которая поглощена из далеких ультра-фиолетовых частей спектра ядра и переведена в видимые частоты. Большая видимая яркость туманности по сравнению с видимой яркостью ядра указывает, согласно этому взгляду лишь на то, что яркость ядра в ультра-фиолетовых лучах очень велика.

Развивая далее эти мысли, Занстра указал, что видимая яркость туманности дает возможность судить о яркости ультра-фиолетовой части спектра центральной звезды и что сравнивая видимые яркости туманности и ядра, мы на самом деле сравниваем, по существу, видимую часть спектра ядра с ультра-фиолетовой частью того же спектра. Между тем, сравнение двух, столь удаленных друг от друга участков спектра, дает возможность с большой точностью определить температуру ядер, которые, кстати, плохо определяются другими способами. Вычисление показало, что температуры ядер планетарных туманностей очень высоки по сравнению с температурами обыкновенных звезд. Они заключаются между $30\,000^\circ$ и $150\,000^\circ$. Только звезды типа Вольфа-Райе, имеющие тоже эмиссионный спектр, обладают столь высокими температурами. Здесь нужно отметить, что наряду с линиями водорода и гелия в спектрах планетарных туманностей имеются чрезвычайно яркие „запрещенные“ линии дважды ионизованного кислорода, ионизованного азота и др. Именно, названные ионы могут находиться в таких энергетических состояниях, из которых переходы в более низкие энергетические состояния, сопровождаемые излучением световых квантов, очень мало вероятны или, как говорят, „запрещены“. Такие состояния называются „метастабильными“ состояниями. В то время, как средняя продолжительность жизни возбужденного атома при отсутствии внешних возмущений обычно имеет порядок 10^{-8} секунды, продолжительность жизни одного из метастабильных состояний дважды ионизованного атома кислорода превосходит 10 секунд! Если плотность материи достаточно велика, то рассматриваемый атом, находящийся в метастабильном состоянии в течение уже одной секунды, претерпит множество столкновений с окружающими частицами, и при одном из этих столкновений передаст им свою энергию вместо того, чтобы излучить ее в виде светового кванта в мировое пространство. Поэтому, при обычных плотностях, излучение запрещенных линий невозможно. Большая яркость упомяну-

тых выше запрещенных линий в спектрах туманностей, уже указывает на их необычайно низкие плотности. В самом деле, как показал впоследствии Занстра, они меньше 10^{-20} г/см³. Однако, теория показывает, что малая плотность материи является необходимым, но все недостаточным, условием для появления запрещенных линий. Оказывается, что, кроме разреженности материи в данном месте, необходима еще разреженность лучистой энергии. Так, например, в атмосфере звезды, где плотность лучистой энергии сравнительно велика, могут появиться яркие запрещенные линии даже при малой плотности материи. Однако, в туманностях плотность излучения в 10^{12} — 10^{13} раз меньше плотности излучения на поверхности их ядра. Благодаря этому в туманности имеются все условия, благоприятствующие появлению запрещенных линий. отождествление линий, наблюдаемых в спектрах туманностей, с указанными выше запрещенными линиями было произведено в 1927 г. американским физиком Боуэном.

После того, как было дано удовлетворительное (по крайней мере, в качественном отношении) решение вопроса о происхождении спектров газовых туманностей, работы в этой области пошли по двум направлениям. Во-первых, уже получен некоторый наблюдательный материал, касающийся относительных интенсивностей различных спектральных линий (Пласкет, Берман), при чем, сделана интересная попытка теоретического вычисления этих интенсивностей (Силье). Во-вторых, автором настоящих строк сделана попытка теоретического анализа поля излучения в туманности в различных частотах. Этот анализ дал возможность сделать некоторые заключения о силах, действующих в туманности.

Прежде всего оказалось, что лучевое давление должно играть в туманности во много раз более значительную роль, чем та, которую оно играет во внешних слоях звезд. Происходит это по той причине, что туманность превращает большую часть энергии, излучаемой звездой в непрерывном спектре, в излучение отдельных линий. Коэффи-

коэффициент поглощения излучения в отдельных линиях атомами во много тысяч раз больше коэффициента поглощения в непрерывном спектре. Между тем лучевое давление пропорционально коэффициенту поглощения. Таким образом, в результате изменения спектрального состава излучений лучевое давление возрастает во много тысяч раз. С другой стороны, если мы возьмем, напр., водород, то лучевое давление не действует вовсе на его ионы (протоны) и оказывает действие только на нейтральные атомы. Поэтому при высоких температурах, когда значительная часть атомов водорода может быть ионизована, лучевое давление зависит от степени ионизации. В туманности, где излучение очень разрежено, ионизация (несмотря на малую плотность) значительно меньше, чем на поверхности центральной звезды. Это также во много раз увеличивает действие светового давления. В результате оказывается, что величина светового давления во много тысяч раз превосходит величину притяжения к центральному ядру. Иными словами, можно сказать, что лучевое давление играет в планетарных туманностях доминирующую роль.

Очень простые соображения показывают, что под действием гравитации и светового давления туманность не может находиться в равновесии и обладать таким распределением плотностей внутри себя, какое наблюдается.

Повидимому, этот теоретический вывод находится в полном согласии с тем наблюдательным фактом, что некоторые планетарные туманности расширяются.

Дело в том, что, если снять спектр некоторых планетарных туманностей, поставив щель спектрографа так, чтобы она пересекала все изображение туманности, то линии получаются двойными в центре туманности и сливаются на краях. Это расщепление спектральных линий может быть объяснено тем, что передняя часть туманности к нам приближается, в то время как задняя удаляется, а края не меняют расстояния от нас. Тогда согласно Доплеровскому принципу должна наблюдаться описанная картина расщепления линий. Правда, эти наблюдения можно было бы объяс-

нить также, допустив и сжатие туманности, однако последнее слишком маловероятно.

Тем не менее, только отдельные туманности показывают такого рода расщепление линий, и вообще наблюдения в этом направлении должны быть дополнены. Нужно думать, что в большинстве случаев расщепление не наблюдается лишь вследствие того, что скорость расширения меньше, чем скорость теплового движения атомов в туманности.

Как бы то ни было, расширение некоторых из туманностей является наблюдательным фактом. Оказывается, что вследствие расщепления линий, связанного с расширением планетарной туманности, действие светового давления будет совершенно отлично от такового в неподвижной туманности. Именно, оказывается, что световое давление будет тормозить расширение туманности. Точнее говоря, скорость расширения внутренних слоев туманности будет убывать.

Все изложенное заставляет думать, что когда-то скорость расширения туманности была значительно больше, чем теперь. С другой стороны, мы приходим к заключению, что вся материя туманности должна была быть когда-то выброшена из центральной звезды.

Все данные, повидимому, указывают на то, что это выбрасывание должно было произойти сразу в очень короткий промежуток времени, а не постепенно. Образование планетарной туманности происходит не вследствие медленного истечения материи из звезды, а вследствие какого-то взрыва в ней.

Можно поставить вопрос; не наблюдаются ли в настоящее время подобные взрывы, сопровождаемые выбрасыванием оболочки со значительной массой?

Наблюдая так называемые Новые звезды, мы имеем дело как раз с таким феноменом. При вспышке Новой звезды яркость ее становится примерно на 10 величин больше яркости до вспышки. Это увеличение происходит часто в течение одного-двух дней и связано с внезапным расширением внешних слоев звезды, причем скорость этого расши-

рения иногда превосходит 1000 км/сек. Через некоторое время расширившиеся внешние слои дают спектр, аналогичный спектрам туманностей. Через два или три года после вспышки размеры туманности стачиваются столь большими, что она становится видимой с Земли, в виде протяженного объекта. Диаметр такой туманности возрастает с постоянной скоростью, и яркость туманности убывает. С течением времени яркость туманности становится исчезающе малой, ее размеры очень велики, — она по существу рассыпается в пространстве с первоначальной скоростью.

Итак, хотя при вспышке Новой звезды мы имеем дело с явлением, аналогичным тому, что должно быть при образовании планетарной туманности, она сопровождается образованием туманности, которая существует лишь несколько лет.

Кроме продолжительности существования, есть еще другой признак, которым планетарные туманности отличаются от оболочек, выбрасываемых Новыми — именно, массой. Масса планетарной туманности заключена бывает, как показал Занстра между $\frac{1}{100}$ и $\frac{1}{10}$ массы Солнца.

Массы оболочек, выбрасываемых Новыми, будучи определены тем же способом, который применяется к планетарным туманностям, оказываются порядка $\frac{1}{100\,000}$ массы Солнца. И другие способы определения массы дают аналогичную величину. Оказывается, что яркость Новой в максимуме как-раз зависит от массы выброшенной оболочки. По яркости Новой можно вычислить массу оболочки и обратно.

Зная массу планетарной туманности, мы можем спросить: какова максимальная величина Новой, при вспышке которой могла быть выброшена такая масса. Оказывается, что такая гипотетическая Новая в максимуме должна была быть на 10 величин ярче, чем обычные Новые в максимуме.¹

¹ Здесь мы, конечно, говорим не о видимых яркостях, а об абсолютных. Абсолютной звездной величиной называется звездная величина звезды, когда она отнесена на расстояние такое, что ее параллакс равен одной десятой доле секунды.

Однако все Новые, наблюдаемые за последнее столетие в нашей галактике, имели, повидимому, одну и ту же абсолютную яркость (приблизительно) и, во всяком случае, не было ни одной, превосходящей прочие на 10 величин.

Поэтому мы должны искать эти исключительно яркие объекты во внегалактических туманностях.

Если мы обратимся к одной из ближайших к нам внешних галактик — к большой спиральной туманности в созвездии Андромеды, то прежде всего должны отметить, что за последнее время там было открыто около 100 обыкновенных Новых, равных по яркости в максимуме обычным галактическим Новым. В среднем эти Новые имели в максимуме видимую яркость, равную яркости звезд 17-й величины. Однако в 1885 г. в самом центре туманности Андромеды вспыхнула яркая Новая, видимая яркость которой была выше 7-й величины. Тогда она привлекла внимание всех астрономов (открыта она была в тогдашнем Юрьеве астрономом Гартвигом). Изменения ее блеска были хорошо изучены. К сожалению, не было получено снимков ее спектра, и мы не имеем тех данных, которые передавали бы нам подробности этого исключительного явления.

Если мы обратимся к более отдаленным внегалактическим объектам, то увидим, что в них, повидимому, наблюдалось несколько вспышек таких исключительных Новых.

Сравнительно большой видимой яркости (11-я величина) достигла такая „исключительная Новая“, открытая в Пулковке Балановским в 1919 г. в созвездии Девы.

Важно отметить, что при современных инструментальных средствах обыкновенные Новые не могут наблюдаться в отдаленных скоплениях галактик, вследствие своей слабости, между тем, как „исключительные Новые“ в максимуме обладают яркостью, почти равной полной яркости отдельных галактических систем, и их наблюдение всегда возможно.

Несомненно, что масса, выбрасываемая при вспышке исключительных Новых, должна быть порядка массы Солнца или ее довольно значительной доли.

В результате вспышки образуется планетарная туманность, которая должна отличаться от планетарных туманностей, наблюдаемых в нашей галактической системе лишь скоростью расширения. Представляется чрезвычайно вероятным, что в результате описанного выше торможения внутренних слоев, скорость расширения части массы должна уменьшаться настолько, что образуется самая обычная планетарная туманность с малой скоростью расширения.

Итак, нужно думать, что планетарные туманности, так же, как и оболочки вокруг обыкновенных Новых, образуются в результате взрыва, при котором из звезды выбрасывается часть ее массы.

Интересно выяснить, что происходит при этом с самой центральной звездой.

Обыкновенные Новые до вспышки, согласно имеющимся скудным наблюдательным данным, являются звездами-карликами типа F или же принадлежат к типу A . После вспышки новые превращаются большей частью в звезды типа Вольфа-Райе. Что касается до исключительных Новых, то спектр до вспышки нам совершенно неизвестен. Из сказанного, однако, ясно, что процесс возгорания Новой представляет собой быстрый переход звезды из одного состояния равновесия в другое, так как различным спектральным классам соответствуют различные состояния равновесия.

С этой точки зрения Новые являются прямым доказательством того мнения, что звезды не остаются постоянно одного и того же спектрального класса, а переходят из одного класса в другой.

Все попытки построения теории эволюции звезд до сих пор не приводили к удовлетворительным результатам. Теперь уже является очевидным, что

Новые должны занимать определенное место в теории эволюции. Больше того, поскольку вспышки Новых являются важнейшими поворотными моментами в жизни звезд, само построение теории эволюции звезд должно начинаться с изучения Новых и особенно „исключительных Новых“.

Можно с большой вероятностью утверждать, что за последнее столетие в нашей галактике не появилось ни одной исключительной Новой. Это указывает, что они представляют у нас чрезвычайно редкое явление. Но и число планетарных туманностей в нашей галактике крайне ничтожно. Их известно около полутора сотен.

У нас нет сведений о числе планетарных туманностей во внешних галактиках и вряд ли в ближайшее время нам удастся такие сведения получить.

Однако, существуют внегалактические туманности, интегральный спектр которых показывает яркие линии планетарных туманностей, наложенные на слабый непрерывный спектр. Если исключить предположения о существовании другого сорта объектов, имеющих спектр, совпадающий со спектром планетарных туманностей, мы вряд ли можем избежать заключения, что значительная часть звезд в таких внегалактических туманностях является ядрами планетарных туманностей.

Примером внегалактической туманности, имеющей спектр планетарной туманности, может служить туманность № 1275, самая яркая туманность в скоплении туманностей в созвездии Персея. Объекты, подобные этой туманности, более легки для спектрографирования, чем другие внегалактические туманности, и надо надеяться, что они сделаются в ближайшее время предметом более детального изучения.

ГЕТЕРОГЕННЫЙ КАТАЛИЗ

П. Д. ДАНКОВ

Мы хорошо знаем, что такое скорость. Движение пешехода, бег трамвая, поезда, — все определяется скоростью движения или проведения работы. Всякую возможность ускорения движения и процесса работы — мы используем тотчас же и непременно.

В физике и химии вопрос о скоростях имеет громадное значение. Многочисленные процессы, рассматриваемые в этих науках, могут протекать с различной быстротой, в зависимости от условий.

И физику, и химику приходится тщательно выяснять причины того или иного скоростного состояния, тем более, что практика, где неминуемо находят себе применение физические и химические процессы, требует ясного знания этих причин, позволяющих интенсифицировать производственный процесс максимально.

Особый интерес со скоростной точки зрения имеют химические реакции и некоторые физические явления, напр., испарение и конденсация вещества или плавление и затвердевание.

Наиболее широко используемые химико-физические явления оказываются наиболее сложными теоретически. Большею частью это — явления гетерогенные, т. е. такие, где процесс развивается на физической границе двух или более однородных тел, не распространяясь в глубину. Взаимодействие кристалла и жидкости, твердой поверхности и газа — являются наиболее интересными из гетерогенных химико-физических процессов. Практическими примерами этих процессов могут служить общеизвестное ржавление железа погруженного в воду, или образование окалины на железном предмете, нагретом до-красна и оставленном на воздухе остынуть. В первом случае твердое тело (железо), соприкасаясь с жидкостью (водой и газами, растворенными в ней), взаимодействует

с ней таким образом, что образуется пленка ржавчины. Процесс не распространяется в объем железного предмета (если пленка ржавчины не нарушена), но локализуется на границе железо/вода. Во втором случае нагретое железо легко взаимодействует с кислородом воздуха, но тоже только на границе железо/воздух. Образующаяся окалина является естественной границей этих двух сред, вместе составляющих гетерогенную систему.

Не менее интересен другой пример, уже из промышленной практики. Всем известный сернистый газ (известный по запаху, испускавшемуся в свое время спичками при зажигании), и кислород воздуха по законам химии должны соединяться, образуя очень ценное вещество — серный ангидрид. Последний, растворяясь в воде, дает необходимую в промышленности серную кислоту. Однако, несмотря на то, что смесь сернистого газа и воздуха подогревается, что, по мнению химиков (как и в действительности), должно способствовать образованию серного ангидрида, процесс не идет, сколько бы времени мы не ожидали. Дело в корне изменяется, как только в банку, заключающую смесь газов, будет введен кусок платины. Газовые частицы воодушевляются в присутствии платины и начинают энергично соединяться, давая ценный продукт. При этом оказывается, что платина совсем не изменяется и не теряет в своем весе, причем никаких пленок на ней не обнаруживается. Промышленность использует платину с целью получения серной кислоты. Способствуя образованию многих тысяч тонн кислоты, один килограмм платины в течение 15—20 лет остается тем же самым килограммом платины.

Описанный пример гетерогенного процесса является представителем многочисленного класса очень интересных

явлений, носящих общее наименование — гетерогенный катализ.

По мнению основоположников учения о катализе (Вильгельм Оствальд) — всякое каталитическое явление есть химический процесс, ускоренный путем добавления к реакционной смеси особого вещества, которое в окончательных продуктах реакции не находится. Такое вещество называется катализатором. Согласно этому в нашем примере платина оказывается катализатором химического взаимодействия сернистого газа и кислорода воздуха, которое протекает бесконечно медленно в отсутствие платины.

Примеров гетерогенного катализа много; однако, мы будем останавливаться только на тех, которые помогут разобраться в сути дела.

Вглядимся более глубоко в какой угодно химический процесс и попробуем открыть внутренние причины, определяющие его скорость.

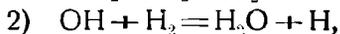
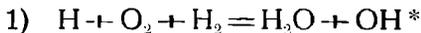
Представим себе взаимодействие молекул водорода и кислорода при образовании молекулы воды. Химики символически записывают



подразумевая под этит, что две частицы (молекулы) водорода (2H_2), сталкиваясь с частицей (молекулой) кислорода (O_2), образуют две частицы воды ($2\text{H}_2\text{O}$).

В действительности дело обстоит сложнее. Оказывается, недостаточно встретиться молекулам водорода и кислорода. Этому явлению должна сопутствовать встреча их с атомом водорода.¹

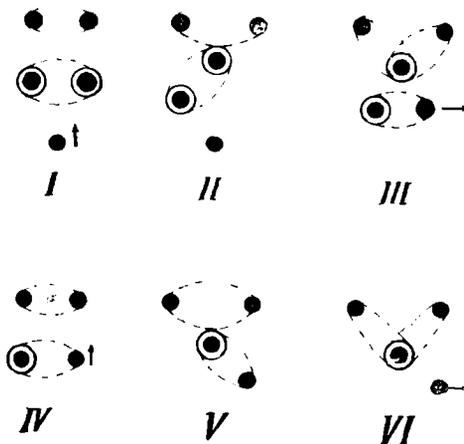
Согласно Габеру и Бонгоферу процесс протекает в две стадии, символически характеризуемые уравнениями:



т. е. при столкновении атома водорода (H), молекулы кислорода (O_2) и молекулы водорода (H_2) образуются мо-

¹ Необходимость участия атома водорода в этой реакции доказана во многих случаях. Возникновение небольшого количества атомов объясняется диссоциацией некоторых активных водородных молекул.

*) Возникновение и существование „осколка“ молекулы гидроксила „OH“ подтверждается спектроскопическими данными.



Фиг. 1.

● — атом водорода
○ — атом кислорода

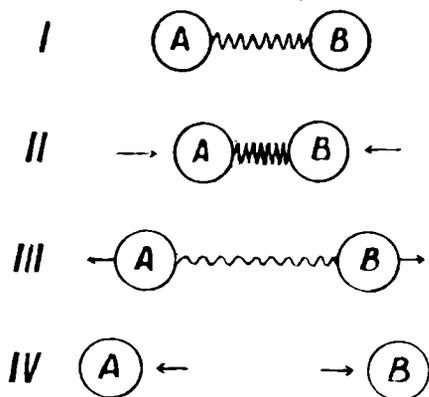
лекула воды (H_2O) и неустойчивый гидроксил (OH); встреча гидроксила (OH) с новой молекулой водорода приводит к образованию второй молекулы воды и свободного атома водорода. Последний способен снова вызвать описанный процесс и т. д. Более наглядно этот процесс показан на схемах фиг. 1.

Мы видим, что двухатомная молекула водорода, встречает двухатомную молекулу кислорода и атом водорода (схема I) после столкновения, молекулы могут или разойтись, не изменившись, или так перестроиться, что из частей молекул и атома водорода создадутся новые частицы.

Чтобы разобраться в этих двух возможностях, следует выяснить: какая причина может вызвать перестройку молекул? Отвечая на этот вопрос, мы затрагиваем самую главную сторону химических явлений — их энергетику. Образование всякого химического индивидуума — молекулы обуславливается тяготением (электрической природы) друг к другу частей молекул атомов. Простейшая молекула из двух атомов может быть мыслима в виде гантели. Однако, в отличие от этого гимнастического инструмента связь между атомами (шарами) имеет пружинящий характер (фиг. 2).

Атомы в реальной молекуле колеблются около своего центра тяжести, то сближаясь, то удаляясь друг от друга. Очевидно, это связано с тем, что, хотя

атомы склонны притягиваться друг к другу, тем не менее существует предел их сближению, и на некотором расстоянии они начинают уже отталкиваться. Можно раскачать атомы разными способами (нагревом, освещением и др.) так, что они будут ненормально сближаться и удаляться друг от друга (фиг. 2, II, III).



Фиг. 2

Когда атомы при чрезмерно энергичном колебании удалятся на некоторое предельное расстояние, сила притяжения настолько убывает, что сближения уже не наступает, происходит распад молекулы (фиг. 2, IV). Из этого сейчас же вытекает следствие: молекула не может быть носителем большей количества энергии. С другой стороны, для образования молекулы — составляющие ее атомы должны притягиваться друг к другу, т. е. обладать значительным запасом потенциальной энергии, которая при сближении их превращается в колебательную энергию, вызывающую, как мы видели, распад молекулы.

Обнаруженное противоречие указывает нам, что для образования молекулы недостаточно одного притяжения атомов друг к другу. Оказывается, необходимо отнимать от только-что рожденной молекулы избыточную энергию, — тогда она будет существовать.

Обычно отдача избыточной энергии происходит при соударении энергичной молекулы с другими при их хаотическом движении в данном объеме.¹ Бег моле-

кул ускоряется, тогда как рожденная частица, потеряв избыток энергии, способна длительно существовать.

В нашем примере — взаимодействия водорода и кислорода — протекает более сложное явление. Здесь для образования молекулы воды необходимо разделение молекул кислорода и водорода на части. Как мы видели, для распада молекул требуется сообщить им значительный запас энергии, чтобы они могли при своих колебаниях отойти друг от друга достаточно далеко. Кроме того, необходимо, чтобы энергия связи между атомами новых молекул (воды и гидроксила) была бы больше, чем в исходных молекулах. В нашем случае согласно термодинамическим данным последнее условие удовлетворено. Первое же условие, вероятно, — выполняется при приближении атома водорода к рассматриваемой системе молекул. Возмущающая роль атома водорода, очевидно, обуславливается его химической ненасыщенностью.¹ Встретившиеся частицы деформируются таким образом, что средние межуатомные расстояния в них увеличиваются (фиг. 1, II), и они ориентируются, становясь в нужные положения. За этим следует перегруппировка связей и возникновение молекул воды и гидроксила (ОН) (фиг. 1, III). При сближении атомов новой молекулы выделяется дополнительное количество энергии, которое, как мы знаем, вредно сказывается на прочности молекулы, тем более, что исходные молекулы тоже обладали избыточным запасом энергии (для усиления интенсивности колебательного процесса), остающимся в системе и после процесса.

Мы знаем, что, если избыток энергии тотчас же не будет израсходован, то молекула воды распадется. Отдача энергии может произойти при одновременном соударении с системой рассматриваемых молекул третьей частицы, способной унести и рассеять энергию по всему объему. Такое сочетание случается очень редко, так как все явле-

¹ Применение новой квантовой механики к химическим явлениям позволяет теоретически обосновать возмущающую роль химически ненасыщенных атомов.

ние протекает в ничтожно малый промежуток времени порядка 10^{-9} секунды.

Молекула воды была бы обречена на распад, если бы наряду с ее образованием не появлялся гидроксил (ОН). Ему-то отдает частицы воды ненужную вредную энергию. Гидроксил молниеносно летит в объем, как вестник рождения новой молекулы (фиг. 1, III). Существование гидроксила не долговечно. В своем полете он встречает молекулу водорода (фиг. 1, IV), деформирует ее (фиг. 1, V) и после перегруппировки образуется вторая молекула воды и быстрый атом водорода, который при новом столкновении с молекулами водорода и кислорода снова и снова вызовет повторение реакции.

Рассмотрение выбранного нами примера показывает, что совсем нелегко протекают химические реакции. На каждом шагу имеются препятствия соединению атомов в устойчивую систему. И действительно, долгие годы смесь водорода и кислорода может стоять без изменения, без образования воды, несмотря на то, что группировка атомов в воде энергетически более вероятна, чем в молекулах водорода и кислорода. Нужны специальные условия для того, чтобы произошла перегруппировка.

Суммируя все рассмотренное выше, мы можем наметить следующие условия, необходимые для протекания химической реакции:

1. Исходные молекулы должны получить добавочную энергию (теплоту активации) для усиления колебания атомов внутри нее.

2. Исходные молекулы должны встретиться друг с другом в такой момент, чтобы расстояния между атомами исходных частиц были достаточно большими.

3. Избыток энергии, несомый вновь образованной молекулой, должен быть в момент образования отдан другим устойчивым частицам.

Конечно, в частных случаях бывают добавочные условия, так же, как некоторые из записанных отпадают, но чаще всего три рассмотренные условия, при некотором их изменении в отдельных случаях, — сохраняют свою силу.

Осуществление необходимых для реакции условий происходит в природе

случайно, тогда как экспериментатор может создать их вполне обдуманно и таким образом, чтобы реакция пошла в том направлении, какое заранее выбрано.

Первой и основной мерой воздействия на химический процесс является подогрев реакционной смеси. Понятно, что подогрев служит для увеличения скоростей бегающих в объеме молекул, которые путем столкновений часть энергии поступательного движения переобразуют в энергию колебания атомов около своего центра тяжести.

Можно увеличить размах колеблющихся атомов также путем воздействия света — при этом энергия света преобразуется в энергию колебания атомов.¹

Если первое условие можно выполнить путем усилий экспериментатора, то второе и третье сознательно вызвать довольно трудно. Обычно нужные условия возникают сами собой, так же, как среди бесконечного множества мельчайших частиц вещества находятся некоторые, для которых столкновения происходят в нужный момент, и отдача избытка энергии происходит достаточно легко. Число этих особенных молекул иногда умножается с повышением температуры реакционной смеси, но нередко подогрев не помогает и, как мы видели на примере образования серного ангидрида из сернистого газа и кислорода, процесс не протекает вовсе, сколько бы мы ни подогревали реакционную смесь, и только „магическое“ вмешательство платины приводит в действие химический механизм образования серного ангидрида.

Смесь водорода и кислорода при обычной температуре также не изменяется. Однако, подогрев ее до 300°C приводит к заметному образованию воды, причем дальнейшее повышение температуры ускоряет реакцию. Но и здесь платина существенно изменяет дело:²

¹ Увеличение амплитуды колебания или деформация происходят также при воздействии третьей частицы с ненасыщенной валентностью, как в описанном нами случае.

² В настоящей статье не место описанию многочисленных процессов, ускоряемых платиной; поэтому мы ограничимся указанием на то, что платина является одним из универсальных катализаторов, подвергнутых исследованию уже в раннюю эпоху учения о катализе.

в присутствии ее водород и кислород быстро соединяются, образуя воду даже при комнатной температуре.

Зная внутренние причины, управляющие вообще химическими процессами, можно ближе познакомиться с каталитическими явлениями.

Как мы видели, химическая реакция имеет много препятствий на своем пути. Удалить эти препятствия — задача экспериментатора в лаборатории и практика на заводе.

Для этого можно было бы придумать такую машину, которая бы схватывала нужные молекулы специальными щипчиками, разводила атомы, составляющие их, на нужные расстояния, затем сопрягала их соответственно для получения новой молекулы.

Принципиально мыслимая сама по себе — такая машина оказалась бы практически неосуществимой: во-первых, в виду ничтожных размеров молекул и атомов ($1/100\,000\,000$ см), во-вторых, в виду их многочисленности. Несмотря на то, что современная точная механика выполняет приборы с точностью до $1/100\,000$ см ей никогда не удастся оперировать величинами молекулярного порядка. Точно также невозможно построить машину, выполняющую бесчисленное множество операций зараз, тогда как для нашего фантастического механизма необходимо было бы построить $10\,000\,000\,000\,000\,000\,000\,000$ (10^{19}) элементов, чтобы с умеренной скоростью провести химический процесс с одним кубическим сантиметром газа.

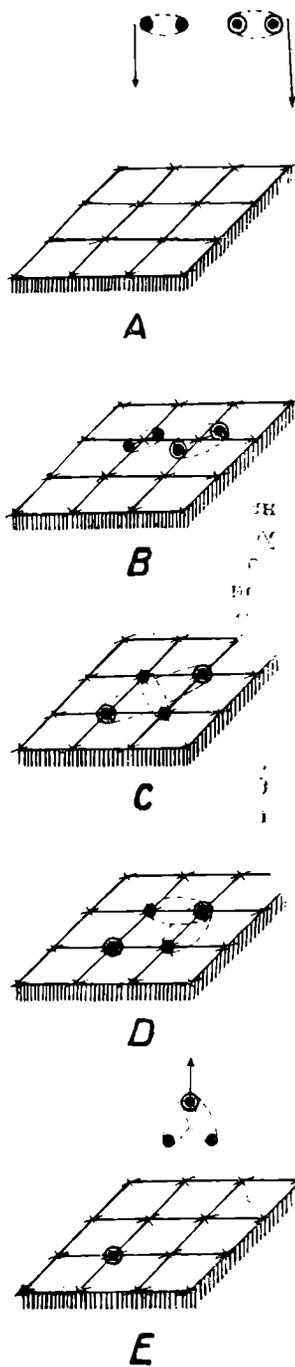
Однако, действительность опережает мысль фантазера, и человек, беря пример с природы, строит такие машины и использует их. Правда, методы точной механики не нашли здесь себе применения и химические машины — именуемые катализаторами — оказались детищами опыта и наблюдения в области явлений, где простые законы механики оказались мало применимыми.

Посмотрим, каким образом химическая машина — катализатор — работает, хотя бы на примере взаимодействия водорода и кислорода на платине.

Пользуясь схемами фиг. 3, мы поймем роль катализатора при ускорении этого процесса.

Сохраняя обозначения фиг. 1, рассмотрим систему из молекул водорода и кислорода и небольшого участка поверхности кристаллической платины. Атомы последней отмечены схематически крестиками, расположенными в узлах кристаллической решетки.

Участвуя в тепловом движении, выбранные нами молекулы водорода и кислорода (как и бесчисленное множество других) приближаются к поверхности платины (картина А). Встретив на своем пути преграду, газовые молекулы могут отскочить от нее, но под влиянием силового поля поверхностного слоя платины каждая из них садится (адсорбируется) на поверхности, и, будучи в начале нормальными, молекулы (картина В) во второе мгновение деформируются, располагаясь соответственно силовому полю поверхности (картина С); вероятно, деформация выражается, главным образом, в увеличении среднего расстояния колеблющихся атомов. Пребы-



Фиг. 3.

вание молекул в отмеченном в картине *C* положении может закончиться вылетом молекул в газовое пространство, если в месте прикрепления молекул случайно скопится много тепловой энергии. Или молекулы будут продолжительно находиться в состоянии *C*, ввиду неблагоприятности соотношений расстояний между атомами в деформированных молекулах; последнее обстоятельство, очевидно, зависит от соответствующих расстояний между поверхностными атомами кристалла платины, вызывающими поверхностное силовое поле. Если же нами выбрана подходящая поверхностная структура катализатора (соответственные расстояния между поверхностными атомами платины), и молекулы не спели вылететь в объем, появляется возможность перегруппировки атомов вытянутых (адсорбированных) молекул.

Этот процесс, очевидно, произойдет тем легче, чем больше силы, связывающие атомы в новой группировке. Как уже раньше было отмечено, энергия (и силы) связи атомов в молекуле воды больше, чем энергия (и силы), связывающие атомы в молекулах водорода и кислорода. Картина *D* дает схему новой группировки атомов, соответствующей частице воды и атому кислорода. Впрочем, свободный атом кислорода, вероятно, одновременно связывается со второй молекулой водорода, адсорбированной вблизи от него. Возникающий при перегруппировке избыток вредной энергии легко передается поверхностным атомам платины и рассеивается в его массе. Однако, первоначальная локализация энергии вблизи образовавшейся молекулы воды способствует последней стадии каталистического процесса: удалению молекулы воды с поверхности. Подобно тому, как некоторые адсорбированные молекулы водорода и кислорода спустя короткое время могут улететь в объем (если они не успели до этого перегруппироваться), точно также вновь образованная молекула воды уходит с поверхности (картина *E*). Это произойдет тем легче, чем больше энергии соберется у места прикрепления частицы к поверхности. Освобожденный участок поверхности адсорби-

рует новую группу молекул, и описанный процесс повторяется заново и т. д.

Как понятно, теперь каждый элемент поверхности платины выполняет роль тех фантастических щипчиков, о которых мы упоминали раньше.¹ Понятно также и то, что для построения системы таких элементов поверхности не требуется вмешательства точной механики. Природа строит их точно и совершенно, и каждому из нас приходилось восхищаться ее произведениями — кристаллами. Узорчатые снежинки, сверкающие алмазы, правильно ограненные кубы поваренной соли — привлекали внимание каждого из нас. И для немногих окажется новостью то, что почти все вещества, за редкими исключениями, существуют в природе в виде правильных кристаллов. Однако, эти кристаллы в большинстве случаев настолько малы, что обнаружить простым глазом правильность их построения не удастся.²

Гетерогенные катализаторы — не исключение среди других тел природы; они представляют собой скопление множества кристаллов, поверхность которых выполняет роль посредника реагирующих молекул, помогающего им легко и в кратчайшее время провести нужную перегруппировку. При этом существенной оказывается величина поверхности этих кристаллов, тогда как внутренние ячейки кристалла, как это видно из рассмотренного нами каталистического процесса на платине, роли никакой не играет.

Значение размеров поверхности катализатора стало известным химикам уже давно, поэтому-то катализаторы приме-

¹ Нарисованные выше картины каталистического процесса ни в коем случае не претендуют на точное отображение действительности. Они приводятся здесь как грубые схемы, помогающие до некоторой степени разобраться в сути дела.

² Нередко бывает так, что даже большой, вполне правильно построенный, кристалл имеет неправильные очертания. Это случается, напр., при росте кристалла, когда форма сосуда, в котором происходит кристаллизация, не позволяет расти кристаллу во всех направлениях равномерно; можно также готовый хороший кристалл обрезать таким образом, что внешняя его форма не будет отображать внутреннюю структуру. Во всех этих случаях для определения внутренней структуры требуется более сложный анализ кристалла (напр., оптический или рентгенографический), нежели простое его рассмотрение.

няются в виде очень тонкого порошка, или в виде пористой массы, или в виде тонких слоев, нанесенных на поверхность извилисто развитого индифферентного вещества.

Порошкообразный материал обладает очень развитой поверхностью. Если раздробление вещества доведено до размеров частиц порядка 10^{-6} см, то суммарная поверхность частиц, полученных из первоначально взятого одного кубического сантиметра, будет иметь почтенные размеры в 60 квадратных метров. Поразительное влияние деления тела на части, на величину суммарной поверхности становится более очевидным, если мы обратим внимание на соотношение между поверхностью книги и поверхностью объединяемых ею страниц. Если мы возьмем один из томов „Трех мушкетеров“ А. Дюма в раскрытом виде, занимающий скромный уголок письменного стола, то, расположив каждую страницу в отдельности, мы обнаружим недостачу в квартале в нашей, хотя бы и большой, квартире. Книга же того же объема, толщина листов которой порядка одной миллионной сантиметра, при разделении ее на страницы займет площадь в несколько десятин.

Таким образом, уменьшение размеров кристаллов, не изменяя по существу их функций,¹ увеличивает в сотни и тысячи раз возможность одновременного протекания химического процесса в разных местах катализатора.

Легко понять, что ту же цель преследует метод получения катализатора в виде пористой, губкообразной массы, так же, как нанесение катализатора на рыхлые волокнистые или губкообразные носители. Упомянутое выше промышленное производство серного ангидрида с помощью платины, конечно, не имеет дела с сплошным куском платины. Катализатор — платина наносится тончайшим слоем на волокнистый асбест и в виде пухлой массы укладывается в про-

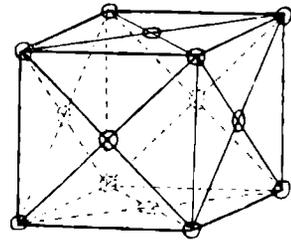
мадные контактные аппараты (60—80 м³ на 10 кг платины).

Однако, более внимательное исследование катализаторов показало, что при выборе их нельзя ограничиться только возможностью тонкого их размельчения. Уже из той грубой схемы, которой мы воспользовались для рассмотрения процесса образования воды, можно видеть, что не всякие расстояния и конфигурации атомов в кристаллической решетке катализатора удовлетворяют условиям химического превращения на поверхности. И вещества, в кристаллах которых атомные расстояния и геометрическая форма расстановки атомов значительно отличаются от необходимых, — катализаторами для данного процесса быть не могут.

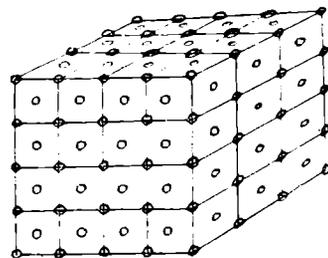
Можно было бы нарисовать большое количество встречающихся геометрических форм расположения атомов на поверхности кристалла, внутренняя структура которого для всех случаев одинакова. Мы ограничимся некоторыми, хотя бы для кристалла, составленного из кубов с центрированными гранями.

Элементарный параллелепипед куба с центрированными гранями изображен на фиг. 4.

Здесь мы имеем 8 атомов, сидящих на углах куба и шесть атомов, располо-

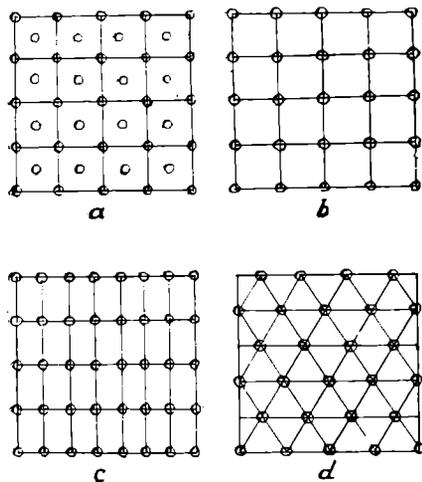


Фиг. 4.



Фиг. 5.

¹ Поверхностная комбинация небольшого числа атомов катализатора, необходимая для каталитического процесса, настолько мала по своей площади (10^{-15} см²), что кристаллы могут быть раздроблены до ультрамикроскопических размеров (поверхность 10^{-12} см²), оставаясь носителями многих сотен и тысяч таких комбинаций.



Фиг. 6.

женных в центре каждой его грани. Возьмем кристалл (фиг. 5), построенный совершенно систематически из таких элементарных параллелепипедов, и рассмотрим конфигурации атомов в различных его плоскостях сечения.

Сечения плоскостями, параллельными грани куба, могут дать две комбинации атомов на поверхности: одна — при одновременном прохождении плоскости сечения через угловые и гранецентрирующие атомы (фиг. 6 *a*) и вторая при прохождении через гранецентрирующие (фиг. 6 *b*). Сечение кристалла плоскостью, параллельной главной диагональной плоскости куба, дает расположение атомов в виде прямоугольников (но уже не квадратов) (фиг. 6 *c*) и, наконец, сечение, перпендикулярное к главной диагонали куба, дает систему правильных треугольников, на вершинах которых сидят атомы (фиг. 6 *d*).

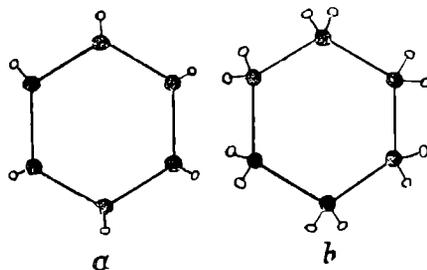
Изменяя угол плоскости сечения, мы можем получить большое количество картин плоскостных комбинаций атомов.

Ограничиваясь уже нарисованными, заметим, что при образовании кристалла катализатора его гранями могут оказаться разнообразные плоскости сечения. Вероятно, истинными каталитическими свойствами (для данного химического процесса) обладают какие-либо определенные комбинации атомов на поверхности. За недостатком сведений о строении реагирующих молекул и точных схем процессов, трудно сказать здесь

что-либо определенное. Наряду с вероятным значением способа расположения атомов на поверхности, существенными могут оказаться и расстояния между ними. Понятно, что для различных веществ, даже одного кристаллографического семейства, эти расстояния могут резко отличаться.

Наука о катализе не может еще похвалиться всесторонним знанием процессов, протекающих на поверхности. Немного известно нам и о зависимостях между структурой реагирующих молекул и строением поверхности катализатора. Но так же, как в общем учении о катализе, и в вопросе о строении катализатора, задача принципиально решена.

Одним из конкретных решений задачи является прекрасная работа советского ученого Баландина. Он воспользовался тем обстоятельством, что строение молекул некоторых органических веществ уже давно установлено химиками-органиками. Это — так называемые циклические вещества. Их молекулы составлены из атомов, непрерывно соединенных в кольцо. Наиболее типичным представителем таких молекул является частица бензола (C_6H_6), представляющая собой соединение шести атомов углерода (C) и шести атомов водорода (H). Его строение понятно из фиг. 7 *a*. Шесть атомов углерода (кружки) расположены в углах правильного шестиугольника (кольца), причем к каждому из них присоединен атом водорода (белый кружок).

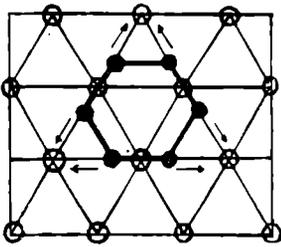


Фиг. 7.

Другое циклическое соединение, родственное бензолу — гидробензол (C_6H_{12}) — отличается от первого только добавочными атомами (фиг. 7 *b*). Превращение этих веществ друг к другу (с выделением или поглощением водорода)

и было изучено Баландиным. Сопоставление геометрических форм молекулы гидробензола и поверхностных структур кристаллических тел привело Баландина к тому, что только те металлы, которые кристаллизуются в кубах с центрированными гранями, могут служить как катализаторы превращения гидробензола в бензол. Уточняя вопрос, Баландин показал, что активными могут быть только те поверхности которые получают путем сечения кристалла перпендикулярно его главной диагонали (фиг. 6 *d*) (октаэдрические грани).

На схеме фиг. 8 мы видим расположение кольца гидробензола на плоской (октаэдрической) решетке металла отмеченного нами типа.



Фиг. 8.

Активными атомами поверхности здесь являются шесть атомов платины, отмеченных штрихованными кружочками. Кольцевые атомы углерода обозначены темными кружками; ради простоты рисунка водородные атомы не показаны.

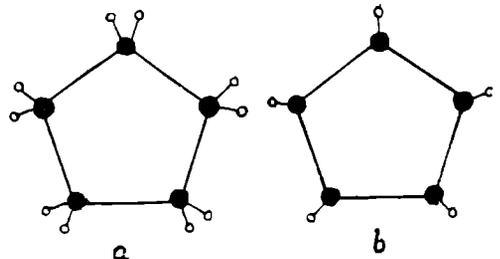
В данном случае каталитический процесс мыслится аналогично уже разобранному на стр. 16—17. Вначале молекула гидробензола (C_6H_{12}) падает на поверхность платины и остается там, если поверхностное силовое поле достаточно велико. Затем, либо при случайных поворотах и сдвигах, либо под влиянием особых направлений в силовом поле — молекула гидробензола располагается согласно схеме фиг. 8, где каждая пара атомов углерода удерживается вблизи 1, 2 и 3 атомов платины, тогда как 4, 5 и 6 атомов платины в соответствующий момент притягивают в направлениях, указанных стрелками, по два атома водорода, открывая их от каждого из углеродных атомов кольца.

Наряду с установлением геометрических форм, необходимых для правильной работы катализатора, Баландиным было указано на значение промежутков между поверхностными атомами. Величина этих промежутков, оказывается, может колебаться только в определенных пределах. Поэтому ряд металлов, удовлетворяющих первому требованию: кристаллизоваться в кубах с центрированными гранями — оказались непригодными, ввиду неподходящих атомных расстояний.

К числу хороших катализаторов описанного процесса нужно отнести платину, никель и др. металлы, тогда как магний, свинец, железо и др. превращению гидробензола в бензол не способствуют, ввиду или очень больших, или очень малых между атомами промежутков в кристаллической решетке.

С другой стороны, было показано, что аналогичные гидробензолу молекулы пентаметилена (C_5H_{10}) (фиг. 9 *a*) и др. не способны превращаться на платине, никеле и др. металлах, так как пятиугольной форме расположения атомов углерода не соответствует ни одна подходящая расстановка атомов поверхности.

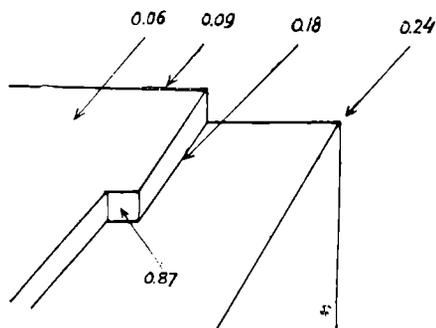
Помимо чисто геометрических требований, предъявляемых кристаллическому катализатору, способному возбуждать и ускорять выбранный химический процесс, к нему предъявляются требования структурно-энергетические. Оказывается, не всякие геометрически подходящие комбинации атомов кристаллической поверхности одинаково способствуют процессу. Они могут быть активными и не активными, и, как показали многочисленные исследования в этой области — активным местом катализирующей поверхности являются преимуще-



Фиг. 9.

щественно группы атомов, находящихся вблизи углов или ребер кристалла, точно так же, как и вблизи тех механических нарушений поверхности, которые всегда имеют место в реальном кристалле.

Высказанное положение находит себе подтверждение в том, что атомы сидящие на углах и ребрах (или на механически нарушенных местах) кристалла, обладают повышенной потенциальной энергией по отношению к соседствующим на них реагирующим молекулам. Поэтому-то при адсорбции газовых молекул на поверхности, у места прикрепления их, выделяются значительные количества кинетической энергии, которая



Фиг. 10.

способствует расслаблению связей в распадающихся молекулах.

Выделение энергии (в виде теплоты) при адсорбции хорошо констатируется экспериментаторами, причем для активных участков эта энергия значительно больше, чем для неактивных.

Рисунок фиг. 10 характеризует энергетическое состояние (и активность) атомов кристалла, расположенных на различных его элементах.

Путем несложных геометрических подсчетов можно установить, что суммарное число наиболее активных участков (ребер, углов и т. п.) быстро возрастает при раздроблении кристалла на части. Таким образом, раздробление вещества катализатора способствует не только росту поверхности, но и увеличению числа активных мест поверхности.

В связи с существованием активных мест катализатора находятся два очень любопытных (и в то же время существенно важных на практике) явления: активи-

рование и отравление катализатора ничтожными количествами чужеродного вещества.

С точки зрения развитых в настоящей статье схем эти явления объясняются сравнительно просто.

Активирование катализатора в современной каталитической практике является совершенно необходимой операцией. Для этого вводят в катализатор небольшие количества вещества (0.5—1%), обычно, совершенно иной химической природы. Получающийся материал превышает активность неактивированного катализатора во много раз. Возрастание активности, очевидно, объясняется увеличением числа активных элементов кристалла (углов, ребер, и, главным образом, механических нарушений, в виду присутствия примесей, препятствующих правильному образованию кристаллической решетки.¹

Еще более поразительным (и очень вредным в промышленной практике) является отравление катализатора неизмеримо малыми количествами некоторых веществ. При этом случается так, что катализатор теряет способность ускорять одни химические реакции, оставаясь активным по отношению к другим.

Однако, и здесь объяснение явления находится тоже довольно просто, если оставаться на точке зрения, разобранный в настоящей статье.

Молекулы отравляющего вещества адсорбируются (поглощаются) наиболее энергичными атомами поверхности, устойчиво держатся на них, длительно не испаряясь. Экранированные ими атомы катализатора, естественно, не могут участвовать в процессе. Но более существенным оказывается то, что нужная комбинация активных атомов, состоящая, может быть, из большого их числа, становится неактивной в силу выхода экранированного атома из системы. Однако, нарушенная комбинация активных центров, будучи неспособной ускорять одну химическую реакцию, может

¹ Существует другое объяснение активирующей роли примесей, придающее им энергетическое значение. Несмотря на важность этой точки зрения, мы не останавливаемся на ней ввиду недостатка места, тем более, что она содержит в себе некоторую сложность.

оказаться подходящей для другого химического процесса. Этим последним и объясняется избирательное отравление катализатора.

Современная теория гетерогенного катализа недостаточно уточнила детали процессов, протекающих на поверхности. Еще нельзя осуществить мечту практика о рациональном подборе катализатора для заданного процесса, еще приходится путаться в темном лесу рецептов и патентов. Но основное сделано. Многие принципиальные стороны вопроса правильно поставлены и энергично разрешаются многочисленными физико-химиками. Уже можно, хотя бы грубо-схематически, понимать стадии каталитического процесса и обнаруживать основные пружины ускоряющего действия катализатора. Мы знаем уже главные черты структуры активного материала, все более и более глубоко проникаем в строение молекул и их энергетику и все прочнее и прочнее устанавливаем соотношения между реакционным материалом и катализаторами.

Параллельно с углублением нашего знания о катализе, мы обнаруживаем безграничное расширение области применения катализаторов. В промышленной практике, в домашнем обиходе, в деятельности живых организмов — посто-

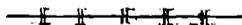
янно мы видим участие катализаторов. Из многочисленных процессов, идущих под влиянием катализаторов, можно отметить здесь весьма важный процесс: использование солнечной энергии для химического превращения углекислоты или в окись углерода или через формалин — в сахар. Эта проблема, ввиду незначительных запасов топлива на земле и неизмеримой мощности солнечного излучения, падающего на нее, вероятно, будет одной из самых важных задач гетерогенного катализа.

Заканчивая настоящую статью, следует отметить, что в ней, по необходимости, затронуты немногие стороны гетерогенного катализа. В некоторых случаях для облегчения понимания были использованы упрощенные грубые схемы.

Для широкого и глубокого усвоения идей гетерогенного катализа необходимо обратиться к специальным трудам в этой области. Ниже приводятся названия некоторых книг, полезных при первоначальном знакомстве с учением о катализе.

Л и т е р а т у р а

- Зауер. „Гетерогенный катализ“, 1932.
 „Новые идеи в области катализа“ (сборник переводных статей), 1933.
 Франкенбургер. „Катализ“. Успехи Химии, 1932.



ВОДНОЕ РАВНОВЕСИЕ ЗЕМНОЙ КОРЫ И ХИМИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ¹

Акад. В. И. ВЕРНАДСКИЙ

I

Геохимия вод является одной из жизненно важнейших геологических проблем, так как она изучает воду, — а вода определяет основные черты строения

биосферы, окружающей нас планетной среды, с которой все живое неразрывно и закономерно связано.

Геохимия воды еще не написана, и имеющиеся для этого данные еще не сведены.

В этой статье я хочу обратить внимание на одну из самых характерных черт, определяющих геохимию вод, теснейшим образом связанную с сегодняшними докладами нашей Биогеохи-

¹ Переработано из доклада, сделанного в июне 1933 г. в Ученом совете Химической ассоциации Академии Наук, где одновременно были сделаны другие доклады Биогеохимической лаборатории — А. П. Виноградова и Б. К. Буруновского.

мической лаборатории, посвященными вопросу о химическом составе живых организмов, вернее их комплексов, т. е. живого вещества биосферы.

Сейчас ясно,¹ что вся земная кора сплошь проникнута разными формами воды — водяными парами, льдами, водными растворами. В виде чрезвычайно разреженного газа — водяных паров — вода существует в стратосфере — в физическом вакууме на высоте десятков километров от уровня геоида. В виде горячего, часто перегретого, сдавленного пара она находится на несколько десятков километров книзу от уровня геоида; горячие водяные пары, повидимому, господствуют среди газов этих глубин земной коры: подземные атмосферы земной коры в главной своей массе, можно думать, состоят из такого водяного пара; в конце-концов температура его подымается выше критической не только для чистой воды, но и для водных растворов. Вероятно вода в этой форме доходит до границ земной коры (60—100 км ниже уровня геоида). Часть водяных паров в сдавленном состоянии захвачена здесь расплавленной вязкой магмой, мощные, — может быть большие, — „очаги“ которой здесь существуют. Уже для глубины в 60 км ниже уровня геоида давление достигает такой величины, — больше 30 000 мегабар на кв. сантиметр, — при которой различия, характерные для газообразного, жидкого и твердого состояний материи исчезают или сильно сглаживаются. В этих областях существует свое, единое, отличное от нам известных, физическое состояние материи. Вероятно в физическое однородной или близкой к однородности среде, здесь находящейся, не могут существовать, как отдельные индивидуальные тела, ни водяные пары, ни водные растворы. Чем глубже, тем эти явления должны становиться резче.

Но эти глубины земной коры недоступны для нашего непосредственного научного изучения. Материальный обмен, нами изучаемый — наблюдаемая

миграция атомов в земной коре — не прослеживается глубже 20—25 км. Едва ли есть точно установленные случаи явлений, где можно было бы допустить приход в биосферу вещества с глубины ниже 30 км. В пределах 20—25 км три обычных физических состояния материи — твердое, жидкое и газообразное выражены резко.

В этих пределах количество водных паров, льда и водных растворов достигает 10—12% по весу всей массы земной коры, причем во всемирном океане — т. е. в гидросфере — собирается большая часть (7% по весу для толщи в 16 км по Ф. Кларку).

Чрезвычайно характерно, что вся масса земных вод — в указанных пределах — является материально тесно связанной между собой. В земной коре нет отдельных, вполне уединенных водных масс, не связанных с другими формами воды. Если бы такие образования создались, они рано ли, поздно ли — очевидно закономерно друг с другом материально связываются. В геологическом времени все водные массы земной коры составляют единое целое, единое сложное динамическое равновесие, которое я буду называть основным водным равновесием земной коры.

В каждую данную минуту основное водное равновесие земной коры охватывает подавляющую массу водных природных масс. Все разнообразные физические состояния воды и все разнообразные виды природных вод, которых сейчас известно более 500, материально связаны между собой миграциями своих атомов и молекул в них входящих.

Материальная связь в подавляющей части поддерживается двумя явлениями, — во-первых, водяными парами, обладающими свойствами газов, всюду проникающими — сжижающимися или затвердевающими и испаряющимися с поверхности льдов и жидких водных растворов; и во-вторых, оно устанавливается благодаря тому, что волосопленчатая вода проникает все твердое вещество земной коры, образуя с одной стороны сплошные пленки на его поверхности, с другой проникая внутрь его во все его волосные трещины и пу-

¹ Ср. В. И. Вернадский. Ист. прир. вод. „Ист. минер. земн. коры“, Л. 1933. Второй выпуск в печати. Геохимия воды огнесна во второй том.

стоты. Каждое твердое вещество пронизано, как губкой, тончайшими выделениями волосной воды, являющейся для наших органов чувств неразрывной частью твердого состояния материи. Эта волосная вода состоит из водных растворов.

II

Очевидно, что геохимическое значение такого единственного, основного водного равновесия должно быть в геохимии совершенно исключительным.

Вся химия планеты его существованием определяется.

На ряду с ним, для познания этой химии, два других явления, ему равнозначных, должны быть принимаемы во внимание.

Во-первых, это будет рассеяние химических элементов в земной коре и, во-вторых, им являются их миграции, связанные с магматическими процессами.

Я буду касаться этих явлений в дальнейшем только по отношению к основному водному равновесию.

Рассеяние химических элементов, по видимому, захватывает всю земную кору и в том числе все водные растворы,¹ но явление это совершенно не изучено и вероятно сейчас в его проявлении изучаются независимые друг от друга процессы, которые различить пока мы не можем, или, вернее, на разнородность явления рассеяния не обращаем внимания.

Как же можно отличить элементы, попавшие в основное водное равновесие в связи с явлениями рассеяния, от элементов, которые являются неразрывною частью основного водного равновесия, и попадают туда действием его энергии?

Точно ответить сейчас на этот вопрос нельзя, так как явления рассеяния элементов мало изучены.

Но надо подходить к решению этой проблемы неустанно и систематически собирать в каждой исследовательской работе точные количественные данные

¹ См. В. Вернадский. Рассеяние хим. элем. земн. коры. Л., 1927. Его же. *Geochemie in ausgew. Kapiteln*. L. 1930, p. 48, 268 (русское издание (второе) — Очерки геохимии — находится в печати).

о сравнительном распространении химических элементов, об их концентрации в минералах, горных породах, водах, организмах.

Пока же в качестве рабочей гипотезы можно считать за рассеянные элементы, во-первых, такие, для которых отсутствуют в водных растворах какие бы то ни было количественные определения,¹ а есть только их качественная отметка и, во-вторых — такие, амплитуды колебания концентраций которых малы, не выходят за пределы немногих, в общем случае двух декад. Однако, уже сейчас необходимо внести поправку; так, для сильно радиоактивных рассеянных элементов, как, напр., для радона или для радия — колебания концентраций несомненно охватывают несколько декад; тем не менее эти элементы находятся в рассеянном состоянии.

Но помимо этого необходимо принимать во внимание третье условие: отсутствие для рассеянных в основном водном равновесии элементов каких бы то ни было минералов, выпавших водным путем, в которые бы данный элемент входил или как составная часть растворителя (т. е. соединения) или как заметная часть изоморфной примеси.

В общем, пока можно безопасно — и без противоречий — опираясь на эти эмпирические правила разбираться в сложном составе природных соединений и не смешивать явления их рассеяния со строением водных равновесий.

III

Магматические равновесия — в общем, во всех случаях резко отличаются от водных равновесий, и при тщательном анализе явления сомнений в их установлении обычно не бывает.

Пегматитовые пневматолитические расплавы являются единственным случаем, где могли бы быть сомнения. В этих формах магм чрезвычайно ярко выявляется влияние горячих паров, в том числе перегретых паров воды.

В пегматитовых жилах, в верхних их частях, встречаются с продуктами гидротермальных процессов с гидротермо-

¹ См. В. Вернадский. *Ист. минер. земн. коры* II. А. 1933., стр. 110, сл.

литами А. Е. Ферсмана.¹ Генезис их и их связь с пегматитовой жилой неясны, и возможны, а может быть и существуют здесь два разных явления.

Во-первых, возможно, что гидротермолиты выделяются в результате нормального застывания пегматитовой магмы, когда температура ее понижается ниже критической температуры воды и водных растворов, как это принимает А. Е. Ферсман. Но возможно, что при застывании пегматитов вне водного равновесия стратисферы или метаморфической геосферы гидротермальная шапка не образуется. Образуется же она лишь в тех случаях, когда пегматитовая жила встречается с независимыми от нее глубокими пластовыми водами или водами подземных водоемов — с основным водным равновесием земной коры. В первом случае компоненты раствора принадлежат к пегматитовому расплаву (пневматолитическому телу); во-вторых — к основному водному равновесию.

Это решит дальнейшее изучение. Сейчас, однако, ясно, что сколько можно судить, химический элементарный состав пегматитовых гидротермолитов не отличим от состава основного водного равновесия. Поэтому возможно с ними не считаться в дальнейшем изложении.

IV

Изучая — исходя из этих положений — огромный материал парагенезиса минералов, легко убедиться, что есть ряд химических элементов, которые никогда не дают ни одного минерала водного происхождения, не входят в изоморфные смеси в таких минералах и не дают значительных концентраций и значительных колебаний в концентрациях — в анализах каких бы то ни было природных растворов. В растворах они могут находиться только в рассеяниях.

Все эти элементы дают минералы и входят в изоморфные смеси минералов, образовавшихся при застывании массивных горных пород и связанных с ними пегматитовых жил и сегрегаций (вне гидротермолитов). При анализах

массивных горных пород можно ждать их заметных — в порядке нескольких декад — колебаний в весовых концентрациях.

Я буду в связи с этим называть эти элементы пирогеническими элементами.¹

Пирогенические элементы это такие, которые не входят в основное водное равновесие земной коры.

Это будут следующие химические элементы:

21Sc ×
 39Y 40Zr 41Nb 44Ru 45Rh × 46Pd
 57La 58Ce 59Pr 60Nd 61I 62Sm 63Eu
 64Gd 65Tb 66Dy 67Ho 68Er 69Tu 70Yb
 71Lu 72Hf 73Ta 76Os 77Ir 78Pt ×
 89Ac? 90Th 91Pa?

Здесь отмечено 30 элементов, но для некоторых, отмеченных × есть указания на участие их в водных растворах — в виде некоторой части их атомов, может быть и не в форме рассеяний. Главная же миграция их идет во всяком случае по магматическому руслу. Весьма вероятно, что для группы элементов редких земель и для группы платинопалладиевых металлов будет наблюдаться то же явление. Для Pa включение в эту группу не опирается на точные наблюдения. Возможно, что Ac и Re в главной части атомов войдут в эту же группу.

Мы знаем, однако, что все эти элементы — в условиях наших лабораторий, — дают так же легко, как и все другие элементы, бесчисленные химические соединения, легко растворимые в воде и выделяющиеся из водных растворов в кристаллохимических структурах.

Таким образом, отсутствие этих элементов в основном водном равновесии земной коры является проявлением земных геохимических, а не химических свойств.

Оно указывает на то, что в структуре земной коры, образующиеся в ней физико-химические и термодинамические поля неблагоприятны для проявле-

¹ От πῦρ и γένος, т. е. элементы огненного рода. В связи с таким корнем, по указанию В. Н. Бенешевича, я говою о пирогеническом, а не о пирогенном элементе.

¹ А. Ферсман. Пегматиты. 1, 2 изд., Л., 1932, стр. 73 (ср. стр. 649 — Гидротермолит).

ния сродства этих элементов с молекулами воды.¹

V

Благодаря этому происходит разделение в земной коре пирогенических элементов от тех, которые входят в основное водное равновесие земной коры.

Основное водное равновесие не захватывает около трети известных химических элементов. Химия его этим упрощается.

Очевидны огромные последствия этого явления, главным из которых, может быть, представляется состав живого вещества нашей планеты.

Вся геохимия воды резко по составу отличается от геохимии горных пород — петрогенеза и петрохимии. Исключается бесчисленное количество химических реакций из водного равновесия. Могут быть выделены две основных материальных среды в земной коре: основное водное равновесие и равновесие магматические. В биосфере прибавляется третье — диссиметрическое равновесие живого вещества.²

Очевидно, по исключению пирогенических элементов, остальные входят в водное равновесие — но входят в разной степени.

Для них магматические процессы земной коры не менее важны и характерны, чем водное равновесие.

Это и понятно. Ибо в магматических процессах мы имеем дело с гораздо более глубоким явлением земной коры, чем в существовании водного ее равновесия.

Они захватывают всю массу земной коры — 85—90% — только несколько процентов которой, как мы видели, захвачены водным равновесием (10—12%).

Однако, среди 62 сюда относящихся элементов, можно выделить больше 40 таких, которые особенно характерны и для водного равновесия; они дают

водные минералы, т. е. соединения, выделившиеся из водных растворов.

Это следующие 44 элемента; они с полным правом могут быть названы гидрогеническими элементами (подчеркнуты те, которые входят в состав характерных компонентов, определяют по имеющимся анализам — минеральные виды природных водных растворов):¹

1H 5B 6C 7N×8O 9F 10Na 12Mg
13Al 14Si 15P 16S 17Cl 19K 20Ca 23V×
24Cr 25Mn 26Fe 27Co×28Ni×29Cu×
30Zn×33As×34Se 35Br 38Sr 42Mo
47Ag×48Cd×49In×50Sn 51Sb 52Te×
53I 54Ba 74W×79Au 80Hg×81Tl
82Pb×83Bi×88Ra 92U.

Выделение их соединений из водных растворов указывает, что в природе должны существовать, но еще не найдены (частью недоступны нам в биосфере) — растворы, где эти элементы являются характерными, попадают в первую декаду компонентов (по весу).

Эти гидрогенические элементы являются самыми характерными телами в основном водном равновесии земной коры, все дают в том или ином его проявлении концентрации, т. е. свои водные растворы.

Некоторые из них только из водных равновесий выделяются в минералах, в кристаллохимических структурах, где они или входят в отвечающие им соединения или же являются видной частью изоморфной смеси.

Это следующие элементы:

7N 27Co×33As×34Se 35Br 47Ag
48Cd 49In 52Te 53I 80Hg×81Tl.

Магматических минералов для них нет — ни породообразующих, ни пегматитовых, ни контактовых. Но некоторые из них дают вулканические возгоны (обозначены ×).

Новая геохимическая обработка гранитных пегматитов (впервые в таком охвате сделанная) А. Е. Ферсмана позволяет выделить среди этих 44 элементов 15, которые редки для пегматитов. По А. Е. Ферсману в состав

¹ Я оставляю здесь в стороне более глубокий анализ геохимического явления, здесь проявляющегося. Замечу, что извечная зависимость и от положения элемента в периодической таблице элементов существует, но резко она не выступает.

² См. В. Вернадский. И. А. Н. 1931, стр. 639, 643.

¹ В. Вернадский. Ист. минер. земн. коры II, Л., 1933, стр. 172, сл.

гранитных пегматитовых жил „нормально не входят“ 11 элементов (Cr, Co, Ni, As, Sb, Br, Ag, Cd, In, Te, Hg) и находятся „случайно или недоказаны в этих жилах“ 4 (N, Y, Sr, Ba) — всего 15.¹

Из них дают порообразующие минералы или входят в них в заметных количествах в изоморфные смеси — Cr, Co, Ni, Sr, Ba. Остальные из элементов, указанных А. Е. Ферсманом, отмечены в списке гидрогенических крестиком (×) наряду с подчеркнутыми.

Из данных А. Е. Ферсмана ясно, что очень редки в пегматитовых жилах еще Cu, Zn, W, Pb и Bi. Все эти элементы не дают порообразующих минералов, ни их изоморфных смесей. Их присутствие в основном водном равновесии земной коры очевидно должно быть важным явлением в их геохимии. Я обозначил их тоже ×.

VI

Очевидно, при исключительной зависимости живых организмов от воды, связь их с водным равновесием земной коры должна быть чрезвычайная.

Их состав в главной его части по весу должен определяться гидрогеническими элементами.

Организмы получают химические элементы, строя из них свое тело, добывая их: 1) из воздуха и газов, 2) из водных растворов, 3) из других организмов и 4) из твердых и жидких неводных веществ.

Если оставить в стороне внутреннюю миграцию химических элементов, связанную с поеданием организмами друг друга — их химический состав определяется прежде всего водными растворами, откуда они берут главную составную часть своего состава.

Состав водных растворов отвечает гидрогеническим элементам (V).

Эти элементы должны таким образом играть определяющую роль в составе организмов.

Из воды получают составные части тела все водные организмы, наземные растения (из почвенных растворов) животные (питье).

Газовые составные части — тропосфера — характерны и важны для состава организмов главным образом в виде: O₂, N₂, CO₂ и H₂O, а для некоторых организмов H₂S и N₂O₅, причем H₂S, N₂O₅ и O₃ главным образом получаются из растворов в воде, куда они попадают из воздуха.

Как бы то ни было, непосредственно из воздуха организмы получают C, O, N, H и S — старые органические элементы.

Все остальные элементы они получают из водных растворов с той поправкой в отношении твердых и углеводородистых частиц, что они могут непосредственно захватываться организмами. Таково, напр., получение кремния из глинистой мути в водных растворах (диатомовыми и бактериями), действие лишайников на горные породы и т. п. Область этих элементов огромна и мало охвачена количественным учетом.

Отсюда могли бы организмы получать и пирогенические элементы (IV)

Опыты Б. Бруновского и К. Кунашевой показывают, что этого нет для тория.

Интересно с этой стороны указание А. П. Виноградова¹ о возможности захвата Ru.

Но в общем значение гидрогенических элементов вырисовывается очень ярко. Они определяют состав живого вещества.

Точное количественное изучение основного водного равновесия земной коры в связи с явлениями жизни — биогеохимическое изучение — является задачей дня. К ней мы подошли.

¹ А. Ферсман. Пегматиты. I, изд. 2, Л., 1932, стр. 378.

¹ См. его статью в этом же номере (стр. 28).

ХИМИЧЕСКИЙ ЭЛЕМЕНТАРНЫЙ СОСТАВ ОРГАНИЗМОВ И ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА¹

А. П. ВИНОГРАДОВ

I

Совершенно естественно, что тому или иному времени отвечали свои представления о составе растений и животных. Их нетрудно найти у мыслителей и философов древности. Они носят отвлеченный философский характер. Позднее, в средние века у алхимиков возникают учения о химической природе организмов, получившие распространение в связи с учениями о происхождении болезней и т. п. Ко времени Лавуазье появляются попытки свести в одно целое известные эмпирические данные о химическом элементарном составе организмов. Подобные сведения

¹ Сокращенное изложение доклада, сделанного в науч. засед. Биогеох. лаб. и ГРИ в марте и в расширенном засед. Учен. совета ХАС АН в июне с. г. и печатающегося в Трудах Биогел, в. 3, 1933 г.

Прим. редакции. Статья А. П. Виноградова содержит ряд новых данных, весьма интересных с точки зрения геохимии — науки о законах распределения и сочетания химических элементов в земной оболочке. Эти новые данные имеют также несомненное (хотя и побочное, вспомогательное) значение для биологии в различных ее разделах: палеонтологии, физиологии, систематики и т. д.

Редакция, однако, считает необходимым отметить свое несогласие с биологической трактовкой этих новых данных, с односторонним подходом автора к их пониманию. Редакция считает, что из ряда исходных принципиальных положений автора (как и всей школы, к которой он принадлежит), поскольку они затрагивают биологические обобщения, некоторые преждевременны и недостаточно мотивированы, как, например, положение о геохимической характеристике таксономических единиц; другие же положения прямо неверны, например, положение об определяющем влиянии геохимического состава на формообразовательные процессы.

Эти положения, будучи доведены до конца и связаны в единую систему взглядов, неизбежно приводят к растворению биологии в геохимии.

о нахождении тех или других химических элементов в организмах встречаем впервые у Гумбольда, Иона, а позднее и у других. Напомним, что ряд крупных и великих химиков того времени Шееле, Клапрот, Вокелен, Дэви и др. непосредственно участвовали в изучении химического элементарного состава организмов. Именно в это время, на рубеже XVIII и XIX в., возникают те представления о химическом элементарном составе организмов, которые почти без изменения сохранились в науке на протяжении более 100 лет и в основных чертах дожили до нас.

Считалось, что все организмы состоят из ограниченного числа определенных химических элементов, как их позже стали называть — биогенных, биотических, биофильных и т. п. Насчитывали в зависимости от времени 15—25 таких биогенных элементов, это были: С, О, N, H, S, P, Fe, K, Ca, Cl и еще некоторые другие, о распространении которых во всех организмах мнения ученых расходились. Наибольшее внимание химическому элементарному составу организмов уделяли агрохимики. Формулировка известного „закона минимума“ открывала большие перспективы. Однако изучение состава растений, в общем, не вышло за пределы специфических агрохимических интересов, связанных с изучением физиологического обмена немногих элементов (главным образом N, P, K). В геоминералогических науках изучение химического элементарного состава ограничивалось изучением состава скелетных частей, поскольку стало несомненным участие их в порообразовании. В биологии, в частности медиками, велись исследования преимущественно состава тканей, органов и т. п., также в пределах тех же биогенных элементов.

Наконец, в прошлом веке появлялись изредка работы, указывающие на нахождение новых химических элементов, ранее не обнаруженных в организмах; так, например, о нахождении в животных Cu, I, Br, F и др.

С конца прошлого века начинается заметный перелом в вопросе, о котором идет речь, и прежде всего в отношении к нахождению в организмах химических элементов, встречающихся в последних, как говорили „в следах“. Объяснения нахождения их в организмах случайностью (загрязнением) постепенно отпадают. Более того, для ряда химических элементов, находимых в следах — I, Cu, Mn и др., открывается важная физиологическая роль. Более точные аналитические приемы, проникающие в биологию, облегчают задачу исследователя. С особенной силой выясняется огромное значение химических элементов, находящихся в организмах в малых количествах, за последние 20—30 лет. Это совпало с выяснением роли различных молекулярных соединений, находящихся также в малых количествах, но вызывающих большой физиологический эффект, подобно ферментам, гормонам, витаминам и т. п. Таким образом, за короткий срок число химических элементов, находимых в разных организмах, превысило 50. Вместе с тем, возросли и требования в этом направлении со стороны агрохимии, геологии, биологии и т. п.: В пределе они сводились к одному и тому же — полному количественному выражению элементарного состава организмов.

Проблема сравнительного изучения химического элементарного состава организмов на основе геохимии впервые формулируется акад. В. И. Вернадским. Он первый показывает общее значение этой проблемы в системе нашего знания. Конкретно он впервые приводит известную таблицу для среднего химического элементарного состава живого вещества. С этого момента вопрос вступает в новую фазу.

II

В настоящее время в различных организмах найдено 60 химических элементов. Можно уже сейчас догадываться,

что 20 других вскоре будут найдены. В число 60, например, не входят все редкие газы (кроме аргона), которые проникают, однако, с воздухом в организмы. Из элементов редких земель пока обнаружено в организмах только 5.

Наконец, из сильно радиоактивных элементов найдены только Ra, Rn, Th (?) Ms Th. Отсутствуют указания на нахождение элементов платиновой группы. Данные, касающиеся распределения химических элементов в организмах, часто носят лишь качественный характер. Количественные определения известны для 30—35 химич. элементов из 60 указанных. Эти определения относятся не более, чем к 2000 видам животных и около 5000 видам растений. Мы имели случай приводить в свое время более подробные сведения по этому поводу.¹

Химический элементарный состав отдельных видов организмов различен. Но все организмы имеют много общих черт в своем составе. Более близкое ознакомление с ним позволяет сделать некоторые общие выводы. Количественное содержание элементов, подобных C, O, H, N, P, S, и некоторых других для разных видов колеблется в узких пределах (одной декады); содержание — же других, например, Fe, Mn, I, Br, As, V, Ti, V и мн. др. изменяется иногда от вида к виду во много раз (несколько декад). Первые мы называем макроэлементами (содержатся от 10^1 до 10^{-20} в организмах); вторые — микроэлементами (содержатся от 10^{-3} до 10^{-50}). Известны еще химические элементы, содержание которых в организмах обычно меньше 10^{-60} ; мы их называем ультра-микроэлементами. Некоторые виды организмов концентрируют отдельные химические элементы иногда до целых процентов их веса. Многие другие различия в составе видов, многочисленные примеры которых мы неоднократно приводили,² указывают на характерность химического элементарного состава видов, родов и т. д. Колебания в количественном элементарном составе в пределах вида напоминает подобные же колебания

¹ „Природа“ 1931, № 3, стр. 230.

² Труды Биогеохим. лаб., вып. 3, 1933.

морфологических признаков организмов. Химический элементарный состав организмов, является видовым признаком. Он, в то же время, дает представление и о той геохимической функции, которая выполняется данным видом организмов. Мы, поэтому, различаем, например, организмы кальциевые, кремневые, железные и более сложные, концентрирующие эти элементы. С геохимической точки зрения еще более интересными представляются биоценозы подобных организмов. Мы приводим наиболее контрастные примеры, но и в других более обычных и широко распространенных организмах или биоценозах, подобно луговым сообществам, хвойным или др. лесам и т. д., мы встречаемся с соответственным различием в их химическом элементарном составе.

Химический элементарный состав живого вещества земного шара — всей совокупности организмов, определяется, с одной стороны, составом организмов суши, а с другой — организмов моря. Средний химический элементарный состав всего живого вещества, также складывается в подавляющей массе из макроэлементов, а микро — и ультрамикроэлементы составляют небольшой процент. За немногими исключениями (Li, Be, B, F, Ne, Ar) элементы от 1 до 20 номера Менделеевской системы составляют главную массу живого вещества — 99%. Как мы сейчас увидим, в распределении отдельных элементов в живом веществе, а также и в отдельных видах организмов существует известная закономерность, позволяющая довольно строго формулировать закон зависимости состава организмов от свойств атомов.

III

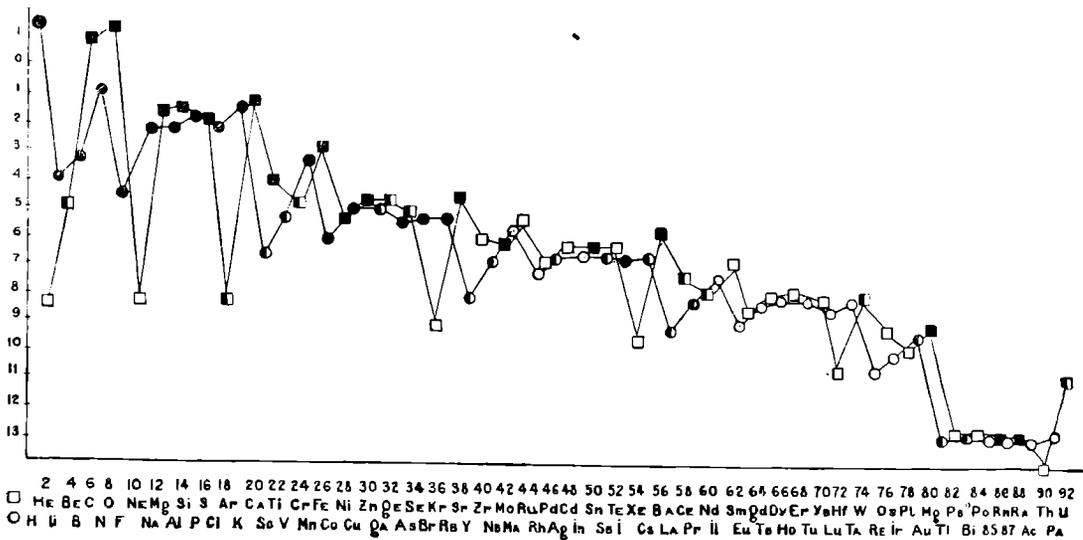
Из сказанного выше должно быть ясно, что задача дальнейшего изучения химического элементарного состава организмов стоит в зависимости от разрешения вопроса о связи между составом всего живого вещества и составом отдельных видов, родов организмов и т. д. Только в такой связи химический элементарный состав вида и т. д., приобретает геохимический смысл и не является ненужной формулой. Иными

словами говоря, нужно искать объяснения состава организмов, исходя из геохимической истории элементов. За последние годы выяснилось, что количества атомов тех или иных химических элементов в земной коре в метеоритах, на солнце и др. природных телах находятся в зависимости от атомного порядкового числа элементов. На основе многочисленных данных были получены графические изображения этой зависимости.

Акад. А. Е. Ферсман пошел дальше, получив численные значения для количества атомов, прибегнув к квантованию. Он показал, что кривые для распространения атомов в земной коре, в метеоритах и т. д. сходны между собой.

Нам удалось путем изучения огромного аналитического материала, относящегося к организмам, получить кривую распространения отдельных химических элементов в живом веществе.

На земной поверхности, в частности на суше, химический элементарный состав живого вещества определяется составом леса. Лес занимает площадь около 22% всей суши (без полярных районов) т. е. 25 млн. кв. км. Эта масса живого вещества в каждый данный момент несоизмерима в настоящее время ни с какой другой массой однородного живого вещества. На суше второе место занимает травянистая растительность, затем живое вещество почв, наконец животный мир. Путем расчета из известных данных можно было найти, что масса леса составляет $n \cdot 10^{17}$ г, а масса травянистой растительности не более $1/5$ массы леса. Из этих данных далее можно было найти средний химический элементарный состав для живого вещества в отношении большинства макроэлементов и некоторых микроэлементов. Несколько слов о химическом составе травянистой растительности. Она, прежде всего, характеризуется химическим составом Gramineae, имеющим высокое содержание Si. Широкое распространение Gramineae известно. Напомним наши луга, поля культурных злаков, ковыльные степи, прерии Северной Америки, пампасы Южной Америки, саванны Бразилии, Африки и Австралии, джунгли тропической Азии с зарослями



Фиг. 1.

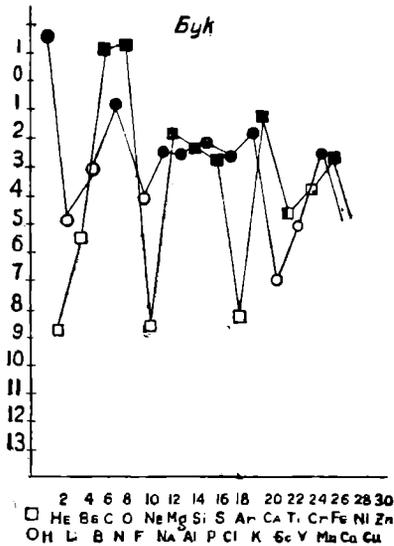
бамбука и т. п. Другим слагающим элементом травянистой растительности являются луга с более пестрым покровом из Compositae, Leguminosae и др., отличающихся от злаков в частности высоким содержанием Са (и малым содержанием Si). Средний химический элементарный состав живого вещества суши, таким образом, находится где-то между составом лесных пород (главным образом их стволов) и травянистой растительностью (+ листья деревьев). Получив нужные данные, можно было путем сравнения содержания отдельных химических элементов в многочисленных видах организмов, расположить их с большей правильностью в порядке возрастания или обратно. Далее определились пределы для содержания отдельных химических элементов в различных видах организмов. Не составляло большого труда, например, показать, что в организмах обычно $Sr > Ba$; $Ni > Co$; $Br > I$; и т. д., а во многих случаях найти и численные выражения отношений $Br : I$; $K : Na$; $Fe : Mn$ и т. д.

Наличие достаточно точных и многочисленных количественных определений для большинства макроэлементов и некоторых микроэлементов позволило нам принять их за опорные точки и построить кривую, изображенную на фиг. 1. На оси ординат положены логарифмы процентов атомов, а на оси абсцисс располо-

жены порядковые атомные номера химических элементов. Сплошными ■ и ● обозначены химические элементы, для которых имеются количественные определения; □ и ○ обозначены элементы, количественно обнаруженные в организмах; □ и ○ обозначено вероятное положение на кривой тех химических элементов, которые еще не были найдены в организмах.

В связи с тем, что геохимическая история четных элементов отличается от нечетных, на что впервые обратили внимание Oddo и Harkins, мы даем отдельно кривые распределения четных (обозначены □, ■, ●) и нечетных химических элементов (обозначены ○, ●, ●) в живом веществе.

Левая сторона таблицы построена на обширном аналитическом материале. Правая сторона страдает некоторой гипотетичностью вследствие отсутствия нужных данных. Полученные нами кривые, показывающие зависимость содержания атомов химических элементов в организмах от порядкового номера (или атомного веса), не являются чем-то вроде „идеального“ закона. Они могли бы быть получены и иным образом, напр. непосредственным суммированием подобных кривых для состава отдельных видов организмов. На фиг. 2 а, б, с приведен атомный состав для дерева (*Fagus sylvaticus*), травянистой растительности



Фиг. 2 а.

(сено) и для саранчи (*Calliptamus italicus*). Общий характер их вполне отвечает кривым среднего химического элементарного состава живого вещества.

IV

Обратимся к кривым, полученным нами (фиг. 1). Кривые четных и нечетных рядов имеют правильные периоды с максимумами и минимумами. Эта периодичность, характерная для каждой из кривой, особенно легко замечается, когда мы рассматриваем каждую кривую отдельно.

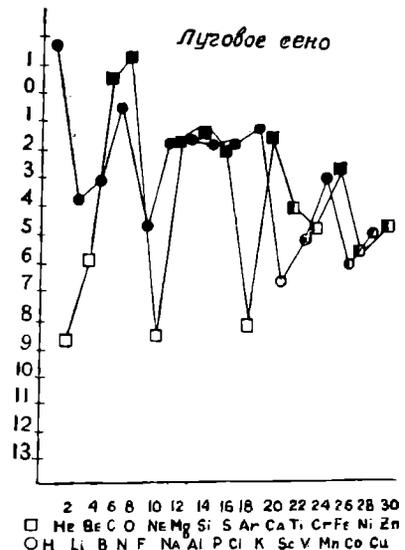
Для элементов четного ряда периоды отвечают формуле $2 + 6 + 6 \dots$; для нечетного ряда $1 + 6 + 6 + \dots$. Элементы, отвечающие этим числам, находятся в максимумах кривых. Для четной кривой существует еще и другая периодичность, но ее численное выражение возможно будет установить из соотношений некоторых пар элементов — Ti — Cr; Mo — Zr; Ce — Nb. Кривая четного ряда по отношению кривой нечетного ряда как бы сдвинута вправо и вверх. Элементы, находящиеся в максимумах четного ряда с подчиненными им элементами нечетного ряда образуют ряд замечательных пар:

Ca/K; Fe/Mn; Rb/Sr; Cs/Ba и т. п.

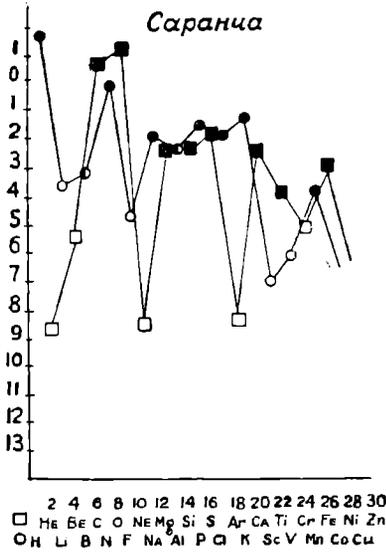
Сравнивая кривые с подобными же 32 кривыми для распространения элемен-

тов, например, в земной коре отмечаем некоторые общие черты. Например, в смысле, той же периодичности (6 и 8), но видим и характерные особенности; так, элементы Li, Be, B и некоторые другие не укладываются в плавную кривую для земной коры, в нашем случае для живого вещества ее не нарушают и т. д.

Из всех химических элементов, которые мы приняли за опорные точки, только положение свинца не отвечает ходу кривой. Для свинца дается $10^{-5} - 10^{-60}\%$ в организмах (или п. $10^{-70}\%$ атомов), тогда как по ходу кривой его содержание не должно превышать п. $10^{-120}\%$ атомов. Но в определениях Pb не исключена возможность ошибок, на которые много раз в специальной литературе обращали внимание. Нечто подобное и с торием, который находили в количестве $10^{-50}\%$ в жив. веществе, а по кривой его положение отвечает не выше $10^{-180}\%$ атомов. В дальнейшем оказалось, что нахождение Th в указанных количествах в организмах следует считать ошибочным, а новые определения дают порядок чисел, не противоречащих намеченному положению Th на кривой. Торий, по нахождению его в организмах, исходя из положения его на кривой, занимает последнее место. С другой стороны, для Th в природных



Фиг. 2 б.



Фиг. 2с.

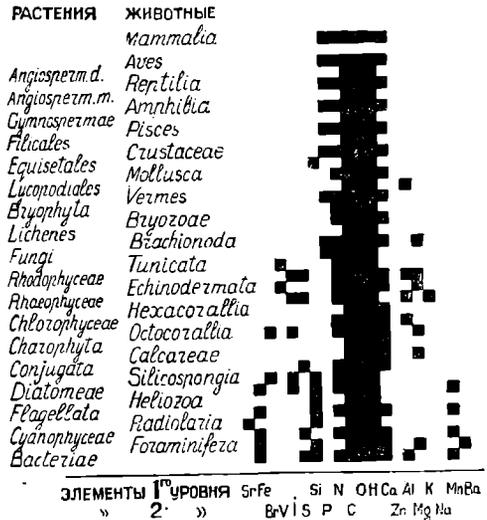
условиях отсутствуют растворимые соединения.

В итоге первого ознакомления с полученной кривой, мы можем высказать положение, что количественный химический элементарный состав живого вещества есть периодическая функция атомного номера. Пользуясь ее графическим изображением, мы приобретаем средство для сравнения состава отдельных организмов, групп и т. п. Дальнейший анализ кривой позволяет сделать еще целый ряд выводов и обобщений. Четный ряд характеризуется, как мы уже говорили, периодом, 2 + 6 + 6... В максимумах его находятся следующие элементы: O, Si, Ca, Fe, Ge, Sr, Ru, Sn, Ba, Hg, Rn и др. В нечетном ряду каждый шестой будет в максимуме (H), N, Al, K, Mn, Ga, Rb и др., ближе не исследованные. Этот список нам хорошо известен по значению всех названных элементов в живом веществе. В отношении всех этих элементов,¹ как хорошо известно, существуют организмы — концентраторы. Мы знаем Si, Ca, Fe, Sr, Ba, Al, Mn и т. д. (и тем более H, N, O) — организмы. Содержание этих элементов в них достигает иногда целых процентов живого веса. О максимальном содержании их в некоторых организмах дается

¹ тех, которые были достаточно изучены.

представление по верхним уровням размаха колебаний для содержания химических элементов в разных организмах. Наиболее разнообразную геохимическую функцию, в частности концентрацию большого числа химических элементов и участие в породообразовании, мы находим среди современных представителей древних форм организмов. Разнообразнейших концентраторов мы находим среди Thallophyta, Protozoa и многочисленных Invertebrata и т. п. На фиг. 3 приведен список организмов в порядке эволюционной системы и химические элементы ими концентрируемые. Получилась своего рода пирамида, в основании которой находятся десятки химических элементов, концентрируемые различными организмами, представителями древних форм. А в вершине, главным образом, Ca и P в накоплении которых только и принимают участие более молодые в эволюционном смысле организмы — Vertebrata.

В процессе эволюции вновь образовавшиеся формы организмов освободились от ряда геохимических функций в смысле участия в концентрации и т. п., сохранив лишь вызванные ими физиологические функции отдельных химических элементов. Значение металл- и металлоид-органических соединений, в малых количествах находимых в организмах общеизвестно.



Фиг. 3.

Дадим короткую справку об исключительном значении указанных „шестых“ элементов в организмах. Значение N, O общеизвестно.

Al. — Среди современных организмов концентраторов Al немного, и геохимический эффект их деятельности в этом направлении невелик сравнительно, например, с кальциевой или кремневой функцией живого вещества. Al концентрируют в настоящее время представители древних форм — виды сем. *Lycopodiaceae* (в золе их находится до 70% Al_2O_3). Затем собирают Al морские водоросли (до 20%) и, наконец, большинство наземных гидрофитов. Нам удалось показать, что древние *Lycopodiales*, занимавшие одно из первых мест во флоре палеозоя *Lepidodendron*, *Sigillariae* — являлись и ключевыми концентраторами Al. Таким образом алюминиевые организмы мы находим в настоящее время, главным образом, в ископаемом состоянии.

Si. — В настоящее время еще известны кремневые организмы, играющие значительную геохимическую роль. Из животных это — многочисленные Protozoa, затем кремневые губки. А из растений — *Diatomeae*, *Equisetaceae*, *Superaeae* и *Gramineae*, о которых речь была выше. Кремневая функция также принадлежит наиболее древним формам организмов. У животных она поднялась только до *Coelenterata*, а у растений до более примитивных, семейств покрытосемянных (однодольных!). Исключительную концентрацию Si проявляют *Equisetaceae* и, вероятно, их палеозойские предки (каламиты).

K. — По содержанию K в организмах часто занимает пятое место (H, O, C, N и K). Гигантские водоросли *Macrocystis*, *Nereocystis* и др. концентрируют его до целых процентов на живой вес.

Ca. — Кальциевая геохимическая функция живого вещества грандиозна и хорошо известна.

Fe и Mn. — Известны железные и марганцевые организмы, содержащие до целых процентов этих металлов. Многие железные и марганцевые руды образованы при участии различных низших организмов.

Sr и Ba. — Известно содержание Sr в скелетах некоторых *Acanthariae* и

зерен $BaSO_4$ у *Xenophyophorae*; были высказаны взгляды об органогенном образовании некоторых целестинов и баритов.

Из кривой далее следует ожидать в некоторых организмах концентрацию помимо того Sn, Ga, Ge, Ru и некоторых других против обычного их содержания в организмах, что не противоречит некоторым известным фактам. Из этого более детального знакомства с кривой можно сделать выводы, что все химические элементы, находящиеся в максимумах кривой (шестые), являются главным субстратом жизнедеятельности древних форм организмов и их современных потомков. Помимо концентраторов первого порядка — порообразователей, следует признать концентраторов второго порядка, накапливающих химические элементы, расположенные на подъемах кривой (но не в минимумах). Например, C, Na, Mg, P, V, Zn и т. д. Процессы накопления этих элементов организмами несравнимы по мощности с концентрациями первого порядка.¹

Химические элементы, находящиеся в минимумах кривых, встречаются в наименьших количествах в различных организмах, а с геохимической точки зрения это те элементы, которые либо вовсе не дают растворимых соединений в природных растворах (биосферы), либо такие соединения немногочисленны и не имеют широкого распространения, как например, элементы IV группы Менделеевской системы: Zr, Hf, Th и др.²

V

Остановимся еще на некоторых более частных случаях закономерностей в составе организмов, вытекающих из дальнейшего анализа кривых. Мы обращали внимание выше, что кривая для четных элементов лежит, в общем, несколько выше кривой для нечетных элементов. Очень вероятно, что для отдельных организмов положение кривых может иметь и обратный характер. Сравним, например, состав большинства водорослей, например, *Laminariae* с составом

¹ Углеводная функция наиболее мощная.

² См. подробнее ст. акад. В. И. Вернадского в этом же номере, (стр. 22).

какого-либо растения суши. В первом случае, благодаря высокому содержанию нечетных химических элементов, кривая для них поднимается над кривой четного ряда. Действительно, в *Laminaria* будет значительно больше, чем, напр., в ксерофитных растениях (злаки и др.) Н (1), В (5), F (9), Na (11), Al (13), Cl (17), К (19), Cu (29), As (33), Br (35), Rb (37), I (53) и наоборот меньше четных, которые будут преобладать в злаках и т. п. — С (6), Mg (12), Si (14), Са (20), Fe (26), Zn (30), Sr (38), Mo (42), Ba (56), Ra (88), и т. д.

Это явление не случайно и находится в зависимости от геохимической истории элементов в море. Ряд еще других нечетных химических элементов в море концентрируется организмами.

Геохимическая история многих нечетных элементов связана с накоплением их в море.

Каждый раз, когда исследователь пытается рассмотреть природные явления с точки зрения поведения атомов — их истории, становится ясным, что такие отдаленные области знания, как геохимия и физиология, находят общий язык.

Fe и Mn являются переносчиками кислорода и в мертвой и в живой природе; распределение I в окружающей среде непосредственно связано с иодным обменом организмов и т. п.; выше мы коснулись вопроса происхождения физиологической роли отдельных химических элементов, исходя из геохимических функций живого вещества и т. д. Кривые позволяют указать еще ряд подобных зависимостей. Всем прекрасно известен физиологический антагонизм некоторых ионов. В вершинах кривых находятся пары химических элементов Са/K, Sr/Rb, Cs/Ba и т. д. Антагонизм их проявляется не только в физиологической функции, но имеет место и в геохимии. Например, богатые Са организмы (породообразователи) как водоросли — из *Corallinacea* бедны К и, наоборот, *Laminariae* и др. водоросли богаты К и бедны Са. Ряд других химических элементов, связанных положением на кривой, имеет общие черты по распространению в определенных организмах. Например, Mn — Al (нечетный с нечетным), но не Fe — Al; Fe — Si (четный с чет-

ным) и т. д. Первая пара характерна для пресноводных растений, вторая же для ксерофитной и мезофитной растительности. Элементы нечетного ряда (К, Mn и др.), находящиеся в максимумах, подчинены соответственным элементам четного ряда. Но у некоторых определенных видов организмов наблюдаем обратное, что влечет изменение в содержании и других химических элементов в данных организмах.

VI

Выводы отчасти уже наметились. Полученные нами кривые для логарифмов чисел процентов атомов показывают правильную периодичность (6, а также 8), с определенными максимумами, а также и минимумами, представляющими известные правильные отклонения от гипотетической наклонной прямой (которую можно провести от Н к U). Периодичность для количества атомов в живом веществе точно наблюдается в пределах 50—60 химических элементов, для которых известны экспериментальные данные. И, будучи в том же виде продолжена, не нарушается теми немногочисленными данными (Au, Hg, Ra и др.), которые имеются для остальных химических элементов. Мы должны ожидать, что новая экспериментальная проверка может многое исправить в наших построениях, но основная идея о периодичности в содержании химических элементов в живом веществе несомненно сохранится. Для нас ясно также, что положение на кривой для отдельных химических элементов в известной мере зависит не только от протонов, но и наружных электронов, иными словами от химических свойств атома. Последние свойства с особой силой выявляются в химическом составе отдельных видов организмов. В распределении химических элементов на кривой видны общие черты с расположением этих элементов в периодической системе Менделеева например, периоды накладываются на определенные, повторяющиеся отрезки кривых и другие. Основной вывод, следовательно, тот, что количество тех или иных химических элементов в живом веществе находится в обратной пропорциональности к их атомным весам (или атомным

числам). Химический элементарный состав живого вещества в основном определяется числами зарядов ядер атомов (протонов).

Совершенно очевидно, что с геохимической точки зрения наши кривые в пределе являются выражением химического элементарного состава не только живого вещества, но и биосферы. Кривые, показывающие распределение атомов в коре выветривания, в биосфере и в других земных оболочках в основе имеют один и тот же закон, но значительно отличающийся в деталях, имеют свой особенный характер. Каждая из парагенетических геосфер будет характеризоваться этими особенностями, находящими отражение в биогеохимическом законе количественного распределения атомов в живом веществе (или биосфере), геохимическом законе распределения атомов в литосфере и т. д. и т. д.

Графическое изображение биогеохимического закона позволило нам затронуть некоторые общие вопросы естествознания. Мы пытались обратить внимание на происхождение физиологических функций отдельных химических

элементов в организмах, как на следствие более общей геохимической функции живого вещества.

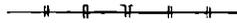
На примере с Al, мы указали возможность геохимического разрешения палеонтологических вопросов. Этот пример не единственный. Например, выяснение нахождения определенных количеств микроэлементов в известных организмах, а с другой стороны их же в некоторых немых известняках и других органогенных породах, позволит проникнуть в тайну происхождения этих пород.

Наряду с морфологической палеонтологией должна найти место и химическая палеонтология.

О нахождении всех химических элементов в организмах мы лишь догадываемся. Биогеохимический закон, подсказывает, где их искать и на какие их количества следует рассчитывать.

Наконец, ряд практических выводов может быть сделан. Так, например, при определении норм нахождения вредных примесей в пищевых продуктах и т. п.

Биогеохимическая
лаборатория АН



О ПУТЯХ ИССЛЕДОВАНИЯ БЕЛКОВ

Проф. В. С. САДИКОВ

I

Белки относятся к веществам, не имеющим постоянного состава и постоянного строения; как коллоидные образования, белки представляют собою системы с крайне изменчивым дисперсным состоянием; в силу этого белки обладают исключительным динамизмом, который особенно выражен в чувствительности их по отношению к влияниям внешней среды.

Природные белки способны испытывать свертывание, т. е. они глубоко изменяются биологически, коллоидо-химически и структурно-химически под влиянием самых разнообразных факторов, как то: механических сотрясений,

облучения ультрафиолетовым светом, под влиянием ультра-звуковых волн и т. д. Недавно Rimington¹ обратил внимание, что все анализы элементарного состава белков должны быть признаны неверными, ибо белок невозможно освободить от 3 или 4 процентов воды, которую он прочно удерживает при самых энергичных условиях высушивания, и эту связанную воду отдает лишь при разрушении свойственного ему строения.

Точно также Loiseleure показал, что высушенные по возможности белки сильно отличаются по своим физиче-

¹ Transactions of the Faraday Society, vol. 26, part 12, 1930, 699.

ским свойствам от водосодержащих белков; сухие белки, например, растворимы в молочной или пирувиновой кислотах, и полученные неводные растворы лишены каких-либо коллоидных свойств. Последние, следовательно, не присущи самому белку, как это считается общепринятым, а приобретаются белком под влиянием воды. В виду этого не исключена возможность, что формы строения безводного белка и формы строения оводненного белка будут сильно отличаться между собою и что привнесение воды и коллоидизация безводного белка создает значительные изменения, что при этом в оводненном белке мы имеем дело не с единым строением, не с индивидуальным, хотя бы и весьма сложным, соединением, но со множеством сложных соединений или с системой взаимодействия между белком и водою.

Коллоидное состояние белка можно считать вовсе не первичным, не простейшим, а, напротив, производным и весьма усложненным состоянием. Коллоидное состояние является фактором неустойчивости и непостоянства состава и строения белка.

С другой стороны нет гарантий в том что при разделении белка от воды, — а в природе безводных белков не встречается, — не происходит больших изменений в составе и в строении и что безводные, не денатурированные белки были бы столь же искусственными, как и коллоидизированные оводненные белки.

Естественным выходом из лабиринта этих противоречий является сопоставление между собою продуктов неглубокого неводного расщепления изолированных денатурированных белков с продуктами неглубокого гидролитического расщепления природных белков.

Но, когда мы говорим о естественных или об искаженных белках, то мы не всегда отдаем себе отчет в том величайшем многообразии тех смесей, из которых состоят те и другие. В случае денатуратного белка эта смесь до некоторой степени стабилизирована, чего не может быть в коллоидизированном нативном белке, где многочисленные компоненты смеси перманентно

меняются, и в смысле дисперсного состояния, и в смысле таутомерных превращений, и в смысле энзимерных перегруппировок и сопровождающих их структурно-химических последствий.

В настоящее время еще не приходится решать, поскольку три формы существования коллоидизированного белка, катионная, анионная и изоионная, являются только выражениями коллоидного его состояния или они могут быть присущи также и ангидридным протеонам, являясь их структурными модификациями. Амфолитная или цвиттеррионная природа белка несомненно связана с наличием в нем особых группировок, а именно свободных аминогрупп и карбоксиллов. Поскольку преобладание получают свободные аминогруппы, белок ведет себя как основание, титруемое кислотами или как катион; поскольку преобладают карбоксилы, белок ведет себя как кислота, титруемая щелочами или как анион; и, наконец, при условии взаимной компенсации аминных и карбоксильных групп наступает нейтральное, изоионное, изoeлектрическое состояние белка.

Но карбоксильные и аминные группы при допущении цикличности белково-комплексов (протеонов) в них могут предсуществовать только в форме боковых цепей, и не характерны для их строения; поэтому циклическое строение наиболее приближается к изоионному видоизменению, а катионное и анионное видоизменения строения являются результатом гидролитического воздействия, при каковом происходит мобилизация аминогрупп и карбоксильных групп.

В этом смысле три формы существования белка связаны с его коллоидизацией и пептизацией или гидратацией, т. е. имеют место в коллоидных системах белка с водою и едва ли могут относиться к ангидридным условиям существования первичных компонентов белка, протеонов, хотя и последние могут обладать кислотными, основными и нейтральными свойствами, как гетероциклические соединения, содержащие в боковых цепях свободные карбоксилы или аминогруппы.

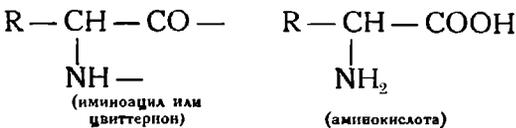
Имея в виду, что нативное, энзими- 37

рованное состояние белка точно так же, как коллоидное (коллодизированное) состояние белка, допускают возможность весьма значительных осложнений агрегации и строения тех первичных структурных форм белковой молекулы, которые существуют в ангидридных условиях, следует в порядке первоочередности поставить проблему изучения белка, как органического соединения, предоставляя области коллоидной протеинохимии и нативной протеинохимии (энзимохимии и иммунохимии протеинов) самостоятельному развитию, конечно, поддерживая с ними ближайший контакт. В этом аспекте проблема строения белка могла бы получить новое направление, ибо белок прежде всего должен познаваться, как органическое соединение или как смесь органических соединений, подобно алкалоидам и т. п. натуральным веществам.

II

Единственным надежным критерием для характеристики белкового вещества, как такового, является обнаружение аминокислот в продуктах его полного расщепления. Для полного расщепления белка до аминокислот необходимо, однако, чрезвычайно энергичное и продолжительное воздействие, напр., таких реактивов, как концентрированная соляная кислота. Это указывает, что освобождение аминокислот от их связей внутри молекулы белка сопряжено с большими трудностями, иначе говоря, — эти связи необычайно прочны.

Изучая ближе сущность гидролитического распада белка, можно было убедиться, что аминокислоты не присутствуют в строении белка, а образуются вторично путем присоединения компонентов воды к парным группировкам, которые можно назвать иминоацилами или иминокислотными остатками:



При сцеплении двух иминоацилов, какое имеет место в строении пептидов, полипептидов и белков, образуется так называемая пептидная связь.



Гидролитическое расщепление белка осуществляется посредством гидратации (оводнения) энольной формы пептидных связей и присоединения компонентов воды Н и НО по месту пептидной связи с разрывом этой связи. Пептидная связь может считаться характерной для строения белков и пептидов, поскольку она объясняет происхождения аминокислот.

Особую форму пептидной связи мы встречаем в растительных белках, когда образуются не две свободные аминокислоты, а одна свободная аминокислота с одной стороны и амид аминокислоты с другой стороны. Это имеет место в строении эдестина (белок из семян конопли), где при энзиматическом расщеплении образуется аспарагин и в строении глиадина (белок из пшеничной муки), где образуется глутамин. В отличие от обычной amino-пептидной связи здесь можно говорить об амидо-пептидной связи. Возникает сомнение в том, всегда ли предсуществует та или иная форма пептидной связи в строении белков; скорее всего пептидные связи представляют собою вторичные образования, подобно тому, как это имеет место для аминокислот.

III

В общих чертах строение белка может быть представлено, как сцепление иминоацилов 1) либо в виде алифатических, открытых цепей различной длины (полипептиды), 2) либо в виде пептиновых гетероциклов, состоящих из двух, трех или большего числа иминоацилов (циклодипептиды, циклотрипептиды, циклополипептиды); 3) либо указанные типы пептиновых гетероциклов связаны между собою иминоацильными перемычками или содержат иминоацильные, остатки в виде боковых цепей.

Вопрос о том, какое преимущественно

строение имеют белки, алифатическое или циклическое, не является еще окончательно установленным в силу своей большой сложности, но нужно иметь в виду, что 1) все обычные препараты белков представляют собою смеси из множества разнообразных первичных белковых соединений, протеинов, которые в сущности еще настолько мало изучены, что могут казаться гипотетическими; им свойственно преимущественно циклическое строение; 2) при коллоидизации (превращении в коллоид) и нативизации (пронизывание энзимами) белки могут давать сложные белковые системы, состоящие не только из суммы упомянутых выше протеинов, но также из суммы продуктов превращения, которые возникают при действии коллоидизатора, а именно воды, или кроме того еще дополнительно под влиянием энзимирования. Здесь, повидимому, может в значительной степени происходить мобилизация свободных иминоацилов (или цвиттерионов) за счет разрыва кольчатых белковых соединений, и возникает энзиматическое или коллоидное равновесие между алифатическими и циклическими формами белка; 3) циклические формы белка могут быть весьма разнообразными; далеко не исключительно, всегда преобладают формы диоксопиперазинового типа, а могут встречаться пиперидиновые и пирролидоновые и др. строения. Так как частичное расщепление белков до сих пор производилось главным образом в условиях водных, гидролитических, а не в условиях ангидридных, то многие формы гетероциклов могли ускользать от наблюдения или в значительной степени изменяться, переходя во вторичные образования; 4) если бы полипептиды, т. е. соединения, подобные тем, какие получены из аминокислот синтетически, преобладали в строении белка, то становится малопонятной чрезвычайная сопротивляемость большинства белков действию крепких кислот; истинная пептидная связь разрывается сравнительно легко под влиянием гидролиза в присутствии кислот; повидимому, в строении белка преобладают не истинные пептидные связи, а псевдопептидные связи, кото-

рые в процессе гидролиза должны предварительно испытать таутомерное преобразование в энольную или кетонную модификацию истинной пептидной связи, и только тогда пептид приобретает способность к расщеплению с образованием аминокислот; 5) многочислены циклотрипептидного типа или циклины, в строении которых участвуют пролиновые, и пирролидоновые остатки сообщают белку значительную степень устойчивости к гидролитическим воздействиям, ибо они выдерживают без разрушения многочасовое нагревание в автоклаве с 4% серной кислотой при 180°.

Что касается возможности вторичного образования циклопептидов из полипептидов, то она маловероятна; образование циклодипептидов в условиях каталитического расщепления белков не имеет места, как это показано опытами Н. Д. Зелинского с синтетическими дипептидами; в условиях автоклавного нагревания с минеральными кислотами, имеющими концентрацию в 1 и тем более 2%, дипептиды распадаются на аминокислоты, а отнюдь не испытывают ангидризации.

Для того, чтобы перейти от изучения белковых систем и продуктов их пептизации, гидратации, гидролиза и распада к изучению белковых комплексов или белковых гетероциклов, входящих в строение белковых мицелл или протеинов, в настоящее время намечаются два пути: 1) каталитическое автоклавное расщепление белка при посредстве слабых кислот или слабых оснований и 2) ангидридное автоклавное расщепление белка различными химическими реагентами в условиях полного исключения возможности гидролитического разрыва пептидных связей, поскольку они действительно находятся в строении белка.

Сравнительно малая устойчивость пептидной связи и значительная устойчивость продуктов каталитического расщепления в условиях автоклавного расщепления белка могут быть объяснены вторичным образованием пептидных связей. При гидролитическом расщеплении белка, повидимому, имеет место таутомерное преобразование первичных

связей в пептидные, а при каталитическом расщеплении этот процесс преобразования замедлен, и потому первичные связывающие группировки в меньшей мере подвергаются распаду, и циклические строения сохраняются.

Для большей успешности в деле распознавания строения белковых гетероциклов среди продуктов каталитического расщепления белка необходима предварительная детальная аналитическая разведка аминокислотного состава отдельных экстракционных фракций, без предварительного изолирования отдельных химических индивидов, и только затем должно следовать изолирование гетероциклов и исследование продуктов их гидролитического расщепления. Таким образом одновременно можно достигнуть отдельных результатов в трех направлениях, а именно: 1) разработки нового типа количественного анализа и нового рода характеристики белковых веществ, 2) изучения природы и строения изолированных в тех или иных фракциях гетероциклов, пептидов и аминокислот; 3) создание способа препаративного выделения циклопептидов, пептидов и аминокислот.

IV

На современной стадии развития белковой химии характеристика белка основана: а) на физико-химических показателях; они характеризуют белок, как белково-коллоидную систему, в) на распределении различных форм сочетания азота и серы; оно дает указания на взаимоотношение отдельных химических группировок в продуктах гидролитического распада белка.

Распределение форм сочетания азота и количественное определение аминокислот посредством колориметрии тирозина, цистеина, гистидина, триптофана и аргинина, посредством метода Фишера-Декина или Тауна-Бразвера, учет пролина, аланина, глицина, аспарагиновой кислоты, фенил-аланина и т. д. осуществляется в настоящее время в продукте полного гидролиза всего белка, без предварительного разделения его на гидролизатные фракции, хотя бы по этапам глубины гидролиза.

40 Беря в основу анализа белка не

гидролитическое, а каталитическое расщепление, мы имеем возможность разделения продуктов автоклавного расщепления по экстракционным фракциям, учитывая в них выхода, общее содержание азота и содержание циклического азота, а также различные формы сочетания азота и серы.

Имея таким образом полную картину количественного распределения в каждой фракции, мы можем приступить к изолированию гетероциклов посредством дробной кристаллизации из индифферентных растворителей. Следует отметить, что в экстрактах, особенно эфирном и хлороформном, находятся почти исключительно гетероциклы, и Слайковский азот равен нулю. Изолированные циклические соединения, если они представляют собою диоксопиперазиновые производные, поддаются сравнительно легко разъяснению благодаря той предварительной разведке аминокислотного состава, о которой говорилось выше. После установления элементарного состава и молекулярного веса, индивидуальный гетероцикл подвергается гидролизу и микроаналитическому исследованию по одному из тех методов, который наиболее соответствует преобладающим во фракции аминокислотам.

При этом новом методе систематического анализа белковых веществ мы будем иметь впервые количественный учет гетероциклов; в отличие от метода Фишера-Декина, здесь методика аналитическая доминирует над препаративной, сопровождающейся большими потерями; здесь поэтому возможно вести исследование белка в условиях микрометодических с малыми навесками белка. Если приходится количественное обследование аминокислот производить не один раз, в общем гидролизате, а четыре раза в экстрактах эфирном, хлороформном, амилово-алкогольном (или норбутиловом) и в водной (остаточной) неизвлекаемой фракции гидролизата, то это только углубляет исследование и дает более полный учет циклопептидного состава белка.

Препаративная проработка нового метода исследования белков имеет заданием 1) изолирование гетероциклов

для ближайшего изучения строения и свойств с точки зрения уточнения аналитического учета; 2) массовое получение гетероциклов для изучения их дериватов и как материал для синтезов; 3) получение отдельных аминокислот путем расщепления гетероциклов; 4) более доступное разделение аминокислот путем гидролиза каждой из указанных четырех фракций, так как экстракционное фракционирование катализата осуществимо полнее и легче, чем разделение аминокислот посредством фракционированной дистилляции их эстеров по Э. Фишеру, или посредством дробной кристаллизации медных и других металлических солей аминокислот, хотя бы даже по принципу Тауна-Бразера, примененному к общему гидролизату.

Препаративное применение нового метода анализа белков должно нам сделать доступными не только аминокислоты, но и циклопептиды при использовании технических белковых отходов различного происхождения (маслобойная, кожевенная, рыбоконсервная, мясная и т. п. промышленности). Но наряду с анализом белков, наряду с проблемой выяснения строения составляющих его гетероциклических образований, стоит задача синтеза как отдельных аминокислот, так и циклопептидов и, наконец, таких ассоциатов циклопептидов в протеоны и мицеллы, которые наиболее близко напоминали бы свойства белка.

Работы по синтезу в области полипептидов, поставленные Э. Фишером и его соратниками, потребовали труда нескольких десятилетий, и даже в настоящее время после триумфального пути великих достижений, несмотря на блестящую и гениально-задуманную и не менее гениально разработанную методику — синтеза полипептидов крайне малодоступны; они не могут быть общим достоянием вследствие трудной доступности и дороговизны исходных аминокислот и ограниченных выходов полипептидов. Итти синтетически далее трипептидов решались после Э. Фишера лишь немногие исследователи. Но и получение трипептидов в достаточно больших количествах потребовало бы много времени, труда и материальных затрат. Итти дальше

Э. Фишера по пути систематического синтеза навстречу приближению к строению белка, базируясь на достижениях белковой химии в после-Фишеровский период, можно было бы в направлении синтезов циклопептидов; но, несмотря на отчетливость начертания пути, на этот путь пока вступить не решаются даже эпигоны Фишеровской школы. Совершенно несомненно, задача циклирования полипептидов является еще более трудной, чем синтеза полипептидов, и продвигаться по этому пути можно только весьма медленно. Область циклопептидов потребует многие десятилетия для своей разработки, и она была бы под силу только объединению ряда белково-химических или биоорганических лабораторий или институтов.

Одним из главных затруднений в области синтеза циклопептидов является малая доступность аминокислот; синтезы аминокислот очень дороги, а препаративное получение их из гидролизатов технических белков сталкивается с затруднениями их разделения и очистки. Поэтому комбинация каталитического и гидролитического метода расщепления белков и проработка его для препаративных целей приобретает большие перспективы.

V

Исследование белка, как био-органического соединения, должно быть теснейшим образом связано с энзимохимией белка или с протеолитическими энзимами. Энзиматический распад белка отличается несколько от гидролитического распада белка при помощи химических реактивов; он напоминает каталитический распад, но осуществляется при посредстве кислот или щелочей, взятых в малых концентрациях, но действующих продолжительные сроки. Применяя последовательно пепсин, трипсин и эрепсин или дипептидазу из дрожжей, можно расщепить белок до аминокислот; при этом наблюдается также образование диоксопиперазинов, которые можно считать либо первичными продуктами распада белка, либо продуктами реверсии или ретроградации, т. е. вторичным пре-

образованием аминокислот и дипептидов, испытывающих ангидризацію или циклизацію. И то и другое говорит в пользу натуральности циклических форм строения в белке, ибо энзимы никогда не вырабатывают ненатуральных веществ, точно так же, как и не расщепляют ненатуральных соединений.

В некоторых случаях энзиматический гидролиз белка дает возможность выявления таких продуктов или таких связей, которые не выдерживают воздействия кислот или щелочей.

Протеолитические энзимы имеют, кроме того, важное значение, как реактивы на натуральность строения гетероциклов, выделяемых из катализатов или получаемых синтезом. Для опробования натуральности строений необходимо иметь набор более или менее дифференцированных пептидаз, разыскивая их в тканях организма и разделяя их всеми современными способами сорбции и элюирования.

VI

Если энзимы служат реактивами для опробования натуральности строения продуктов каталитического или ангидридного расщепления белков или продуктов синтетического воспроизведения тех или других, то биологические реакции дают показания, поскольку данный продукт биологически близок к нативному состоянию белка, поскольку он является антигеном.

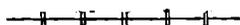
Природа антигеновой и гаптенной группировки, имеющих иммуномерные строения, начинает смутно вырисовываться из облекающего их тумана. Новейшие работы в области иммунохимии показали большое значение сахаридных и глюкозидных комплексов. Иммуномерные взаимоотношения можно отчасти объяснить соотношениями кон-

фигураций строения сахаридных комплексов в белке и в антибелке; иммунодействие, осуществляемое в живом организме основано на способности его энзимов вызывать перегруппировки конфигураций, например превращать одну модификацию в другую, при чем модификация ответная или гаптенная должна влиять как-то нейтрализующе на модификацию первичную, антигеновую.

Известны единичные указания на то, что химические соединения определенного строения могут функционировать в качестве антигенов. Повторная инъекция кроликам триметиламина и алифатических аминов с числом углеродов, начиная с 5 до 17, вызывает образование специфических преципитатов и антител (гаптенов), предохраняющих животное от смертельных доз амина.

Ввиду этих данных, в системе исследования строения белка неизбежно иммунологическое опробование антигенности строений тех продуктов, которые получены при каталитическом и ангидридном расщеплении, либо при синтетических построениях. И, быть может, не только сахаридные комплексы, но и гетероциклические амины могут обусловить антигенную натуральность строения, приближающегося, к белковой мицелле.

Если первым этапом в области исследования строения белка должно быть выявление натуральных гетероциклов и их синтетическое воспроизведение, то вторым этапом будет построение натуральных гетероциклических систем (протеонов) и, наконец, третьим завершающим этапом нужно считать построение белковой мицеллы, вводя в строение синтетических протеонов сахаридные комплексы, сообщающие им свойства антигенов.



ГОРМОНЫ РАСТЕНИЙ

Акад. ВУАН Н. Г. ХОЛОДНЫЙ

I

Одна из характерных особенностей современного естествознания заключается в том, что во всех областях его большое внимание уделяется предметам и явлениям необычайно малого масштаба. В частности в физиологии мы наблюдаем повышение интереса к тем явлениям, которые обычно объединяют под названием олигодинамических. К ним можно отнести также процессы, связанные с работой энзимов, витаминов и гормонов, — веществ, образуемых самим организмом (энзимы, гормоны) или получаемых им извне (витамины) и обладающих исключительно высокой физиологической активностью в ничтожных концентрациях. Особенно большой интерес в настоящее время вызывают витамины и гормоны. За сравнительно короткое время — несколько десятилетий — накоплен громадный фактический материал, выясняющий исключительную по своей важности физиологическую роль этих веществ. За последние годы сделаны большие успехи и в области изучения химической их природы, успехи настолько серьезные, что в некоторых случаях синтетическое получение этих важнейших в теоретическом и практическом отношениях веществ представляется уже делом весьма недалекого будущего.

На страницах „Природы“ не раз появлялись статьи и заметки, посвященные вопросу эндокринологии — науки о внутренней секреции. Основные достижения этой науки теперь являются достоянием широких кругов, интересующихся естествознанием. Едва ли нужно поэтому еще раз подробно разъяснять, что понимает современная физиология под словом гормон. Достаточно напомнить, что это понятие, впервые введенное в науку в 1905 г. английским физиологом Старлингом, объединяет группу весьма разнородных в химическом отношении веществ, продуцируемых самим организ-

мом и обладающих способностью, распространяясь по всему организму, видоизменять, направлять или регулировать течение различных его физиологических процессов.

Почти всеми нашими сведениями о гормонах мы обязаны исследованиям над животным организмом. О гормональных явлениях у растений мы еще недавно почти ничего не знали, хотя в течение последних 50 лет не раз высказывались идеи, предвосхищавшие основные положения современной эндокринологии, в применении именно к растительным организмам. Такие идеи мы встречаем в старых работах Сакса (1887), Бейеринка (1888), Эррера (1905) и некоторых ботаников-физиологов более позднего времени.

Первая серьезная попытка подойти к проблемам физиологии растений с точки зрения учения о внутренней секреции принадлежит немецкому физиологу Габерляндту. Еще в 1902 г., культивируя на искусственных питательных субстратах изолированные клетки, выделенные из листовой паренхимы высших растений, Габерляндт сделал наблюдения, которые стали исходной точкой всех его дальнейших исследований. А именно он установил, что такие клетки могут жить в течение нескольких недель и даже обнаруживают при этом довольно значительный прирост, свидетельствующий о хорошем питании. Однако, клеточных делений у них никогда не наблюдается. Обдумывая возможные причины этого явления, Габерляндт остановился на предположении, что „в условиях нормального роста из определенных органов, тканей или клеток растения исходят химические раздражения, которые играют важную, быть может, даже решающую роль в процессах клеточного деления“ и, что этих именно раздражений недостает изолированным клеткам, культивируемым на искусственных питательных субстратах.

Чтобы исследовать вопрос о существовании таких химических возбудителей клеточных делений, Габерляндт поставил прежде всего ряд опытов с небольшими, в несколько кубических миллиметров пластинками, вырезанными из картофельных клубней. Как известно, клетки паренхимы этих органов обладают значительным запасом питательных веществ и способностью делиться возле пораненных мест, образуя так называемую защитную или раневую пробку. Поместивши такие пластинки во влажную камеру и исследуя их через некоторые промежутки времени под микроскопом, Габерляндт заметил интересную разницу между пластинками, содержащими отрезки сосудо-волоконистых пучков и не содержащими их. Пластинки без пучков или с очень короткими участками их в течение недели отмирали. Клетки паренхимы легко отделялись одна от другой, растворения крахмала и клеточных делений совсем не наблюдалось. Иную картину представляли срезы с более длинными пучками. Тут только на расстоянии 1—2 мм от проводящих элементов луба клетки паренхимы оставались бесцветными и отмирали. Ближе к пучкам они по большей части приобретали бурю окраску, были прочно соединены одна с другой, имели густую протоплазму с многочисленными тяжами и часто делились перегородками, параллельными поверхности срезов. В некоторых местах вся паренхима превращалась во вторичную меристему, которая с течением времени давала раневую пробку. Из этих опытов Габерляндт сделал вывод, что „в небольших фрагментах паренхимы картофельных клубней клеточные деления могут иметь место только в том случае, если на соответствующие клетки, кроме раздражения от раны, действует еще раздражение, исходящее из проводящих пучков“. Так как при этом неполные пучки, состоящие из одного луба, вызывали такой же эффект, как и полные, то отсюда можно было заключить, что указанное раздражение исходит именно из элементов флоэмы.

Какова же природа этого раздражения? Дальнейшие опыты Габерляндта показали, что здесь мы, повидимому,

имеем дело с диффузией какого-то вещества, выделяемого флоэмой пучков. Вырезавши из центральной беспучковой части клубня пластинки паренхимы, Габерляндт приклеивал их при помощи 2% агар-агара к другим пластинкам, приготовленным из периферической части клубня и содержащим значительное количество проводящих пучков. Через неделю микроскопическое исследование показало, что во многих беспучковых пластинках, на стороне, обращенной к пластинке с пучками, клетки паренхимы начали делиться. В контрольных опытах с беспучковыми пластинками, которые Габерляндт просто клал на поверхность 2% агара, клеточных делений совсем не наблюдалось.

Габерляндт высказал предположение, что вещество, вызывающее деление клеток, образуется, по всей вероятности, в сопровождающих клетках луба, которые своим строением (густая протоплазма, большие ядра) напоминают клетки секреторных органов. „Возможно, говорит он, что здесь образуются и другие гормоны“.

Описанные опыты были затем повторены со стеблями и листьями различных других растений, причем получились те же результаты, т. е. деление клеток наблюдалось только там, где были проводящие пучки. Точно так же, как у картофеля, и у этих объектов удавалось вызвать деления в беспучковых участках паренхимы, приводя их в соприкосновение с участками, содержащими отрезки пучков. При этом оказалось, (опыты Лампрехта с листьями), что гормон клеточных делений не специфичен, т. е. раздражение, вызывающее деление клеток паренхимы возле ран, передается из ткани листа одного вида в ткань листа другого вида или даже другого близкого рода.

Выяснивши значение сосуdivо-волоконистых пучков, как места образования и выделения вещества, необходимого для деления клеток¹ в пораненных участках паренхимы различных растительных ор-

¹ Этому веществу Габерляндт дал название лептогормона, чтобы подчеркнуть особое значение лептома, т. е. живых тонкостенных элементов луба в его образовании.

ганов, Габерляндт обратился к изучению роли самого ранения. Уже и раньше различными исследователями высказывалась мысль, что основную причину деления растительных клеток возле ран следует искать в химическом раздражении, которое вызывают вещества, выделяемые поврежденными тканями. Габерляндт поставил ряд опытов, которые по его мнению, подтверждают существование таких „раневых гормонов“. Так, например, зырезавши несколько одинаковых пластинок из клубня кольбари, Габерляндт часть их тщательно промывал в течение нескольких минут под струю водопроводной воды, с целью удалить остатки содержимого из перерезанных клеток, а затем покрывал поверхность некоторых из этих пластинок кашицею, приготовленною путем растирания в ступке тканей того же самого объекта. Пластины как намазанные кашицею, так и контрольные без кашицы, помещались на 2—3 недели во влажную камеру.

Оказалось прежде всего, что под промытыми раневыми поверхностями возникает гораздо меньше клеточных делений или, по крайней мере, они наблюдаются в меньшем числе клеточных слоев, нежели под непромытыми поверхностями. Наоборот, под тонким слоем тканевой кашицы промытые пластинки давали такое же или даже более значительное количество клеточных делений, чем контрольные непромытые.

Очень интересны опыты Габерляндта с мясистыми листьями толстянковых (*Sempervivum*, *Sedum* и др.). Эти листья Габерляндт разделял на две продольные половинки двумя способами: либо разрезая их бритвою, либо просто осторожно разрывая. В первом случае поверхность раны была покрыта многочисленными поврежденными (перерезанными) и отмирающими клетками, во втором — таких клеток не было, так как, благодаря рыхлому строению паренхимы листа, клетки ее легко отделялись одна от другой по межклетным пространствам и срединным пластинкам. Разрывы отдельных клеток наблюдались только в эпидермисе. После 5—8-дневного пребывания во влажной камере, на половинках, приготовленных путем раз-

реза, можно было наблюдать побурение раневой поверхности, деления во всех клетках ближайшего к ране слоя и образование типичной пробки; наоборот, поверхности разрыва оставались зелеными, и клеточных делений под ними почти совсем нельзя было обнаружить. Делились иногда только те клетки мезофилла, которые непосредственно прилегали к поврежденным при разрыве клеткам эпидермиса. Можно было, однако, вызвать деления клеток и под поверхностями разрыва. Для этого достаточно было покрыть их тонким слоем кашицы или просто соком из тканей листьев тех же самых или даже других растений (принадлежащих к иным видам и родам).

Все эти опыты, а также и многие другие (с поврежденными волосками, устьицами и т. д.), по мнению Габерляндта, доказывают, что продукты разложения убитых клеток действуют, как гормоны клеточных делений. Таким образом, по Габерляндту, существует два рода веществ, вызывающих деление клеток: первичный гормон, выделяемый некоторыми элементами флоэмы, или лептогормон и вторичный, образуемый только поврежденными или отмирающими клетками (раневой гормон, некрогормон).

В дальнейших своих исследованиях, на которых мы тут не будем останавливаться, Габерляндт особенное внимание уделил раневым гормонам и описал целый ряд интересных опытов и наблюдений, которые, по его мнению, свидетельствуют о том, что эти вещества играют большую роль не только в заживлении ран, но также и в явлениях оплодотворения, партеногенеза и образования адвентивных зародышей у самых разнообразных растений.

Следует, однако, иметь в виду, что, если опыты, из которых Габерляндт заключает о существовании первичного гормона клеточных делений, или лептогормона, представляются довольно убедительными, то нельзя сказать того же о его раневых или некрогормонах. Существование их весьма проблематично. Все описанные Габерляндтом явления, из которых он делает вывод о выделении поврежденными клетками вторичного гормона клеточных делений, можно объ-

яснить значительно проще, если предположить, что поврежденные участки тканей просто обогащаются первичным гормоном клеточных делений, притекающим сюда из здоровых тканей. Впоследствии мы увидим, что в пользу этого предположения есть косвенные данные.

Кроме того, химические процессы, происходящие в поврежденных и отмирающих клетках, отличаются несомненно большим разнообразием и дают весьма различные продукты, в зависимости от характера клеток, от внешних условий, от загрязнения раны теми или иными бактериями и т. п. Трудно допустить, чтобы все эти разнообразно направленные процессы всегда давали начало веществам, обладающим специфическим свойством вызывать деления в клетках постоянных тканей.

Можно пожалеть о том, что Габериандт в своем увлечении раневыми и некрогормонами не подверг углубленной проработке вопрос о гормональной функции флоэмы неповрежденных пучков, в пользу которой он привел столь убедительные данные в своих первых работах. Этот вопрос ждет новых исследователей, особенно в связи с новейшими работами о так называемом ростовом гормоне, который тоже, повидимому, может возникать в элементах флоэмы. К этим работам мы теперь и обратимся.

II

В современной физиологии растений под ростовым гормоном подразумевают вещество, образуемое тем или иным органом растения и обладающее способностью, проникая в растущие ткани, регулировать, т. е. увеличивать или уменьшать скорость роста их клеток, причем заметный эффект вызывают уже ничтожные следы этого вещества. Следует иметь в виду, что ростовой гормон действует преимущественно или даже исключительно на ту стадию роста клетки, которая известна под названием „стадии вытягивания“. Растительные клетки в этой стадии увеличивают свой объем главным образом за счет вбираемой извне и накапливаемой в вакуолях воды. Это явление сопровождается значительным приростом клеточной обо-

лочки, но объем живого содержимого клетки (протоплазмы, ядра, пластид) заметно не увеличивается, а во многих случаях несомненно даже уменьшается.

Впервые идея о существовании в растительном мире ростового гормона в указанном смысле слова была высказана одним из наиболее выдающихся физиологов нашего времени — Ж. Лёбом в 1917 г. Исследуя явления регенерации у *Bryophyllum*, он пришел к предположению, что листья обладают способностью выделять особые вещества — гормоны, ускоряющие рост стебля. В той же работе Лёб выдвинул гипотезу, что геотропический изгиб стебля объясняется накоплением ростового гормона в клетках физически-нижней стороны его. Как мы вскоре увидим, оба эти предположения позже были подтверждены исследованиями других авторов, причем следует отметить, что большинству их указанная работа Лёба, повидимому, осталась совершенно неизвестна.

Таким образом, учение о ростовом гормоне и о его физиологической функции едва насчитывает 15 лет. За этот относительно короткий срок выросла, однако, большая литература, посвященная этому вопросу, успели народиться теории, охватывающие более или менее широкий круг явлений, появились лаборатории, которые разрабатывают почти исключительно вопросы, соприкасающиеся с учением о ростовом гормоне и т. д. Было бы затруднительно поэтому следовать историческому порядку в нашем изложении. Постараемся набросать только общую картину современного положения вопроса о ростовом гормоне и наметить некоторые основные проблемы, которые предстоит разрешить дальнейшим исследованиям в этой области.

Насколько нам известно, в растительном мире не существует настоящих желез внутренней секреции, т. е. анатомически обособленных образований, выполняющих исключительно ту или другую эндокринную функцию, как у животных. Однако, и в растительном организме имеются комплексы клеток или отдельные клетки, которые образуют и выделяют вещества типа гормонов. Таковы клетки первичной меристемы

точки роста стебля и корня, уже упомянутые выше, сопровождающие клетки флоэмных пучков и некоторые другие. Элементы растений, продуцирующие гормоны, как и все вообще железистые клетки, большей частью обладают густой протоплазмой и большими ядрами. Так как растения, даже высшие, значительно уступают типичным представителям животного царства в степени физиологической специализации их анатомических элементов, то можно думать, что растительные клетки, выделяющие гормоны, одновременно выполняют и некоторые другие функции.

Образование и физиологическое действие ростового гормона наилучше изучены на колеоптилях злаков. Так называется первый лист проростка этих растений, лишенный хлорофилла и имеющий форму чехла или пальца перчатки, т. е. пустого в середине цилиндра, закрытого и конически суженного вверху.

Пробиваясь первым из почвы, этот орган служит защитой для более нежной почки — верхушки стебля с зачатками настоящих зеленых листьев молодого растеньица, которая находится внутри колеоптиля.

Колеоптиль многих злаков, например овса, отличается быстрым ростом и способностью реагировать на внешние раздражения так называемыми тропическими движениями, т. е. изгибами, направление которых зависит от направления действующей внешней силы (света, силы тяжести и т. п.). Эти движения объясняются неравномерным ростом различных сторон органа. Как рост, так и направление индуцированных внешними раздражителями движений регулируются импульсами, исходящими из верхушки колеоптиля. На это явление одним из первых обратил внимание Ч. Дарвин.

Если колеоптиль овса декапитировать, т. е. отрезать у него верхушку длиной в 1,5—2 мм, то рост его почти совершенно приостанавливается и в то же время исчезает способность к фототропической, геотропической и другим реакциям. Как рост, так и способность реагировать на внешние раздражения изгибами возобновляются лишь часа через три после операции. Можно,

однако вызвать возобновление роста и изгибов и немедленно после операции, если отрезанную верхушку опять насадить на обезглавленный колеоптиль. Изолированная верхушка оказывает свое действие и в том случае, если ее отделяет от колеоптиля слой желатины или агар-агара. Можно, наконец, заменить отрезанную верхушку просто комочком желатины или агар-агара, которые перед этим находились некоторое время в контакте с поверхностью среза отделенной от колеоптиля верхушки. Все эти факты говорят за то, что из верхушки колеоптиля диффундирует некоторое вещество, являющееся регулятором роста и движений этого органа. Это вещество и получило название ростового гормона. Возобновление роста и тропических реакций у декапитированного колеоптиля через некоторое время после операции объясняется регенерацией инкреторного органа, функцию которого берут на себя клетки, расположенные возле раны.

Гормон, выделяемый верхушкой колеоптиля, ускоряет рост этого органа. В этом легко убедиться, если изолированную верхушку насадить на обезглавленный колеоптиль так, чтобы только одна половина его получала ростовой гормон. Тогда рост этой половины усиливается, и весь орган образует изгиб в противоположную сторону.

Этот опыт наводит на мысль, что фототропические, геотропические и другие изгибы, наблюдаемые в естественных условиях у неповрежденных колеоптилей, также объясняются неравномерным распределением ростового гормона между различными сторонами органа, неодинаково ориентированными относительно того или иного внешнего фактора (свет, сила тяжести и т. п.). И действительно, если взять, например, изолированную верхушку колеоптиля овса и, освещивши ее с одной стороны, собрать отдельно ростовой гормон, выделяемый освещенной и затененной половиной верхушки, то оказывается, что затененная половина всегда дает значительно больше гормона, чем освещенная.

Измерение количества гормона производят следующим простым способом. 47

Кубик агар-агара, находившийся некоторое время в контакте с поверхностью среза освещенной половинки верхушки колеоптиля, насаживают на декапитированный колеоптиль овса таким образом, чтобы он покрывал приблизительно половину поверхности среза этого органа, и через некоторое время измеряют угол отклонения колеоптиля от вертикали. То же самое проделывают с кубиком агар-агара, с которым в течение такого же промежутка времени соприкасалась затененная половинка верхушки. Как показал Вент (1928), угол отклонения обезглавленного колеоптиля от вертикали при одностороннем соприкосновении его с агаровым кубиком, содержащим ростовой гормон, прямо пропорционален количеству гормона в кубике.

Таким образом опыты подтвердили предположение о том, что фототропические изгибы колеоптилей овса обусловливаются неравномерным распределением ростового гормона между освещенной и затененной частями органа. Позднейшие исследования показали, что и у других растительных органов, например у стеблей двудольных, в основе фототропических изгибов лежит то же самое явление.

Все сказанное относительно фототропической реакции колеоптиля относится и к геотропическим его движениям. Если колеоптиль овса привести в горизонтальное положение, то он, как и стебель большинства растений, изгибается кверху, вследствие ускоренного роста нижней стороны. Исследования последних лет показали, что это ускорение роста объясняется усиленным притоком ростового гормона к клеткам нижней стороны колеоптиля. То же самое установлено и относительно других отрицательно-геотропических органов растений.

У большинства растений вегетационная верхушка их стеблей выделяет ростовой гормон, регулирующий рост этого органа. Повидимому, однако, это вещество образуется и в других тканях стебля, например во флоэме проводящих пучков. Если из стебля проростка лупина при помощи особого сверла удалить его среднюю часть со всеми проводящими

тканями, то оставшийся полый цилиндр, состоящий только из паренхимы коры и эпидермиса, почти не обнаруживает роста и совершенно не реагирует на геотропическое раздражение. Если же воспользоваться более узким сверлом, чтобы не были затронуты флоэмные пучки, то стебель сохраняет способность к росту и геотропическим движениям. Можно, однако, заменить недостающие флоэмные элементы другим источником ростового гормона. Достаточно, например, поместить в середину высверленного бесфлоэмного стебля отрезанную верхушку колеоптиля кукурузы или даже просто кусочек желатины, пропитанный ростовым гормоном из того же колеоптиля. После этого рост высверленного стебля значительно ускорится, и он начинает нормально реагировать на геоиндукцию положительными геотропическими изгибами. Из этого опыта, между прочим, следует, что ростовой гормон не специфичен: гормон, выделяемый колеоптилем кукурузы, оказывает ясное действие на стебель лупина. Подобными же опытами можно доказать, что гормон из колеоптиля овса ускоряет рост колеоптилей других злаков, а также стеблей и цветоножек многих иных, в систематическом отношении далеко стоящих растений.

До сих пор мы говорили о наземных органах растений. Можно спросить, как обстоит дело с корнями. Автору этих строк удалось показать, что вегетационная верхушка корня подобно кончику колеоптиля выделяет вещество, обладающее свойствами ростового гормона. Если изолированную верхушку корня кукурузы насадить асимметрично на декапитированный колеоптиль овса, то этот колеоптиль образует изгиб в противоположную сторону. Отсюда можно заключить, что гормон, выделяемый корневой верхушкой, ускоряет рост колеоптиля точно так же, как и вещество, образуемое его собственной верхушкой. Однако, корневая верхушка, состоящая из нежной меристемы, представляет собою по сравнению с верхушкой колеоптиля орган недолговечный и легко утрачивает свою эндокринную функцию в изолированном состоянии вследствие прекращения притока пита-

тельных веществ. Если же подкармливать отрезанную от корня верхушку питательной смесью, например раствором глюкозы и минеральных солей, то она продуцирует ростовой гормон в количестве, значительно превышающем продукцию его верхушкой колеоптиля.

Замечательно, что на растущие клетки самого корня ростовой гормон, выделяемый его собственной верхушкой или кончиком колеоптиля, оказывает физиологический эффект, прямо противоположный тому, который наблюдается у наземных органов растений: рост корня под влиянием этого вещества не ускоряется, а замедляется. В связи с этим скорость роста корня после декапитации несколько увеличивается.

Это отличие приобретает особый смысл, если мы вспомним, что корень реагирует на действие силы тяжести не отрицательным, а положительным изгибом: приведенный в горизонтальное положение, он большей частью изгибается по направлению к центру земли. В последнее время удалось доказать, что в горизонтально ориентированном корне так же как и в горизонтально расположенном стебле, ростовой гормон стекает к клеткам нижней стороны органа. Задерживая их рост, он и вызывает образование положительного геотропического изгиба. Таким образом находит себе простое объяснение общеизвестное различие геотропической реакции корня и стебля. С другой стороны, становится понятным, почему обезглавленные корни не реагируют на действие силы тяжести. Этот факт, который в свое время заставил Ч. Дарвина приписать корневой верхушке так наз. мозговую функцию, мы должны теперь поставить в связь с выделением из верхушки особого вещества, регулирующего рост органа, т. е. с его эндокринной функцией.

Если отрезанную верхушку снова насадить на только-что обезглавленный корень, то рост его замедляется, и он снова приобретает способность образовывать геотропические изгибы. Оказывается, что можно, отрезавши верхушку корня, заменить ее кончиком колеоптиля. Корень, снабженный такой по-сторонней „эндокринной железой“, ведет себя так, как-будто бы его не

декапитировали: растет с нормальной скоростью и нормально реагирует на действие силы тяжести положительным изгибом. В этом опять проявляется неспецифичность ростового гормона.

Любопытно, что и неповрежденный корень не остается безразличным к ростовому гормону колеоптиля. Если на верхушку неповрежденного корня кукурузы насадить 2—3 изолированные верхушки колеоптилей того же растения так, чтобы они соприкасались поверхностями среза с самыми молодыми клетками растущей зоны корня, то рост этого органа почти совершенно приостанавливается, а несколько выше насаженных верхушек образуется более или менее значительное вздутие — опухоль. Невольно напрашивается сравнение с теми разрастаниями тканей и опухолями, которые наблюдаются в животном организме вследствие нарушения нормальной работы желез внутренней секреции и гиперпродукции некоторых гормонов.

Очень интересные явления установлены при изучении распространения ростового гормона из мест его образования по тканям растительного организма. Оказалось, что и в колеоптиле, и в корне ростовой гормон может распространяться только базипетально, т. е. от верхушки органа к его основанию. Совершенно неизвестны случаи передачи ростового гормона в противоположном направлении — от основания к верхушке, хотя бы на небольшие расстояния. Отклонения от этого нормального пути возможны только под влиянием индукции со стороны внешних факторов (одностороннее освещение, действие силы тяжести и т. п.), о чем мы уже упоминали выше.

Так как все внешние воздействия, вызывающие отклонение тока ростового гормона в определенном направлении, в то же время сопровождаются возникновением в растительных тканях известным образом ориентированных электродвижущих сил (например, освещенная сторона растительного органа становится электроотрицательной по отношению к затененной; у стебля или корня, приведенного в горизонтальное положение, нижняя сторона получает а верх-

няя — заряд и т. д.), то автор этих строк уже несколько лет назад высказал предположение, что движение ростового гормона в растительных тканях и накопление его в определенных местах связано с распределением в этих тканях электрических потенциалов. Недавно эта идея получила дальнейшее развитие и экспериментальное обоснование в работе Вента (1932), который показал, что проникновение в живые клетки и распространение кислых и основных красок в отрезках этиолированного стебля *Impatiens balsamina* зависит от направления электродвижущей силы внутри этого органа, а именно: основные краски (метилвиолет, нейтральрот) легче проникают через основание отрезка и быстрее диффундируют акропетально, т. е. по направлению к верхушке стебля, а кислые (напр. метилоранж) наоборот, лучше проникают через верхушечную часть отрезка и с большей скоростью диффундируют базипетально, т. е. от верхушки к основанию.

Это вполне соответствует распределению электрических потенциалов в стебле, где апикальные части являются электроотрицательными по отношению к базальным. Таким образом ионы, несущие отрицательный заряд, должны внутри стебля катафоретически перемещаться по направлению к положительному полюсу, т. е. от вершины к основанию.

Ростовый гормон, как мы сейчас увидим, по всей вероятности представляет собою слабую кислоту, и, следовательно, распространение его, как и диффузия кислых красок, должно происходить только или по преимуществу в базипетальном направлении, т. е. от отрицательно заряженных тканей к электроположительным. В связи с этим интересно отметить, что, по опытам Браунера и Бюннинга (1930), колеоптиль овса, помещенный в электрическом поле высокого напряжения перпендикулярно к силовым линиям, изгибается к положительному полюсу, что можно объяснить отклонением тока ростового гормона, выделяемого верхушкой, к той части органа, которая вследствие индукции заряжается положительно. Наоборот, корень конского боба, при тех же

условиях образует изгибы к отрицательному полюсу, в полном соответствии с диаметрально-противоположным действием ростового гормона на клетки растущей зоны этого органа.

Явления так наз. травматотропизма тоже нетрудно объяснить с изложенной здесь точки зрения. Давно известно, что пораненные места растения становятся электроотрицательными по отношению к соседним неповрежденным. Следовательно, ростовый гормон должен оттекать из поврежденных тканей по направлению к неповрежденным, что должно сопровождаться изгибом в ту или другую сторону, если поврежденный участок лежит в зоне роста.

Если предположить, что открытый Габерландтом лептогормон в отличие от ростового обладает слабо основными свойствами, то накоплением его в отрицательно заряженных тканях, т. е. в ближайшем соседстве с раной, можно было бы объяснить наблюдаемые здесь деления клеток, не прибегая к гипотезе раневых или некрогормонов.

III

Ключ к разгадке физиологического действия гормонов может дать, конечно, только углубленное изучение химической их природы. Поэтому понятен тот интерес, который возбуждали предприятия с разных сторон попытки выяснить химический состав и структуру ростового гормона, этого наилучше изученного в физиологическом отношении продукта эндокринной деятельности растительного организма. Однако, весьма серьезным препятствием для успешной работы биохимика является совершенно ничтожная продукция этого вещества даже теми растительными органами, которые, как например, верхушка колеоптиля кукурузы, отличаются чрезвычайно высокой физиологической активностью. Попытки выделить ростовый гормон из этих верхушек не увенчались успехом. Удалось только доказать, что это вещество представляет собою кислоту, которая может быть извлечена эфиром из подкисленного экстракта верхушек колеоптилей кукурузы.

К счастью, в последнее время был найден целый ряд других источников

образования веществ, близких по своему физиологическому действию к росту гормону высших растений, а может быть, даже и тождественных с ним. Так, например, оказалось, что некоторые грибы и бактерии, культивируемые на искусственных питательных субстратах, выделяют из своих клеток в эти субстраты значительное количество вещества, ускоряющего рост колеоптиля и замедляющего рост корня. Нильсену удалось в значительной степени очистить вещество, выделяемое грибом *Rhizopus suinus*, и изучить некоторые его свойства, но окончательно выяснить его химическую природу этот исследователь не мог.

Гораздо успешнее были исследования проф. Кёгля в Утрехте. Кёгль нашел, что значительное количество ростового гормона или вещества, чрезвычайно близкого к нему, содержится в человеческой моче, откуда это вещество может быть извлечено. Для очищения от неактивных примесей Кёгль использовал растворимость исследуемого вещества в эфире, нерастворимость его в петролейном эфире и в лигроине, способность давать нерастворимые соли со свинцом, растворимые с кальцием и некоторые другие его химические особенности. После целого ряда довольно сложных манипуляций, на которых мы тут не будем останавливаться, удалось получить кристаллическое вещество, которое уже в ничтожно слабых концентрациях вызывало физиологический эффект, характерный для ростового гормона растений. Этому веществу было дано название авксин (от греческого слова *αύξινω* — вызываю рост).

Как известно, для оценки степени физиологической активности того или иного гормонального препарата применяют особые физиологические же единицы, условно принимая за единицу то количество гормона, которое при введении его в организм способно вызвать определенный физиологический эффект. Для ростового гормона мы до сих пор не имеем такой единицы, которая была бы общепринятой. Большинство авторов пользуется так наз. „овсяной единицей“ (АЕ), при чем под этим понимают то количество ростового гормона, которое

при одностороннем введении его в декаптитированный колеоптиль овса вызывает отклонение этого последнего на 10° от вертикали (при определенных внешних условиях).

Кристаллический авксин, полученный Кёглем из мочи, содержит около 50 000 000 таких единиц на миллиграмм, что соответствует приблизительно количеству гормона, содержащемуся в 7 200 000 верхушек колеоптилей кукурузы.

Таким образом, одной пятидесяти-миллионной миллиграмма авксина достаточно, чтобы вызвать указанный выше эффект, соответствующий одной овсяной единице. Впрочем, в этом ничтожном количестве ростового гормона содержится все же еще 36 миллиардов молекул его!

Хотя Кёгль и его сотрудники имели в своем распоряжении всего лишь 250 мг кристаллического авксина, однако при помощи микроанализа им удалось более или менее выяснить его химическую природу. Оказалось, что это вещество имеет состав $C_{18}H_{32}O_5$ и представляет собой одноосновную кислоту, из которой легко получается нейтрально реагирующий лактон $C_{18}H_{30}O_4$, который обладает такой же физиологической активностью, как и авксин.

Установлено существование в молекуле авксина одной двойной связи, трех спиртовых гидроксильных групп и углеродного кольца.

Любопытно, что кристаллический авксин, даже при хранении его в вакууме, через 1—2 месяца совершенно теряет свою активность, вследствие образования изомеров. Очевидно, физиологическая активность авксина связана со специфическим строением его молекулы.

Следует еще отметить, что авксин принадлежит к числу поверхностно-активных соединений и легко дает мономолекулярные пленки. Растеканием этих пленок в поверхностном липоидном слое протоплазмы или даже в клеточной оболочке некоторые авторы думают объяснить распространение ростового гормона из клетки в клетку, которое во всяком случае нельзя свести к простой диффузии в виду сравнительно большой его скорости и полярного характера.

Вопрос о происхождении авксина мочи окончательно не решен. Доказано однако, что содержание в пище жиров, особенно некоторых растительных масел, вызывает резкое увеличение количества авксина. При голодной диете (одна вода) или при пище, содержащей только виноградный сахар, крахмал или белок, количество авксина в моче падает почти до нуля. В течение суток содержание авксина в моче колеблется и на большее количество его наблюдается приблизительно через 2 часа после приема пищи. Все это делает весьма вероятным предположение, что авксин попадает в мочу непосредственно из растительной пищи. Не исключена, однако, возможность, что в образовании его принимают участие бактерии, населяющие кишечный канал. Что многие бактерии способны выделять вещество, близкое к ростовому гормону высших растений, об этом уже упоминалось. Следует отметить, что слюна человека также содержит значительное количество ростового вещества, и что происхождение его, как показали недавние исследования Бойсен-Йенсена, связано с жизнедеятельностью бактерий, обитающих в ротовой полости.

Количество авксина, выделяемое взрослым человеком ежедневно с мочой, составляет приблизительно 1—3 мг. Повидимому, в организме человека и животных это вещество не выполняет никакой определенной функции. По крайней мере, опыты с головастиками и с молодыми крысами, которым вводили авксин, не обнаружили заметного влияния на рост этих животных.

В растительном организме, как было уже указано, ростовой гормон регулирует ту стадию роста, которая называется стадией вытягивания. На эмбриональный рост, сопровождающийся делением клеток, это вещество не оказывает заметного действия. Однако, есть основание предполагать, что под влиянием ростового гормона несколько ускоряется весь процесс развития растительных клеток, заключающийся в переходе из эмбрионального состояния через стадию вытягивания в стадию окончательной дифференцировки.

Вопрос о происхождении авксина мочи сводится к изменению физических свойств растущей клеточной оболочки, а именно к увеличению ее пластичности, вследствие чего она легче растягивается под влиянием сил, вызывающих увеличение объема клетки в процессе роста. Высказывалось также предположение, что ростовой гормон действует на рост через протоплазму, увеличивая ее электрический заряд и гидратационную ёмкость. Все эти теории, однако, не объясняют нам, почему один и тот же гормон при одной и той же концентрации в одних случаях (стебель, колеоптиль) ускоряет рост, а в других (корень) вызывает замедление его.

IV

Ростовым гормоном и гормоном клеточных делений, конечно, не исчерпывается все разнообразие этой группы веществ в растительном мире. Многие иные явления в растительном организме также несомненно регулируются веществами типа гормонов. Таковы, по мнению некоторых авторов, корреляции или взаимная обусловленность в развитии и функционировании различных органов высших растений, особенно в тех случаях, когда один орган тормозит или даже останавливает развитие другого. Наличие вещества существования в растительном мире тормозящих веществ типа гормонов указывал уже Эррера (1905), но особенно подробно исследовал этот вопрос английский ботаник Сноу.

Известно, что, если срезать верхушку стебля, то почки, сидящие ниже в пазухах листьев, развиваются. Отсюда можно заключить, что верхушка стебля каким-то образом задерживает развитие пазушных почек. Сноу нашел, что это тормозящее действие может передаваться от отрезанной верхушки стебля через поверхность разреза, т. е. через тонкий слой воды, который в этом месте соединяет две изолированные друг от друга части растений. Другие опыты того же автора показали, что тормозящий эффект передается на довольно значительное расстояние через убитые участки стебля и притом не только от верхушки к основанию стебля, но и в противоположном направлении — от боковой ветви

через убитый участок главной оси к выше сидящим пазушным почкам. Из этих данных следует, что тормозящее раздражение передается, по всей вероятности, путем распространения какого-то растворимого вещества. Повидимому, это вещество вырабатывается только в молодых, но уже интенсивно развивающихся листьях. Совсем молодые листья, еще не тронувшиеся в рост, а также листья, уже вполне закончившие свое развитие, не оказывают на пазушные почки никакого тормозящего действия.

Есть основание полагать, что подобные же тормозящие вещества выделяются из клеток меристемы точек роста и что их действию следует приписать отсутствие делений в более старых клетках.

Рикка показал, что передача раздражений в стеблях и листьях стыдливой мимозы связана с распространением в них какого-то легко растворимого и быстро диффундирующего вещества. Вследствие этого, раздражение может передаваться не только через убитые ткани, но даже просто через стеклянную трубку, наполненную водой и соединяющую две отрезанные друг от друга части растения. Этому веществу Рикка приписывает свойства гормона.

Пробуждение к деятельности камбия древесных пород после зимнего покоя и периодичность его действия, выражающуюся в образовании весенней и осенней древесины, в последнее время также пытаются объяснить действием особых веществ типа гормонов, посылаемых к камбию из развивающихся почек и взрослых листьев.

Есть целый ряд указаний на то, что многие явления из физиологии цветка, например, те изменения, которые происходят после оплодотворения в околоцветнике и в завязи, также связаны с деятельностью продуктов внутренней секреции растения.

Нильсену недавно удалось доказать существование „ростового гормона В.“ Прибавление его в ничтожных дозах к питательному раствору, на котором культивируется грибок *Aspergillus niger*, значительно увеличивает продукцию сухого вещества у этого растения.

На всех этих интересных данных мы по недостатку места не имеем возможности здесь останавливаться. К тому же вся эта область еще мало разработана и нуждается в дальнейших исследованиях.

Следует, наконец, отметить, что в последние годы возрождаются старые идеи Ю. Сакса об органообразующих веществах, причем эти вещества в современном их понимании, мало, впрочем, отличающемся от саксовского, вполне подходят под понятие гормонов. Особого внимания заслуживают исследования над корнеобразующими веществами. Венту удалось показать, что листья некоторых растений (*Acalypha*, *Carica papaya*) выделяют вещества, способствующие образованию корней на черенках тех же и даже других растений. Если несколько таких листьев срезать со стебля и поместить черенками в воду, то упомянутые вещества переходят из листьев в воду, где их можно обнаружить. Для этого Вент пользовался отрезками ветвей названных растений, предварительно лишенных всех листьев и почек. Такие отрезки, при употреблении их в качестве черенков, корней не дают. Если же удалить с них часть пробки, чтобы обнажить флоему, а затем покрыть поверхность раны агар-агаром, к которому прибавлено некоторое количество сгущенного осторожным выпариванием раствора из сосуда, где находились срезанные листья, то, спустя несколько дней, эти черенки образуют корни. Любопытно, что сами листья исследованных Вентом растений в изолированном состоянии корнями никогда не образуют, очевидно вследствие своей неспособности задерживать или накапливать корнеобразующее вещество в своих тканях.

Таковы в самых кратких чертах главнейшие результаты современных исследований над гормонами растений. Мы видим, что несмотря на сравнительно короткий срок, истекающий со времени появления первых работ в этой области (15 лет), здесь уже достигнуты несомненные успехи по целому ряду вопросов. Совершенно новое освещение получили проблемы роста и тропизмов. Учение

о клеточном делении также обогатилось новыми плодотворными воззрениями и ценными фактическими данными. Однако, еще больше обещает дать этот, так недавно возникший отдел физиологии растений в той области, которая приобрела сейчас особое значение в СССР в связи с переходом к социалистическим формам земледелия и с планомерной борьбой за повышение урожайности сельскохозяйственных культур. Мы имеем в виду проблему регулирования роста и развития растительного организма в интересах получения от него наибольшего количества наилучших по качеству продуктов, ради которых те или иные растения культивируются. Всем известны успехи, недавно достигнутые при помощи так называемой яровизации, — метода, введенного в практику растениеводства агрономом Лысенко и тщательно изучаемого теперь в ряде лабораторий СССР. Большая работа ведется также по изучению различных методов стимуляции. По поводу всех этих многообещающих исследований уместно вспомнить здесь старый парадокс: „чтобы покорить природу, надо уметь подчиняться ей“, т. е. надо уметь следовать ее законам. Если мы хотим научиться регулировать по нашему желанию и

в наших интересах рост и развитие растений, то необходимо прежде всего познакомиться с теми средствами, которыми пользуется само растение, когда различные, совершающиеся в нем физиологические процессы то ускоряются, то замедляются, когда меняется их направление или характер в зависимости от изменчивого комплекса внешних и внутренних факторов, воздействующих на сложную, находящуюся в непрерывном движении и развитии систему живого растительного тела. Факты, сообщенные на предыдущих страницах, дают, как нам кажется, право утверждать, что чаще всего в таких случаях регулирование жизненных явлений совершается при помощи химических веществ типа гормонов. Сама собою напрашивается мысль об искусственном воздействии на растительный организм через его гормональную систему, о возможности управления его функциями при помощи этого тонкого и чувствительного аппарата. В этом большое практическое значение будущей эндокринологии растений. С другой стороны, в живой связи этой молодой науки с запросами растущего и крепнущего социалистического сельского хозяйства нашей страны — лучший залог ее дальнейшего успешного развития в пределах СССР.



К ПОСТАНОВКЕ ПРОБЛЕМЫ ОБМЕНА И ФИЗИОЛОГИИ ГОРМОНОВ В ОРГАНИЗМЕ¹

Проф. Б. М. ЗАВАДОВСКИЙ

Характерные для нашего времени чрезвычайно стремительные темпы развития биологических наук не всегда своевременно осознаются нами самими. Весьма нередко это приводит к тому, что как образ мышления и методология исследовательской работы, так и основные теоретические концепции данной

отрасли научного знания начинают расходиться с действительным состоянием науки и накопленным ею фактическим багажом. Особенно ярко сказывается это обстоятельство на фронте молодой, бурно развивающейся отрасли биологии — учении о внутренней секреции.

Одним из молчаливо принятых и пока еще критически не пересмотренных представлений, которыми живет значительная часть эндокринологов наших дней,

¹ Доклад на XIV Международном съезде физиологов в Риме в августе 1932 г.

является воззрение на гормоны, как на некие неизменные продукты, обладающие абсолютным постоянством своего состава и биологических свойств. Однако, эти представления приходят в полное противоречие со всей суммой вновь открытых и накапливаемых наукой фактов, являясь фактором, задерживающим дальнейший рост и развитие нашей науки.

В настоящем докладе, я бы хотел подвести итоги, некоторому кругу накопившихся к настоящему времени фактов, наметить вытекающие из них выводы и тем прочистить пути к новому восприятию этих фактов, явно не укладывающихся в старые формы и концепции. Многие из этих идей уже были сформулированы в разное время многими авторами, другие же с неизбежностью вытекают из самого смысла вновь открытых фактов, что является совершенно понятным, поскольку всякое, подлинное научное исследование служит раскрытию объективной диалектики природы вещей.

В данном случае, я имею в виду постановку относительно новой и еще никем не сформулированной, поскольку мне известно, во всей ее полноте и значительности — проблемы изучения превращения и обмена гормонов в организме. В дальнейшем развитии этой идеи я буду по преимуществу оперировать примерами из области более близких мне фактов, разрабатываемых мною и моими сотрудниками. В тех же целях и не претендуя на исчерпывающее освещение этого вопроса, мы ограничим свои примеры главным образом двумя гормонами — тироксином, и отчасти фолликулярным гормоном яичника, хотя не представляет никаких сомнений, что наши соображения и экспериментально обоснованные выводы должны быть распространены и на все другие железы внутренней секреции и их гормоны.

Как известно, химическая природа тироксина, определенная в новейших работах Гарингтона, рассматривается нами как результат комплексования молекулы ди-иодтирозина с ди-иодгидрохиноном. Это обстоятельство, окончательное раскрытие структурной формулы, — могло бы родить представление о том, что этим подводится черта, и за-

канчивается проблема изучения химии этого гормона. Между тем, только с этого момента и начинается научная история и глубокое изучение природы тироидного гормона. Прежде всего, с особенной резкостью встает перед нами задача раскрытия иодного компонента в формуле тироксина. Как известно из работ Кендала и Гарингтона, 65% молекулярного веса тироксина приходится на долю иода. Это обстоятельство питало некоторое время представление о том, что вся физиологическая роль тироидного гормона может быть сведена к его иодным атомам. Эти представления получили свое частичное подтверждение в первоначальных работах Свингли и других авторов, которым удалось получить метаморфоз головастика лягушки с помощью неорганических соединений иода. С другой стороны, более строго количественно-проведенные опыты того же Свингли на головастиках лягушки, а затем пишущего эти строки, совместно с группой сотрудников, на реакции метаморфоза аксолотлей выяснили, что количественные показатели активности кристаллического иода оказываются ниже в 50 раз, чем активность полноценной молекулы тироксина.

На ряду с этим, уже опыты того же Кендала установили наличие ряда ближайших производных тироксина, при чем некоторые из этих производных, в результате незначительных атомных перегруппировок и перемещения связей, не проявляют более свою активность при проверке их на более характерные показатели гипертиреоидизации у млекопитающих, а именно на обмене веществ.

Наконец, исходя из химической характеристики тироксина, естественно было бы предположить, что ди-иодтирозин сам по себе должен был бы представлять промежуточную ступень в шкале активности органических препаратов иода и должен стоять в этом отношении между кристаллическим иодом с одной стороны и молекулой тироксина с другой. Между тем, наши прямые опыты показали, что, если ди-иодтирозин в применении к метаморфозу аксолотлей проявляет немногим большую активность, чем чистый кристаллический иод (метаморфоз от 40—45 мг

ди-иодтироизина, Б. Завадовский, Перльмутер, Титаев и Распопова; Титаев), то в разработанной нами реакции линьки и депигментации пера у кур этот иодный препарат практически не проявил никакого влияния, в то время как большие дозы кристаллического иода дают, хотя и в весьма ослабленной мере, реакции депигментации пера.

Все эти вопросы ставят перед нами совершенно новые и чрезвычайно актуальные проблемы с одной стороны — сравнительной физиологии гормона щитовидной железы в его приложении к организмам различных видов и классов позвоночных животных, и к различным функциям и тканям того же организма, а с другой стороны — еще более актуальную проблему изучения обмена и круговорота иодистых препаратов и в том числе гормона щитовидной железы в организме.

Уже в настоящее время работами нашей Лаборатории можно установить известную шкалу реактивности различных тканей, а, быть может, и различных классов позвоночных в отношении иодных препаратов, при чем ткани амфибий обнаруживают, поскольку можно судить по реакции метаморфоза, чрезвычайно широкий диапазон реактивности на самые разнообразные препараты иода, включая сюда и неорганические его соединения. Что касается птиц, то опыты нашего Института на курах вызвали полную активность тироксина и его ближайших ацетил-derivатов как в отношении линьки, так и в отношении депигментации пера, но наряду с этим, практически, — неактивность более простых соединений иода, как ди-иодтироизин, ди-иодтироптофай и тот же кристаллический иод.

Наконец, в организме млекопитающих, мы встречаемся с наиболее строгой специфической реактивностью их тканей только на узкую группу иодных препаратов, близких по своей структуре к тироксину Кендаля и Гарингтона. Уже такое незначительное перемещение в его молекулярной структуре, как ацетилирование, или образование энольной формы (Кендаль) приводит к инактивации этого сильно-действующего физиологического агента (Свингли).

В то же самое время общая диффузная реактивность организма амфибий на препараты иода не исключает специфической обостренной чувствительности реакций метаморфоза специально на тот же структурный комплекс тироксина и его ближайших derivатов по сравнению с значительно менее активно действующими неорганическими препаратами иода (Б. Завадовский, Перльмутер, Титаев, Распопова. Б. Завадовский, Распопова, Е. Завадовская, Ролич).

Чрезвычайный, как мне кажется, интерес в этом свете представляет работа М. Н. Лапинер и Е. Н. Радзивон, выполненная в нашей Лаборатории, которая подводит нас вплотную к проблеме внутренних превращений тироксина в организме кур, и при том таких превращений, которые ведут к его относительной инактивации. В этой серии опытов, предварительное сообщение о которых было сделано еще на III Всесоюзном съезде физиологов в 1927 г., мы имели следующий интересный результат.

Развивая и углубляя наши ранние исследования (1923—1925 гг.) над сравнительной физиологией действия препаратов щитовидной железы и тироксина на линьку и депигментацию пера у кур, М. Н. Лапинер и Е. Н. Радзивон вполне подтвердили установленный нами факт, что тироксин повторяет основные специфические реакции в соотношениях — 1 мг тироксина — эквивалентно 1—2 г сушеной щитовидной железы, при чем минимальная доза, способная дать ярко выраженную реакцию линьки и депигментации в осеннем сезоне — равна — 1—3 мг тироксина на 1 кг веса. Однако, эта реакция может быть получена лишь в случае инъекции тироксина под кожу или в кровь. В случае же введения тироксина per-os, даже дозы 30—50 мг тироксина, за редкими исключениями сильно ослабленной реакции, в основном оказываются совершенно неактивными для кур. Эти факты стоят в полном согласии с выводами Плуммера, сделанными на людях, а также Каммерона и Кар-Михаэля, основанными на опытах с крысами — о малой эффективности применения тироксина per os. Однако, чрезвычайно интересные результаты были получены Лапинером

и Радзивон при имплантации крови таких кур, не обнаруживших реакции на тироксин в полость тела аксолотлей: аксолотли превращаются в таких случаях в амблостом, так же, как если бы дело шло о крови и тканях птиц, проявляющих полную реакцию на тироидный гормон. Этот факт приводит к весьма существенному выводу, что здесь речь идет не о разрушении тироксина в кишечнике, или о неспособности последнего всосать в кровь чистые растворы кристаллического тироксина, но что поступающий в организм через кишечник тироксин подвергается каким-то еще не изученным ближе изменениям, приводящим его в форму неактивную для самих кур, но еще сохраняющую свою активность по отношению реакции метаморфоза у амфибий. Расчет на возможное содержание иода в инъекруемой порции крови не допускает сделать вывод, что здесь мы имеем дело с действиями простейших неорганических продуктов распада молекулы тироксина и обязует нас подвергнуть специальному изучению эти продукты промежуточного обмена деструктурирования и частичной инактивации тироксина.

Этот факт в то же время полностью гармонирует со сформулированными нами выше положениями о более широкой, менее специализированной реактивности амфибий по отношению к таким иодистым соединениям, которые оказываются уже недействительными по отношению к тканям птиц и млекопитающих животных. Особенно интересно здесь же отметить, что согласно нашей работе, совместной с Титаевым и Файермарк, мы не можем также провести полного знака равенства и между реактивностью этих двух последних высших классов позвоночных животных. Ибо, как это было уже выше отмечено, в то время как организм млекопитающих дает полную реакцию лишь на строго специализированное соединение так называемой „кетогормоны“ тироксина, и безразлично относится к ацетильным производным последнего, куры, практически, с одинаковой силой отвечают реакцией линьки и депигментации пера на все эти ближайшие дериваты тироксина. Наконец,

отметим, что эти факты, установленные Лапинером и Радзивон, вновь возвращают нас к соображениям Кендаля, Абелина и ряда других авторов, согласно которым тироксин должен находиться в ткани щитовидной железы в форме каких-то сложных белковых комплексов; эти последние предохраняют его от разрушающего инактивирующего действия кишечной стенки и в особенности печени, являющейся, повидимому, наравне с почками, основным органом, регулирующим содержание тироксина в крови (Б. Завадовский и Перльмутер, Б. Завадовский и Азимов, Абелин и др.).

Эти опыты еще раз подчеркивают сравнительную физиологическую разность тканей различных классов позвоночных животных, а с другой стороны раскрывают перед нами чрезвычайно богатую перспективами и требующую к себе самого серьезного внимания проблему изучения внутреннего обмена и превращения тироидного гормона в организме у различных классов животных, а также путей и механизмов инактивации этого гормона в организме у разных классов и видов животных.

К той же проблеме внутренних превращений тироидного гормона и его судьбы в организме у различных групп животных мы подошли в наших работах и с другой стороны. Опираясь на наши первоначальные исследования над влиянием щитовидной железы на экспериментальную линьку и пигмент пера у птиц, мною была поставлена еще в 1923 г. задача экспериментального подтверждения того естественного предположения, что тироидный гормон, введенный в пищеварительный канал курицы вместе с тканью сушеной щитовидной железы, проявляет свое действие на организм подопытных животных, продолжая циркулировать в его крови в течение известного, измеримого промежутка времени. В целях изучения этого факта, нами была проделана серия опытов с имплантацией крови и других органов гипертиреодизированных кур в полость тела аксолотлей. При этом, действительно нам удалось установить и доказать присутствие тироидного гормона в крови у гипертиреодизирован-

ных животных. Кровь, печень, почки и в меньшей мере другие органы наших подопытных животных, будучи инъецированы в полость тела аксолотлей, давали неуклонно метаморфоз этих аксолотлей в амблостом, в то время как кровь и орган нормальных кур совершенно не проявляли этого действия.

Пользуясь здесь случаем попутно разъяснить одно недоразумение, нашедшее себе место в работах некоторых авторов: эти авторы (Торрей и Горнинг, Абелин и др.), цитируя наши работы, отмечают необходимость якобы чрезмерных доз щитовидной железы для получения как реакции линьки и депигментации пера у кур, так и для обнаружения тироидного гормона в крови у гипертиреоидизированных животных по нашему методу. Верно то, что для разрешения ряда интересующих нас проблем, мы предпочитаем пользоваться высокими дозами щитовидной железы, 10—20 г. Однако, уже в наших первоначальных работах нами были установлены минимальные дозы, необходимые для получения как линьки, так и депигментации пера, так и последующей активации метаморфоза у аксолотлей: в 1—2 г сушеной щитовидной железы, однократного приема на 1 кг веса для кур (Б. Завадовский, Б. Завадовский и Бессмертная).

Опираясь на эту разработанную нами методику, нам удалось в первом приближении изучить распределение тироидного гормона, как мы выразились, в „пространстве“, т. е. в органах различных подопытных животных, и построить таким образом шкалу „сродства“ тироидного гормона к различным тканям, а с другой стороны изучить судьбу тироидного гормона и „во времени“, при чем было установлено, что наша методика позволяет установить последние остатки тироидного гормона еще через 10 дней после скармливания курице щитовидной железы.

В то же самое время, когда мы перешли к параллельным опытам с кормлением щитовидной железой морских свинок и собак, мы столкнулись с тем поразительным фактом, что в организме этих животных тироидный гормон сохраняется не более, как в течение первых

20—24 часов после его введения. Уже через сутки после его введения, наша методика на аксолотлях не дает возможности уловить тироидный гормон.

Это сопоставление вновь подводит нас к проблеме внутреннего обмена и превращения иодных соединений в организме у кур с одной стороны, и у млекопитающих животных — с другой, и ставит ту же проблему — судьбы гормонов и способов инактивации и выведения этого гормона из организма, в особенности в тех случаях, когда они вводятся в организм в избыточных дозах.

Этот круг вопросов о способах расщепления и инактивации тироидного гормона в организме у млекопитающих и путей его выведения разрабатывается в целом ряде иностранных лабораторий и получил также свое продолжение в нашем Институте в работах Азимова, Лапинера и Эстрина. Эти последние работы устанавливают наличие двух основных каналов, по которым происходит экскреция иодистых соединений в организме: желчь и моча. Если привлечь также работы Крайера и других иностранных авторов, то, повидимому, сюда надо присоединить и достаточно активное участие слюнных и кожных желез, а также дыхательных путей.

Чрезвычайно интересные выводы вытекают из работ Азимова и Эстрина с параллельным изучением содержания иода с одной стороны и непосредственного влияния желчи и мочи гипертиреоидизированных собак на метаморфоз аксолотлей — с другой. Эти опыты уже сейчас позволяют установить, что в то время как иодные показатели мочи обычно превышают содержание иода в параллельных порциях желчи, активность желчи по отношению метаморфоза аксолотлей оказывается значительно выше таковой в моче.

Эти факты позволяют утверждать, что в то время как почки в нормальных условиях, повидимому, предварительно разрушают молекулу тироксина до его простых неорганических производных, желчь является каналом для выведения более сложных органических и активно действующих иодных препаратов и, быть может, не расщепленной молекулы тироксина. Все эти факты еще раз подчер-

квивают всю огромную значимость наметченной нами проблемы превращения и обмена тиреоидного гормона в организме. При этом необходимо с полной четкостью осознать, что сама по себе проблематика, развиваемая нами, могла возникнуть и получила свое развитие только, опираясь на уже достигнутые завоевания в виде раскрытия структурного строения этого продукта.

Все вышеуказанные факты ведут нас по пути изучения главным образом нисходящих путей превращения тиреоидного гормона, т. е., главным образом, путей его деструктурирования, инактивации и окончательного выведения из организма.

Между тем, нельзя не отметить, что наряду с этим, еще ожидается своего разрешения и изучения другая проблема, а именно — проблема комплексования тироксина в более сложные и притом возможно более активные органические соединения.

Отметим, что тот же Кендаль в своей известной монографии „Тироксин“ считает возможным говорить о существовании особой формы так называемого „активного тироксина“, при чем, по предположению Кендаля, именно в виде такого сложного комплекса он циркулирует в организме животных.

С этим гармонирует общеизвестный факт, что тироксин не удается извлечь из тканей щитовидной железы путем ферментативного переваривания ни пепсином, ни трипсином, ни эрепсином, и что даже путем переваривания кислотами и щелочами он извлекается с большим трудом. Таким образом приходится заключить, что тироксин присутствует в организме в виде каких-то более сложных соединений полипептидного характера, еще требующих своего изучения.

Наконец, исключительный интерес представляет с нашей точки зрения, вопрос о путях синтеза тироксина в организме и об исходных компонентах, „прогормонах“, из коих производит организм этот высокоценный для него продукт. Проф. Абелин в своих замечательных последних работах, исходя из весьма интересных, открытых им фактов благотворного действия диодтирозина при явлениях гипертиреоза и некоторых, как нам кажется, не всегда верных

методологических предпосылок, считает более правильным рассматривать диодтирозин, не как фор-штуфе (Vorstufe) к конструированию тироксина в тканях щитовидной железы, но как некоторый побочный продукт или „побочный гормон“ (Nebenhormon), противопоставляя его этим самым тироксину.

Мне представляется, что неверна самая предпосылка, выдвинутая проф. Абелином, предлагающая рассматривать всякую предварительную стадию как обязательно физиологически неактивный продукт. При более широком диалектическом воззрении на процессы производства и циклы превращения гормонов, как результат сложных процессов обмена в ткани эндокринного органа, нельзя допустить, чтобы какое бы то ни было звено этой сложной цепи обмена оставалось „неактивным“ по отношению ко всему целостному процессу обмена.

Тем более односторонне и поспешно было бы ставить вопрос в такой плоскости по отношению к диодтироzinу, опираясь лишь на его относительную неактивность по отношению млекопитающих животных, но забывая, что тот же диодтирозин повторяет хотя и в ослабленной форме действие тироксина в применении к реакции метаморфоза у амфибий. В силу этих соображений мне представляется более правильным рассматривать диодтирозин, как естественное звено в обмене тиреоидного гормона, не противопоставляя его тироксину в качестве продукта „другой природы“, чем тироксин.

Возникающие в связи с этим кажущиеся противоречия проистекают из того факта, что до сих пор в круг эндокринологических исследований не включено изучение всех глубоких специфических процессов, которые имеют место в самих тканях эндокринных органов и которые являются предпосылкой к синтезу данного гормона. В такое понимание процессов обмена эндокринной ткани должно входить не только изучение прогормональных фаз и исходных компонентов, из которых строятся гормоны, но и раскрытие прямых побочных продуктов обмена, которые сопровождают самую деятельность секреторной ткани. Именно в этом аспекте мы должны

предвидеть линии связи, несомненно существующие между тироксиномидиодтирозинном, которые могут выступать в одних случаях как фор-шутфе к синтезу тироксина, в других как синергист, усиливающий действие последнего (метаморфоз амфибий), в третьих же как антагонист, тормозящий, быть может, согласно химическому принципу действия масс, — некоторые процессы расщепления (диссоциации) молекулы тироксина, необходимые для проявления активного гормонального действия последнего.

Но с этой точки зрения, мы должны включить в круг эндокринологических исследований изучение промежуточных продуктов обмена эндокринной ткани, которые в виде ли оптонов Абдергальдена и гистолизатов проф. Тушнова или „продуктов прямого действия“ Миагава, быть может, еще бросят в ближайшем времени новый свет на некоторые необъясненные еще стимулирующие влияния, которые оказывают на всю жизнедеятельность организма продукты белкового расщепления тканей.

Весь намеченный нами круг проблем имеет не только теоретическое значение. Несомненно, что обоснование этого диалектического воззрения на природу гормонов — как на продукты, имеющие свой сложный обмен и превращение в организме, изменяющие свои биологические свойства, в зависимости от фаз своего метаболизма, от физико-химических условий среды и реактивности периферической ткани, бросят яркий свет на ряд загадочных явлений и разъяснят ряд противоречий возникающих на почве изучения действия гормонов в организме и патологических состояний желез внутренней секреции (Базедовизм, эндемический кретинизм, Адиссонова болезнь и др.).

Та же проблема дифференциального диагноза различных форм Базедовой болезни и гипертиреозов и проблема кретинизма и его этиологическая связь с содержанием йода в почве и питьевых водах горных местностей могут быть разрешены только в том случае, если мы сумеем опереться и в этом направлении на достижения экспериментальной эндокринологии и химии гормонов,

на весь тот круг фактов круговорота йода в природе, который получил свое монографическое освещение в известной сводке Фелленберга, привключая сюда вновь высказанное предположение об участии фтора (Крейтмайер).

Теснейшим образом связан с этим кругом проблем вопрос об изучении внешних факторов по отношению к эндокринным органам — факторов физико-химических условий среды.

Началом этих исследований послужило интереснейшее открытие Германа Цондека о роли гидроксильных и водородных ионов, а также ионов калия и кальция как активаторов или тормозителей метаморфогенного действия тироксина на головастиков лягушек. Этот факт был подтвержден М. А. Новиковой в нашей Лаборатории, по отношению к тем же калиевым и кальциевым ионам на реакцию метаморфоза аксолотлей.

Дальнейший шаг в том же направлении дают работы Абдергальдена и Вертгаймера, устанавливающие огромную роль кислого или щелочного характера пищевого рациона, или преобладания белковых или углеводных компонентов в пище на физиологическое действие гормонов, и столь же интересные работы проф. Абелина — над влиянием пищевых режимов — как фактора, снимающего токсическое действие тироидного гормона.

Наконец, совершенно еще не затронута во всей ее конкретности и огромной значимости актуальнейшая проблема взаимоотношения гормонов и витаминов. Все эти факты ставят вопрос о взаимодействии факторов питания и общего обмена желез внутренней секреции в совершенно новой плоскости. Если раньше эндокринолог изучал вопросы зависимости процессов обмена от действия желез внутренней секреции, то на данном этапе развития эндокринологических знаний мы выдвигаем иную проблему — изыскание факторов, определяющих собою нормальный обмен организма и специфической ткани инкреторного органа, на фоне которых осуществляется нормальный синтез и физиологическое действие гормонов. Само собою разумеется, что изучение этих глубоких специфических процессов обмена тканей — требует разработки

тонких микро-методов не только для определения содержания минимальных количественных колебаний в содержании гормонов в крови и тканях, но и для вскрытия еще не учтенных нами промежуточных продуктов тканевого обмена.

Значительно более молодой и в связи с этим менее разработанной областью является в настоящее время проблема превращения и обмена фолликулярного гормона яичника. Как известно, точная структурная формула фолликулярного гормона яичника еще не является окончательно установленной. Однако, после того, как Бернгард Цондек установил чрезвычайно богатое содержание этого гормона в моче беременных женщин и дал тем самым в наши руки способ добывания этого гормона в почти неограниченных количествах, мы уже не только имеем в настоящее время в своих руках концентрированные и чрезвычайно активные препараты этого гормона, но и сделали ряд принципиальных шагов к раскрытию как его химической природы, так и физиологического действия.

Работами Гольца и Бутенанта, Дойзи, Мерриана и др. установлен относительно простой химический состав и структура этого гормона и установлено, что в состав фолликулина входят лишь три основных органогена, а именно кислород, углерод и водород, которые сочетаются в структурной формуле, близкой по своей природе к стеринам (эмпирическая формула $C_{18}H_{22}O_2$).

С другой стороны, Дойзи в Америке и тому же Бутенанту Лакеру, Мерриану и др. авторам в Европе удалось получить кристаллы фолликулина в совершенно или почти в совершенно чистом от примесей виде. Небольшое количество кристаллов фолликулина удалось получить Е. В. Дятловой, также в нашем Институте; но отсутствие условий для массовой переработки мочи не позволяет нам достаточно быстрыми темпами развить дальнейшее химическое изучение структуры этого гормона, как этого бы нам хотелось.

На ряду с этим, физиологическая проверка действия фолликулярного гормона подтвердила его полную физиологическую активность в применении не только к организму млекопитающих,

но и к организму птиц. Не перечисляя те многочисленные работы, которые характеризуют действие фолликулярного гормона на течковый цикл и всю половую систему у млекопитающих животных, отметим, что в настоящее время, в начале — группе чикагских авторов Джун и Густавсону, а затем Лакеру и Фрейду в Голландии, а вскоре после этого — пишущему эти строки, совместно с Е. В. Завадовской и Фейрмарк, удалось вызвать не возбуждающее никаких сомнений превращение мужского типа пера у нормальных петухов в перо женского куриного типа. Опыты Fleischmann'a устанавливают также факт активного влияния фолликулина, получаемого из женской мочи, на вторичные половые признаки у рыб.

Вместе с тем именно последний год принес ряд чрезвычайно интересных указаний, которые обязывают нас и по отношению к природе женского гормона поставить ту же проблему его внутренней динамики, превращения и обмена в животном организме с одной стороны и сравнительной физиологии его действия у упомянутых нами двух классов позвоночных, с другой.

Опираясь, согласно нашей оговорке, на наши собственные наблюдения, упомянем прежде всего, что наши первоначальные попытки, предпринятые с действующим фолликулином на оперение у кур в течение более года не давали нам положительных результатов. Только после того, как мы, ознакомившись с работами Джун и Густавсона, Лакера и Фрейда, обнаружили, что эти авторы пользовались в своих работах масляным раствором фолликулина, мы смогли найти объяснение нашим первоначальным неудачам в том обстоятельстве, что мы, доверяясь работам последних лет, утверждавшим равноактивность водных и масляных растворов фолликулина, оперировали в наших работах водным раствором этого гормона. Действительно, после того, как мы перешли на масляные растворы фолликулярного гормона, нам удалось получить не только отмеченную нами замену петушьего пера куриным у петухов, но и разрешить нашу конечную задачу по изучению интерференции действия тироидного и фолликулярного

гормонов, о котором еще скажем ниже.

Уже эти факты заставили нас предположить, что в зависимости от способа растворения фолликулярного гормона, повидимому, имеют место какие-то незначительные перемещения в структурной формуле этого гормона, которые меняют степень его активности. Мы не исключаем, конечно, и других возможностей, — что та или иная степень инактивации фолликулина может происходить путем его комплексования посторонними его природе, более сложными органическими компонентами. В описанном конкретном случае дело могло сводиться к факту большей и меньшей быстроты всасывания гормонов, в зависимости от способов его растворения.

Самый основной факт различной степени активности масляного и водного растворов фолликулина получил свое дальнейшее подтверждение в наших опытах, совместных с Н. А. Распоповой над влиянием водных и масляных растворов, взятых в разных дозах, на созревание яйцеводов у молодых курочек, где опять-таки масляный раствор проявил чрезвычайно высокую активность, а водные растворы фолликулина, взятые в тех же дозах, практически не оказали никакого влияния.

Эти же предположения находят свое конкретное подтверждение в работах Глимма и Вадена, которые подвергли непосредственному изучению физиологическую активность и физико-химические и химические свойства водных и масляных растворов фолликулина в применении к мышам и крысам, и устанавливают превращение воднорастворимых фракций этого гормона в липоидно-растворимые фракции и обратно, в зависимости от обработки их кислотами и щелочами. В соответствии с этим Глимм устанавливает параллельное изменение активности фолликулина при переводе его в липоидно-растворимую фракцию.

Последние работы Мерриана и других авторов еще более конкретно ставят вопрос о понижении активности фолликулина в зависимости от таких незначительных изменений в его структуре как ацетилирование.

Наконец, в том же направлении трактуют вопрос и недавно опубликованные работы Бернгарда Цондека по вопросу о содержании фолликулина в моче у беременных кобыл.

Как известно, в этих работах Цондек устанавливает чрезвычайно высокое содержание фолликулина в моче беременной кобылы, превышающее в 10—15 раз по количеству, которое до сих пор удалось получить из мочи беременных женщин. В то же самое время, согласно указанию Цондека, фолликулин в моче кобыл содержится в состоянии, трудно растворимом в эфире и других липоидных растворах. При помощи известных манипуляций ему удается более или менее достичь этого перехода фолликулина в эфирно-растворимую фракцию.

В настоящее время Е. В. Дятловой и С. Н. Штамлер в нашем Институте удалось подтвердить основные результаты Цондека; и в частности установить, что при воздействии на мочу кобыл серной кислотой, такой перевод фолликулина в эфирно-растворимую фракцию вполне достижим.

Блестящее оправдание изложенной нами точки зрения мы находим в новейших работах Бутенанта (H. S. Zsch. f. Phys. Chemie 1932 Bd. 208) которыми раскрыты как физико-химическая, так и физиологическая характеристика различных форм превращения фолликулярного гормона. Однако, подчеркивая близость исходных точек зрения, мы не считали бы возможным говорить о „двух и более гормонах“ — как это делает Бутенант, но считали бы более правильным рассматривать их как разные формы превращения одного и того же гормона (Альфа, Бета и Гидратная — формы гормона в данном случае). С другой стороны, в то время как работы Кендаля, Харингтона на тироксине и Бутенанта, Доизи, Мерриана, Лакера и др., на фолликулярном гормоне по необходимости вращаются вокруг превращений гормонов *in vitro*, мы ставим вопрос о необходимости реализовать на деле более глубокое изучение обмена и превращения этих гормонов *in vivo*.

Все эти факты ставят по отношению проблемы фолликулярного гормона ту же актуальную задачу изучения про-

цессов его внутреннего обмена и превращения, которая, по видимому, должна будет развиваться в направлениях, аналогичных тому, что нами было указано выше по отношению к тироксину.

Отметим, что в остальных отношениях проблематика, связанная с физиологией фолликулярного гормона, во многом должна быть намечена в аналогии с тем, что до сих пор было разработано более углубленно по отношению к тиреоидному гормону. Так, в частности, в соответствии с тем, как проблема конструирования тиреоидного гормона в животном организме упирается в проблему содержания иода в питьевых водах и в пищевых продуктах, в настоящий период перед физиологией фолликулярного гормона, стоят задачи раскрытия его взаимоотношений с одной стороны с таким пищевым фактором, как антистерильный витамин Е, открытый Эвансом, а с другой стороны чрезвычайно интересными работами, установившими содержание высокоактивных продуктов в некоторых растениях, которые повторяют основную реакцию течкового цикла, — на мышах, подобно фолликулину. Здесь, так же, как по отношению к тиреоидному гормону — актуально встает перед современными эндокринологами задача изучения нормальных и патологических эндокринных формул, и в частности содержания фолликулярного гормона в крови нормальных животных, в зависимости от физиологических и возрастных состояний и тех или других отклонений от нормы в виде ли беременности, менструации, или же климактерического периода.

Так же, как и по отношению к тиреоидному гормону, мы имеем практически применимые методы определения содержания фолликулярного гормона в сыворотке животного (Фельс, Frank и др.)

Совершенно бесспорно, что так же, как и по отношению к тироксину, актуальнейшую задачу, имеющую, кроме того, огромное практическое значение для клиники представляет разрешение вопроса о путях, механизмах и формах выведения фолликулярного гормона из организма с мочей и в частности выяснение основного вопроса о том, какая связь существует между процессом

беременности и таким огромным повышением содержания фолликулина в моче.

Наконец, не менее важную задачу представляет вопрос о причинах накопления фолликулярного гормона в плаценте в период беременности. Является ли плацента местом накопления фолликулярного гормона, вырабатываемого яичником, или же, как думают в настоящее время многие, если не большинство исследователей, в плаценте создаются свои мощные очаги продукции фолликулярного гормона и других гормонов полового цикла.

Аналогичные же проблемы встают перед нами и по отношению к другим гормонам, и в частности к гормону половому стимулятору. В частности одной из актуальнейших задач сегодняшнего дня является вопрос об идентичности „пролана“ и гормона, получаемого непосредственно из гипофиза. Ряд фактов указывает, что пролан, получаемый из мочи беременных женщин, не способен вполне повторить действие экстракта ткани гипофиза, и это явилось поводом к мысли о том, что пролан представляет собою фактор не связанный в своем происхождении с гипофизом. Мне кажется несомненным, что правильное решение всей совокупности этих проблем может быть дано лишь на том же пути признания, что пролан представляет собою одну из форм обмена полноценного гормона, вырабатываемого в гипофизе или в плаценте, но успевшего потерять известную долю своей активности. Так же, как тироксин, пройдя через ряд последовательных фаз обмена, теряет известную часть своей активности, и половые стимуляторы, по видимому, выделяются через мочу в формах, уже неспособных во всех деталях осуществить функции полноценного гормона.

Но все эти вопросы должны нами рассматриваться, как часть общей проблемы превращения и обмена гормонов в организме, которые встают перед нами как очередная, актуальная проблема современной эндокринологии.

Наконец, отметим, что в свете проанализированных выше фактов, в новом аспекте выступают перед нами и основные проблемы взаимодействия, занимающие одно из центральных мест в общем 63

учении о железах внутренней секреции.

Действительно, ни одна из конкретных проблем клинической или экспериментальной эндокринологии не может быть нами разрешена без учета того обстоятельства, что каждая из функций организма является результатом взаимодействия большого количества переменных и в том числе интерференции влияния всей системы желез внутренней секреции. Вот почему проблема взаимодействия желез между собой с давних пор привлекала внимание эндокринологов, и мы имели многочисленные попытки сформулировать наши представления о формах связи эндокринных органов между собой в известных треугольниках антогонистических и синергетических отношений, предлагаемых Эттингером, Ашнером, Беловым и др.

Все эти схемы, помимо своего общего схематизма и метафизичности, страдали тем, что их творцы оперировали химически и физиологически неидентифицированными понятиями, объединяя в своей схеме понятия желез внутренней секреции, — в некоторое нерасчлененное целое, забывая о том обстоятельстве, строго установленном, что, напр., такая железа, как нижний придаток мозга, является источником продукции не менее 6—7, а, как некоторые предполагают, даже 10 самостоятельных гормонов. С другой стороны, как это было указано в свое время проф. Опшлем, сама по себе проблема взаимодействия должна быть методологически расчленена на ряд самостоятельных проблем, где необходимо различать действие данной железы внутренней секреции на ткань другой железы и интерференцию действия вырабатываемых той или другой железой гормонов на некую третью нейтральную периферическую ткань, причем схемы и характер этого взаимодействия и их положительных и отрицательных знаков не обязательно должны совпадать между собой.

Только опираясь на завоевания последних лет, выводящие эндокринологию на уровень точной физиологической дисциплины, оперирующей химически достаточно идентифицированными понятиями, мы приобретаем возможность

обнажать проблемы взаимодействия до необходимой для их разрешения чистоты и ясности. Ставши на этот путь, нам удалось в течение последних лет подвергнуть более глубокому изучению одну из таких проблем, — проблему взаимодействия тироидного и фолликулярного гормона в их приложении к морфогенетике пера у кур. Опираясь на открытую нами реакцию перераспределения черного и рыжего пигментов в пере у кур итальянской породы, нам удалось показать предварительно, что эта реакция перераспределения пигментов характеризуется своими специфическими чертами, отличными от реакции сплошной меланизации пера у петухов, благодаря вмешательству активной секреции яичника.

Имея в настоящее время в своих руках концентрированные препараты фолликулярного гормона, нам удалось получить на шейном пере у петухов, при одновременном введении тироидного и фолликулярного гормона, типичную для курицы реакцию перераспределения пигментов.

Таким образом нам удалось с полной ясностью установить как характер, так и способ чистого, недвусмысленного изучения взаимодействия этих двух гормонов, в такой форме постановки опыта, где исключена возможность вмешательства каких бы то ни было побочных, затемняющих картину факторов. Нам кажется, что этот опыт представляет собой одну из первых попыток той чрезвычайно важной главы эндокринологии, которая должна получить свое развитие в ближайшем будущем. Только опираясь в своих экспериментальных установках и приемах на точно и строго идентифицированные материальные факторы и беря их в динамике их превращений в организме, мы сумеем разрешить и эту „проблему проблем“ эндокринологии, — проблему взаимодействия и интерференции влияния желез внутренней секреции и обмена их гормонов во всей системе регуляции жизненных процессов.

Эндокринологическая лаборатория
Всесоюз. инст. животноводства
ВАСХНИЛ.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ БИОХИМИЯ МЫШЦЫ И ЭВОЛЮЦИОННОЕ УЧЕНИЕ

Е. М. КРЕПС

В одном из последних номеров „Природы“ (№ 3—4) проф. Л. А. Орбели осветил несколько физиологических проблем, разрабатывавшихся в его лабораториях за последние годы, и показал, как эволюционная теория, с одной стороны, получает значительные обоснования в физиологии, а, с другой, сама является путеводной нитью физиологического анализа. Однако такой подход к физиологическим вопросам является скорее редким исключением, на что указывает и проф. Х. С. Коштоянц. В статье „Физиология и теория развития“ он сетует, что подавляющее большинство физиологов, при собирании и анализе экспериментального материала, довольствуется рассмотрением данного процесса у данного представителя животного царства в современных условиях, без всякой попытки оценить историю возникновения и развития этого процесса.

В еще большей мере это применимо к вопросам биохимии. Лишь самые последние десятилетия ознаменовались подъемом интереса к созданию подлинной сравнительной или эволюционной биохимии. Исследования Макалума (Macallum) по солевому составу крови филогенетически более молодых и более древних форм в связи с вопросом о происхождении океанов и историей солей морской воды; работы Баркрофта (Barcroft), изучавшего дыхательные пигменты не только позвоночных, но и многих беспозвоночных животных и поставившего вопрос о связи между возникновением гемоглобина и развитием кровеносных систем; многочисленные исследования Нидхема (J. Needham) по эмбриохимии, — все это уже ценные вклады в будущую науку, — эволюционную биохимию, — которая должна стать одной из глав учения об эволюции животного мира.

В настоящей статье мы хотим остановиться на одном из наиболее живых, увлекательных и активно разрабатываемых отделов современной биохимии — на вопросе о химической динамике мышечного сокращения — и показать, как с одной стороны эволюционная теория может указывать путь биохимическому исследованию, а с другой, сама может получать неожиданные подкрепления и подтверждения со стороны биохимии. В нашем случае биохимические исследования будут иметь самое тесное отношение к одному из основных вопросов эволюционного учения — вопросу о путях развития и происхождения позвоночных животных, генетической связи позвоночных с отдельными группами мира беспозвоночных.

Прежде чем перейти к изложению химических фактов, составляющих предмет этой статьи, мы должны несколько остановиться на истории развития современных воззрений на происхождение позвоночных и на тех чисто морфологических основаниях, на которых базируются представления о родственных связях между разными группировками животного царства.¹

Еще в до-Дарвинские времена, в конце XVIII века, Жюффруа де Сент-Илер (Geoffroy de St. Hilaire), развивавший теорию, что все живые существа построены по одному плану, высказал взгляд, что позвоночные суть ни что иное, как артроподы, перевернутые спиной вниз.

Первая более или менее серьезная теория происхождения позвоночных, появившаяся после выхода в свет „Происхождения видов“ (1859), возникла из замечательных исследований Алексан-

¹ При составлении настоящей статьи, история развития взглядов на происхождение позвоночных заимствована из работы Needham и Needham в Science Progress № 104, 1932.

дра Ковалевского (1866) над развитием асцидий. В то время асцидии относились к моллюскам, пока Ковалевский не показал, что истинное их положение на зоологической лестнице находится рядом с позвоночными. Ковалевский описал в подвижной, свободно плавающей личинке асцидий структуру, совершенно гомологичную со спинной струной позвоночных, а также развитие нервной системы из дорзальной складки эктодермы и появление жаберных щелей в эмбриональной глотке асцидий.

Взгляды Ковалевского были сразу же восприняты Геккелем, Гегенбауэром и Дарвиным, считавшим, что предком позвоночных должен быть организм, близкий к личинке асцидий. Но значение работ Ковалевского ограничилось признанием несомненной связи между асцидиями и позвоночными, а вопрос о более глубоких корнях хордовых сделался предметом дальнейших оживленных споров и дискуссий.

Наличие метамерии у позвоночных и у аннелид выдвинуло последних, как наиболее вероятных предков позвоночных. Дорн (Dohrn) (1875) и Семпер (Semper) (1875—1876) особенно защищали эту точку зрения, подчеркивая, что основные органы в теле позвоночного расположены так же, как в организме аннелид, перевернутом на спину, т. е. выше всего (дорзальнее) лежит нервная система, затем пищеварительная, затем кровеносная. Камнем преткновения для этой теории явились как раз известные уже тогда примитивные хордовые животные (*Protochordata*), как оболочники (*Tunicata*) и безчерепные (*Acrania*); ни *Amphioxus*, ни асцидии не обнаруживали никаких аннелидных признаков, а отрицать близкое родство их с высшими позвоночными не было никакой возможности. Дорн обошел это затруднение тем, что признал их за дегенеративные формы, рассматривая ланцетника как дегенерировавшего круглоротого (*Cyclostomata*), а асцидию как дегенерировавшего ланцетника. Общим предком всех сегментированных животных, по Семперу, должна была быть сегментированная червеобразная форма, не похожая ни на один из современных типов, имеющая, подобно турбелляриям,

два боковых нервных ствола на дорзальной стороне и потенциально могущая развиться или в позвоночную или в аннелидную сторону.

Эти взгляды вызвали сильные возражения среди зоологов в 70—80-х годах прошлого столетия, так как перемена дорзальной и вентральной поверхностей казалась слишком рискованным предположением. Неудивительно, что возник ряд новых теорий. Бальфур (Balfour) (1876) выдвинул в качестве предка позвоночных немертин или, точнее, немертино-подобную форму, у которой два латеральных нервных столба слились не на вентральной, как у аннелид, а на дорзальной стороне (у современных немертин нервные столбы лежат то более дорзально, то более вентрально). Однако и эта теория была вскоре предана забвению, вследствие ряда новых идей, возникших из изучения крайне интересной и до тех пор еще темной группы кишечножаберных (*Enteropneusta*), из которых наиболее известным представителем является *Balanoglossus*.

Личиночная форма баланоглоссуса была изучена гораздо раньше, чем его взрослая форма. Еще в 1849 г. Иоганнес Мюллер (*Johannes Müller*) описал личинку баланоглоссуса под именем *Tornaria* и принял ее за личинку иглокожих — бипиннарию, с которыми она действительно имеет чрезвычайно много общего. Первое точное описание взрослой формы баланоглоссуса было дано Ковалевским в 1866 г. Но истинная судьба личинки торнария была неизвестна до 1881 г., когда Мечников показал, что торнария есть ни что иное, как личиночная форма баланоглоссуса. Так как личинка была известна лучше, чем взрослая форма, и имела очень много признаков, общих с личинками иглокожих, то Мечников выделил *Balanoglossus* в особую группу иглокожих (*Bilateralia*), противопоставляя ее всем прочим иглокожим (*Radiata*).

Так дело обстояло до исследований Бэтсона (Bateson), который в ряде работ (1884—1886) с несомненностью показал близкое родство баланоглоссуса с высшими позвоночными. *Enteropneusta* сходны с позвоночными своими жаберными щелями, своей

хордой (нотохорд), состоящей из своеобразных эпителиальных клеток и по своему развитию очень напоминающей развитие спинной струны позвоночных, и строением и происхождением „воротникового“ мозга, очень близким строению и происхождению спинного мозга позвоночных. Бэтсон выделил кишечножаберных в особую группу, имеющую родство с одной стороны с хордовыми, а с другой с иглокожими. „Мы должны допустить, пишет Бэтсон (1886), наличие родственной связи между иглокожими и хордовыми, так как *Tornaria* не только очень похожа, но практически идентична с *Bipinnaria* иглокожих“. Взгляды Бэтсона нашли много сторонников — Шимкевич в России, Деляж (Delage) во Франции, — но подверглись и критике, особенно со стороны Шпенгеля (Spengel) (1894).

Шпенгель в своей монографии по *Enteropneusta* отрицал родство последних с хордовыми и пытался установить связь их с аннелидами, рассматривая торнарию, как аберрантную форму личинки-трохофоры. Однако доводы его были поколеблены Мак Брайдом (Mac Bride) (1894 и 1914), Гарстангом (Garstang) и др., с одной стороны, приведшими целый ряд данных в пользу родства баланоглоссуса с позвоночными, и с другой стороны, еще более сблизившими торнарию с личинками иглокожих.

К началу настоящего столетия теория общности происхождения позвоночных и иглокожих (а также и *Enteropneusta*) пользовалась уже почти всеобщим признанием. Однако ряд возражений продолжал все еще делаться. Теория Бэтсона не уделяла сперва должного внимания общей для позвоночных и аннелид сегментарности организма, в чем прежние поколения зоологов усматривали проявление общности происхождения. Бэтсон рассматривает метамерную сегментацию, как проявление общих законов роста и развития, как выражение общего принципа параллелизма и конвергенции в эволюции.

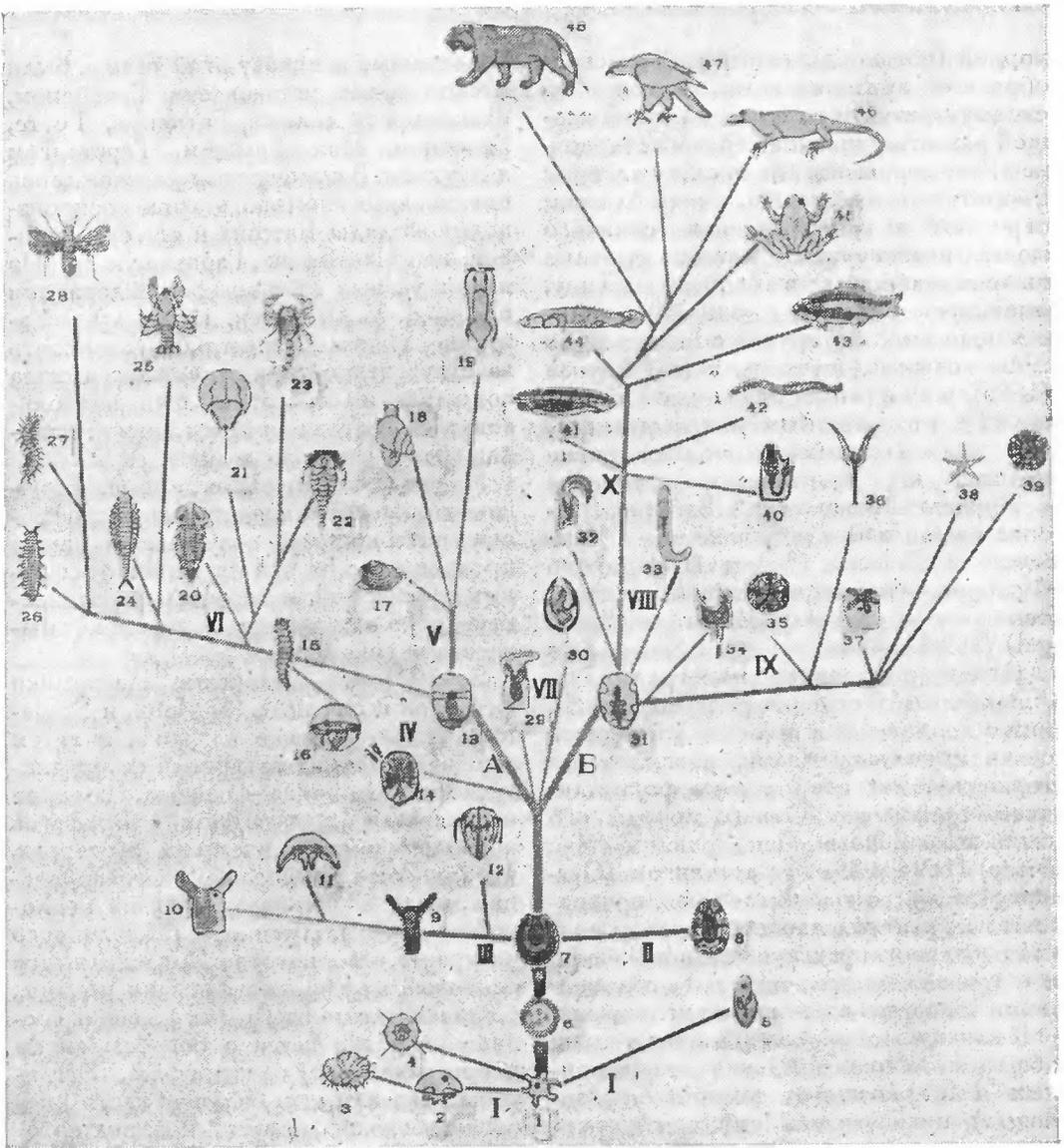
На фиг. 1 представлена схема развития животного мира, которая является в настоящее время, пожалуй, наиболее общепринятой. Основные воззрения,

положенные в основу этой схемы, были в свое время установлены Граббеном, развивались дальше Гатчеком, Гетте, Бэтсоном, Мак Брайдом, Гарстангом и другими. В отношении происхождения позвоночных схема полностью воспроизводит взгляды Бэтсона и его сторонников, как Мак Брайд, Гарстанг и др. Из наших ученых этих воззрений держится проф. Д. М. Федотов, которому пользуюсь случаем принести благодарность за разъяснение ряда относящихся сюда вопросов и за разрешение воспользоваться составленной им схемой находящейся в Палеозоол. инст. АН.¹

Новые биохимические данные, имеющие отношение к вопросу о происхождении позвоночных, получены в самые последние годы при изучении фосфорных соединений, играющих первостепенную роль в химической динамике мышечного сокращения.

В 1927 г. английские биохимики Эггльтон и Эггльтон (Eggleton и Eggleton) нашли в мышце лягушки, и затем в мышцах других позвоночных органическое соединение фосфора, которое они назвали „фосфагеном“. Фосфаген настолько нестойк в кислых растворах, что при обычном способе экстрагирования мышц 4% трихлоруксусной кислотой, для получения обезбелкового экстракта, в котором определяются основные фосфорные фракции мышцы, большая часть этого фосфорного соединения распадается с освобождением неорганического ортофосфата. Эггльтоны показали, что большая часть „неорганического фосфата“ прежних авторов возникает при самом анализе от распада фосфагена, что истинный „неорганический“ фосфор составляет в покойной мышце не более 0.015% к весу мышцы и что фосфаген содержит более

¹ Приводимая схема содержит, конечно, много спорного и встретит, естественно, целый ряд возражений. Но не надо забывать, что она есть прежде всего только схема. Как схема она вносит ясность в сложный и запутанный вопрос о родственных отношениях между отдельными группами животного царства. Дело дальнейших исследований, морфологических и физиологических, выявить ее ошибки и исправить их. По сравнению с другими схемами приводимая нами получает наибольшее подтверждение с точки зрения сравнительной физиологии и биохимии.



Фиг. 1. Схема развития животного мира

I. Простейшие (Protozoa) [1. *Amoebozoa* — амебодные, 2. *Testacea* — раковинные амебодные, 3. *Foraminifera* — морские корненожки, 4. *Radiolaria* — радиолярии, 5. *Infusoria* — инфузории, 6. *Flagellata* — биченосцы.

7. Гастрола.

II. Губки (*Spongiae*) [8. *Spongiae* — губки].

III. Кишечнополостные (*Coelenterata*) [9. *Hydrozoa* — гидрозоиды, 10. *Anthozoa* — высшие полипы, 11. *Scyphozoa* — сцифомедузы, 12. *Stenophora* — гребневки].

A. ПЕРВИЧНОРОТЫЕ (PROTOSTOMIA) [13]

IV. Черви (*Vermes*), 14. *Turbellaria* — ресничные черви, 15. *Annelides* — кольчатые черви, 16. *Rotatoria* — колоратки.

V. Моллюски (*Mollusca*) [17. *Lamellibranchiata* — пластинчатожаберные, 18. *Gastropoda* — брюхоногие, 19. *Cephalopoda* — головоногие].

VI. Членистоногие (*Arthropoda*) [20. *Trilobita* — трилобиты, 21. *Xiphosura* — мечехвосты, 22. *Gigantostaca* — ракоскорпионы, 23. *Arachnoidea* — паукообразные, 24. *Ento-*

mostraca — низшие раки, 25. *Malacostraca* — высшие раки, 26. *Protracheata* — первичнотрахейные, 27. *Myriapoda* — многоножки, 28. *Insecta* — насекомые].

VII. Щупальцевые (*Tentaculata*) [29. *Bryozoa* — мшанки, 30. *Vesicivorida* — плеченосцы].

B. ВТОРИЧНОРОТЫЕ (DEUTEROSTOMIA) [31]

32. *Pterobranchia* — перистожаберные.

VIII. Кишечножаберные (*Enteropneusta*) 33. *Enteropneusta* — кишечножаберные.

IX. Иголкожные (*Echinodermata*) [34. *Carpoidea* — карпониды, 35. *Cystoidea* — цистоиды, 36. *Crinoidea* — морские лилии, 37. *Thacoidea* — текоиды, 38. *Astroidea* — морские звезды, 39. *Echinoidea* — морские ежи].

X. Хордовые (*Chordata*) [40. *Tunicata* — оболочники, 41. *Acrania* — бесчерепные, 42. *Cyclostomata* — круглоротые, 43. *Teleostei* — костистые рыбы, 44. *Crossopterygii* — кистеперые, 45. *Amphibia* — амфибии, 46. *Reptilia* — рептилии, 47. *Aves* — птицы, 48. *Mammalia* — млекопитающие].

половины всего фосфора мышцы. Эггльтоны высказали предположение, что фосфаген должен иметь близкое отношение к креатину мышцы; и действительно, вскоре американцы Фиске и Суббароу (Fiske и Subbarow) (1929) выделили из безбелкового экстракта мышцы кошки кристаллическую кальциевую соль фосфагена, которая оказалась эквимолекулярным соединением креатина и фосфорной кислоты.

При раздражении мышцы, при анаэробии и особенно при окоченении мышцы фосфаген распадается на креатин и фосфорную кислоту, и регенерирует при отдыхе в условиях аэробии. Частичный ресинтез фосфагена происходит и при отдыхе без доступа кислорода.

Открытие фосфагена поставило под большое сомнение главенствующую роль образования молочной кислоты, как непосредственного источника энергии мышечного сокращения. Ряд последующих работ, особенно исследования Лундсгаарда (Lundsgaard) (1930—1931), отравлявшего мышцы моно-иод-уксусной кислотой и показавшего, что скелетная мышца может сокращаться и совершать работу без образования молочной кислоты, нанесли последние удары уже шатавшейся Хилл-Мейергофской теории мышечного сокращения, которая отводила анаэробному образованию молочной кислоты первое место в энергетике мышечного сокращения.

Выдвигаемое Лундсгаардом объяснение мышечного химизма, до сих пор еще не встретившее возражений и пользующееся пока всеобщим признанием, следующим образом рисует нормальную химическую деятельность мышцы лягушки и других позвоночных. Расщепление креатино-фосфорной кислоты на креатин и фосфат есть первичный распад, дающий энергию для самого процесса сокращения. Реакция расщепления фосфагена протекает с энергичным освобождением тепла — именно около 112 калорий на 1 г освободившейся фосфорной кислоты. Распад фосфагена совпадает во времени с самим мышечным сокращением. Наоборот, образование молочной кислоты из гликогена не совпадает во времени с мы-

шечным сокращением, а происходит в последующие моменты. Энергия, освобождающаяся при образовании молочной кислоты, служит для ресинтеза фосфагена из креатина и фосфата. В мышце, отравленной моно-иод-уксусной кислотой, нет образования молочной кислоты, поэтому нет энергии для анаэробного ресинтеза фосфагена. Во время окислительной фазы исчезает сама молочная кислота, причем часть ее (около $\frac{1}{5}$) сгорает, освобождая энергию для ресинтеза остальной части молочной кислоты обратно в гликоген. Таким образом кислород нужен лишь в фазе восстановления для окислительной уборки молочной кислоты.

Когда Эггльтоны установили зависимость между распадом фосфагена и функциональной деятельностью скелетной мышцы лягушки, они принялись искать его в других мышечных образованиях позвоночных. Фосфагена оказалось много в скелетных мышцах млекопитающих, рептилий, рыб, раз в 10 меньше в сердечной мышце и только следы в гладкой мускулатуре желудка и матки.

Обратившись далее к поискам фосфагена у низших представителей животного царства, Эггльтоны нашли типичный креатино-фосфат у ланцетника (*Amphioxus*), этого представителя низших хордовых животных (*Acrania*), но ни у одного из беспозвоночных, обследованных ими в Морской биологической лаборатории в Плимуте, фосфагена найти не удалось. В результате своих исследований Эггльтоны пришли к выводу, что фосфаген (креатино-фосфат) есть принадлежность исключительно мира позвоночных.

Но Мейергоф и Ломани (Meyerhof и Lomann) (1928) вскоре показали, что в мышцах речного рака креатино-фосфат заменяется очень близким фосфорным соединением, в котором креатин заменен другим производным гуанидина, именно аргинином, и поведение аргинино-фосфата совершенно отвечает поведению креатино-фосфата в мышце позвоночных. В том же году, работая на Неаполитанской морской зоологической станции, Мейергоф обнаружил

аналогичные аргининовые фосфагены в мышцах ряда беспозвоночных, — в гладких мышцах голотурий, в поперечно-полосатой части запирателя раковины моллюска *Pecten*, в кожно-мышечном мешке гефиреи *Sipunculus*, — и подтвердил наличие креатинового фосфагена у ланцетника. Существование у беспозвоночных аргинино-фосфорной кислоты и появление в типе хордовых на ее месте креатино-фосфорной Эггльтон и с ним Мейергоф рассматривают как характерную химическую „мутацию“.

Выяснились интересные химические отличия между обоими фосфагенами, объясняющие, почему Эггльтоны не обнаружили аргинино-фосфата при своем исследовании. Оба фосфагена распадаются с освобождением ортофосфата в кислой среде; но, тогда как креатино-фосфат распадается тем быстрее, чем выше кислотность, аргинино-фосфат дает максимальную скорость распада при $[H] = n/100$. Далее, молибдат уско-ряет в 30 раз распад креатино-фосфата и в 30 раз замедляет распад аргинино-фосфата. При той методике, которой пользовались Эггльтоны, аргинино-фосфат должен был распадаться при высокой кислотности и в присутствии молибдата, необходимого при колориметрическом определении фосфора. При этих условиях скорость распада аргинино-фосфата, по сравнению с изученным ими фосфагеном позвоночных, замедлена в 1000 раз.

Поэтому, изучая мышцы беспозвоночных, необходимо следить за нарастанием свободного ортофосфата при стоянии в $n/20$ кислоте, без добавления молибдата, в течение многих часов при температуре 28° . При этих условиях аргинино-фосфат полностью гидролизует, тогда как другие фосфорные соединения мышцы (пирофосфат и пр.) не распадаются.

Обладая теперь, благодаря указанию Мейергофа, способами обнаружения креатинового и аргининового фосфагена в мышцах, интересно было проследить распространение фосфагенов в животном царстве, особенно в мире беспозвоночных.

года Нидхэмом (Needham) и сотрудниками на Морской биологической станции в Roscoff (Франция) и мною с со-трудницами Борсук и Вержбинской на Мурманской биологической станции.

Основные результаты полученные в обоих сериях исследований приведены на таблице (стр. 72—73).

Таблица показывает, что фосфагены имеют чрезвычайно широкое, можно сказать универсальное распространение в животном царстве, так как они обнаружены везде, от млекопитающих до кишечнополостных включительно.

Нахождение фосфагена у личинок иглокожих и у турбеллярий подымает вопрос, не связан ли фосфаген и с ресничным движением в такой же мере, как и с мышечной деятельностью, так как локомоция личинок иглокожих и турбеллярий осуществляется при помощи деятельности ресничек.

С филогенетической точки зрения главный интерес концентрируется вокруг вопроса о распределении обеих форм фосфагенов — аргининового и креатинового — в животном царстве. Таблица показывает, что креатино-фосфат имеет повсеместное распространение у позвоночных. У беспозвоночных, как общее правило, фосфагеном является аргинино-фосфат. С другой стороны у позвоночных нигде не обнаружен аргинино-фосфат, у беспозвоночных, как правило, отсутствует креатино-фосфат.

Однако, в одном случае — именно в мышцах Аристотелева фонаря морского ежа *Strongylocentrotus lividus* Needham, Needham, Baldwin и Judkin обнаружили с несомненностью, наряду с аргинино-фосфатом, еще и креатино-фосфат. Находка эта была тщательно проверена измерением скоростей гидролитического распада обеих форм фосфагена из мышц челюстного аппарата ежа.

С филогенетической точки зрения интересно, что из всех изученных иглокожих креатино-фосфат обнаружен лишь в специальном, дифференцированном, сложном челюстном аппарате морского ежа, представителя филогенетически

наиболее молодого класса иглокожих (*Echinoidea*).¹

Но особенно интересны результаты, полученные для различных представителей низших хордовых животных, как *Enteropneusta*, *Tunicata* и *Acrania*.

У ланцетника *Amphioxus* (*Acrania*) еще Эггльтоны, как мы указывали, нашли типичный позвоночный креатинофосфат, что было подтверждено и Мейергофом и дополнено отрицательными результатами поисков аргининофосфата. Таким образом ланцетник занял свое место, с точки зрения фосфагена, со всем остальным миром позвоночных.

У асцидии *Ascidia mentula* (*Tunicata*) Нидхэм и сотрудники находили один лишь фосфаген аргининового типа, причем исследование наталкивалось на большие трудности, вследствие чрезвычайной водянистости тканей асцидии и бедности их фосфором. Однако Крепс, Борсук и Вержбинская обнаружили в мощной мускулатуре арктической асцидии *Styela rustica*, гораздо более удобной для химического исследования, фосфаген типа креатино-фосфата при полном отсутствии аргинино-фосфата. Таким образом в пределах одной и той же группы асцидий мы находим фосфагены обоих типов. Если мы вспомним, что асцидии представляют собой животных с регрессивным метаморфозом, что личинки асцидий суть типично хордовые формы, обладающие спинной струной, развитой нервной системой, свободноплавающие и т. д., а взрослая асцидия превращается в сидячую форму с чрезвычайно упрощенным и строением и реакциями, то нам не покажутся необычайными также и известные шатания в химической эволюции этой группы. С точки зрения фосфагена туникаты оказываются на распутье между позвоночными и беспозвоночными.

Наконец, в гладких мышцах баланоглоссуса оказался и креатино-фосфат и аргинино-фосфат, подобно поперечнополосатым мышцам Аристотелева фо-

наря морского ежа. Таким образом и баланоглоссус обнаружил свои химические родственные связи как с позвоночными, так и беспозвоночными.

Группа брахиопод, занимающая в схеме эволюции животного царства также неотделенное и промежуточное положение между первичноротыми (*Protostomia*) и вторичноротыми (*Deuterostomia*), была также обследована нами с точки зрения фосфагена. Оказалось, что брахиоподы содержат фосфагены, а именно фосфаген креатининового типа. Таким образом, с точки зрения фосфагена. *Brachiopoda* приближаются к ветви вторичноротых.

Можно было бы, в противоположность филогенетической интерпретации описанных фактов, пытаться связать тот или иной тип фосфагена со структурой мышц, гладкой или поперечнополосатой. Однако такое возражение отпадает, так как поперечно-полосатые мышцы аддукторов двустворчатых моллюсков содержат только аргининофосфат, гладкие мышцы позвоночных содержат только креатино-фосфат, а в гладкой мышце баланоглоссуса и голотурии найдены оба фосфагена.

Как далеко вниз по зоологической лестнице спускаются фосфагены в животном царстве? Аргинино-фосфат обнаружен у планарий (плоские черви), у личинок иглокожих, у кишечноротовых, которых можно рассматривать как организмы, остановившиеся на стадии гастролы. Наконец, Нидхэм, Робертсон, Нидхэм и Болдуин (1932) сделали попытку отыскать фосфаген в чистых культурах одноклеточных животных — у ресничной инфузории *Glaucoma* sp. и двух видов флягеллят (*Bodo caudatus* и *Polytome uvella*). Однако ни одного из известных типов фосфагена, ни вообще какого-нибудь лабильного соединения фосфора найти не удалось.

Как же понять связь между возникновением спинной струны или позвоночной системы и появлением креатининофосфата? По этому поводу Эггльтон писал, что „введение нового химического соединения в химическую структуру ткани представляет собой такую форму эволюционного развития, которая неизбежно должна происходить

¹ Данные, полученные в самое последнее время Н. А. Вержбинской и мною указывают, что подвижному и мышцам-ретракторы глотки у голотурии *S. frondosa* содержат 2 фосфагена, — один типа аргинино-фосфата.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ФОСФАГЕНОВ В ЖИВОТНОМ ЦАРСТВЕ
(по Needham и Needham, 1932 и Крепс, Борсуk и Вержбинской)

Тип и класс	В и д	О р г а н	Состоя- ние мышцы	Мг Р на г весл. мышцы			Фосфагенный Р в % к общ. Р			А в т о р	
				Общ. Р	Неорг. Р	Креатин Р	Аргин. Р	Креатин Р	Аргин. Р		Общ. Р
<i>Coelenterata</i> Scyphozoa	<i>Syanea arctica</i>	Кольцевая мышца	Покой	0.13	0.048	0.0	0.082	0.0	63.0	63.0	Крепс, Борсуk и Верж- бинская
	"	"	Утомлен.	0.13	0.051	0.0	0.079	0.0	61.0	61.0	То же
Anthozoa	<i>Anthea rustica</i>	Стенка тела	—	0.030	0.031	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	Needham, Needham, Bald- win и Yudkin
	<i>Actinia equina</i>	Мускулатура септ и стенок тела	—	0.076	0.013	0.0	0.033	0.0	43.5	43.5	Крепс, Борсуk и Верж- бинская
Stenophora	<i>Metricidium dianthus</i>	То же	—	0.097	0.045	0.0	0.052	0.0	53.5	53.5	То же
	<i>Pleurobrachia pileus</i>	Все тело	—	0.011	0.0065	0.0	0.048	0.0	42.0	42.0	Needham, Needham, Bald- win и Yudkin
<i>Plathelminthes</i>	<i>Planaria vitta</i>		—	0.141	0.106	0.0	0.035	0.0	24.8	24.8	То же
	<i>Polycelis nigra</i>		—	0.182	0.155	0.0	0.027	0.0	14.8	14.8	То же
Nemertini	<i>Lineus longissimus</i>		—	0.457	0.223	0.0	0.244	0.0	52.5	52.5	То же
	<i>Spirographis brevis- pira</i>		Покой	0.271	0.099	0.0	0.172	0.0	63.5	63.5	То же
<i>Gephyrea</i>	<i>Nereis diversicolor</i>	"	"	0.352	0.215	0.0	0.137	0.0	37.0	37.0	То же
	<i>Arenicola marina</i>	Кожно-муск. мешок	"	0.350	0.274	0.0	0.076	0.0	22.0	22.0	Крепс, Борсуk и Верж- бинская
<i>Gephyrea</i>	"	"	Утомлен.	0.373	0.319	0.0	0.054	0.0	14.5	14.5	То же
	<i>Sipunculus nudus</i>	Ретрактор	Покой	0.550	0.210	0.0	0.340	0.0	62.0	62.0	Meyerohof
<i>Mollusca</i> Lamellibranchia	<i>Pecten opercularis</i>	Полер.-голос. аддуктор	"	0.640	0.250	0.0	0.380	0.0	60.0	60.0	Крепс, Борсуk и Верж- бинская
	<i>Pecten islandicus</i>	То же	"	0.972	0.702	0.0	0.270	0.0	28.0	28.0	То же
Cephalopoda	"	То же	Утомлен.	1.102	1.057	0.0	0.045	0.0	4.0	4.0	То же
	<i>Sepia officinalis</i>	Мантейная мышца	Покой	1.750	1.520	0.0	0.230	0.0	13.2	13.2	Needham, Needham, Bald- win и Yudkin
	<i>Octopus vulgaris</i>	"	"	1.340	0.880	0.0	0.452	0.0	33.5	33.5	То же

Эchinodermata																		
Holoturioidea	<i>Holoturia tubulosa</i>	Продольные мышцы	Покой	0.320	0.050	0.0	0.280	0.0	86.0	86.0	86.0	86.0	Meyerhof					
	<i>Synapta inhaerans</i>	То же		0.472	0.350	0.0	0.122	0.0	25.9	25.9	25.9	25.9	Needham, Needham, Baldwin и Yudin					
	<i>Cucumaria frondosa</i>	Ретрактор глазки		0.591	0.245	0.1114	0.132	19.3	22.3	22.3	41.6	41.6	Крепс, Борсук и Вержбинская					
		"	Утомлен.	0.580	0.536	—	0.044	—	7.6	7.6	—	—	То же					
		Продольные мышцы	Покой	0.024	0.304	—	0.320	—	51.0	51.0	—	—	То же					
Asteroida	<i>Asterias glacialis</i>	Амбулякр. ножки	—	0.081	0.022	0.0	0.059	0.0	73.0	73.0	73.0	73.0	Needham, Needham, Baldwin и Yudin					
Echinoidea	<i>Strongylocentrotus lividus</i>	Мышцы Ариетотел фонаря	—	0.374	0.089	0.106	0.179	28.4	48.0	48.0	76.4	76.4	То же					
Arthropoda	<i>Maia squinado</i>	Мышцы клешней	Покой	1.333	0.477	0.0	0.986	0.0	70.0	70.0	70.0	70.0	Lundsgaard					
Crustacea	"	"	Утомлен.	1.371	0.793	0.0	0.578	0.0	42.1	42.1	42.1	42.1	"					
	<i>Astacus fluviatilis</i>	"	Покой	0.500	0.220	0.0	0.280	0.0	56.0	56.0	56.0	56.0	Meyerhof и Lohmann					
Protochordata	<i>Balanoglossus salmon</i>	Хобот и воротник		0.280	0.160	0.060	0.060	21.4	21.4	21.4	42.8	42.8	Needham, Needham, Baldwin и Yudin					
Enteropneusta	<i>Ascidia mentula</i>	Стенка тела		0.037	0.005	0.0	0.002	0.0	22.5	22.5	22.5	22.5	То же					
Tunicata	<i>Styela rustica</i>	Мускульный мешок		0.431	0.317	0.1114	0.0	26.5	0.0	0.0	26.5	26.5	Крепс, Борсук и Вержбинская					
	"	"	Утомлен.	0.515	0.458	0.057	0.0	11.0	0.0	0.0	11.0	11.0	То же					
Acrania	<i>Amphioxus lanceolatus</i>	Все тело	—	0.573	0.573	0.33	—	37.0	—	—	—	—	Eggleton и Eggleton					
Vertebrata																		
Pisces	<i>Acanthias sp.</i> (акула)	Корак-мандибула. мышца	Покой	—	0.5.0	0.18	0.0	26.0	0.0	0.0	—	—	Baldwin					
	<i>Torpedo marmorata</i> (электрич. скат)	Электрич. орган		—	0.251	0.374	0.0	60.0	0.0	0.0	—	—	Eggleton и Eggleton					
	<i>Pleuronectes sp.</i> (камбала)	Спинные мышцы		—	0.910	0.37	0.0	29.0	0.0	0.0	—	—						
	<i>Rana temporaria</i> (лягушка)	Скелетная мышца		—	0.150	0.650	0.0	81.0	0.0	0.0	—	—						
Amphibia	Змея	Спинные мышцы		—	0.650	0.400	0.0	38.0	0.0	0.0	—	—						
Reptilia	Черепашка	Мышцы задней конечности		—	0.640	0.15	0.0	19.0	0.0	0.0	—	—						
	Морская свинка	Гастрокрениус	"	—	0.580	0.22	0.0	27.0	0.0	0.0	—	—	"					
Mammalia	Кролик	"	"	—	0.260	0.62	0.0	70.0	0.0	0.0	—	—	"					
	"	Седалищный нерв	—	0.280	0.090	0.06	0.0	21.0	0.0	0.0	—	—	Gerard и Wallen					

1 В этой таблице под "общим P" условно понимается сумма неорганического и фосфатного P.

как „мутация“, так как новая молекула не может вводиться постепенно“. Однако Нидхэм указывает на две возможности: или молекула А должна вдруг исчезнуть, и молекула В занять ее место; или должны иметь место две независимые мутации. Именно, 1) появление обеих молекул А и В из состояния, при котором существовала только молекула А, и 2) сохранение одной только молекулы В из состояния, при котором существовали обе молекулы А и В. А отсюда видна уже возможность бесконечной цепи мутаций, переходов, при которых количество молекул А может все уменьшаться, а молекул В нарастать. Таким образом и процесс химической эволюции может быть менее прерывистым, чем это следует, казалось бы, из точки зрения Эгглтона.

И действительно, в животном мире осуществлены все три вариации: аргинино-фосфат один, аргинино и креатино-фосфат вместе, и креатино-фосфат один.

И, конечно, неслучайностью является, что среди всей массы беспозвоночных креатиновый фосфат обнаружен только у иглокожих и у *Enteropneusta*. И не случайно, конечно, *Enteropneusta*, морфологически тесно связанные и с иглокожими и с позвоночными, оказались и химически связанными с обеими группами — с иглокожими тем, что содержат аргинино-фосфат, с позвоночными тем, что не в пример всем прочим беспозвоночным, содержат креатино-фосфат. И, наконец, не случайно, конечно, у асцидий, обладающих всеми признаками беспозвоночных, но генетически близких позвоночным, найдены формы с креатино-фосфатом в мускулатуре и формы с аргинино-фосфатом.

Приведенные примеры показывают, что биохимические исследования могут дать подчас весьма ценные подтверждения выводам и построениям, основанным на чисто морфологических

данных. С другой стороны эволюционное учение и облегчает и подсказывает пути биохимического исследования. Так, весьма интересно было бы продолжить работу по фосфагенам, распространив ее на такие промежуточные группы, положение которых в общей схеме развития животного мира еще неясно и неопределенно, как *Chaetognata*, *Phoronidea* и др.

Биохимические исследования в мире беспозвоночных только начинаются, и перед будущей наукой — сравнительной биохимией, как и перед сравнительной физиологией, лежит огромное и почти непочатое поле исследования. Пробуждающийся за последние годы у нас в Союзе интерес к эволюционным проблемам в биологии, и специально среди физиологов, дает надежды, что и физиологические науки займут в учении об эволюции животного мира то место, которое они по праву должны в нем занимать.

Литература

1. Baldwin, J. Exp. Biol. 1932; Biol. Rev. 8. № 1. 1933.—2. Barcroft. Respiratory Function of the Blood (Camb. Univ. Press).—3. Balfour. Compar. Embryology. London. 1881.—4. Bateson. Quart. Journ. Mic. Sci. 1884, 24. 1; 1885, 25, 81; 1886, 26, 511.—5. Dohrn. Der Ursprung d. Wirbeltiere u. s. w. Leipzig. 1875.—6. Eggleton и Eggleton. Bioch. Journ. 1927, 21, 190; Journ. Phys. 1928, 65, 15.—7. Eggleton. Physiol. Rev. 1929, 9, 432.—8. Fiske и Subbarow. Journ. Biol. Chem. 1929, 81, 629.—9. Ковалевский. Зап. Имп. Акад. Наук 10. №№ 7 и 15, 1866.—10. Lundsgaard, Bioch. Zeit. 1930. 217, 62; 1931, 230, 10.—11. Mac Bride. Textbook of Embryology. London 1914.—12. Macallum. Physiol. Rev. 1926, 6, 352.—13. Meyerhof Archivio di Sci. Biol. 1928 12. 536.—14. Meyerhof и Lohmann. Bioch. Zeit. 1928, 196, 22, 49.—15. Мечников. Zool. Anz. 1881, 4, 139, 153.—16. Needham. Chemical Embryology. 1931.—17. Needham, Needham, Baldwin и Judkin Proc. Roy. Soc. 1932. 13, 110, 260.—18. Needham. Needham, Judkin и Baldwin, J. Exp. Biol. 1932, 9. 212.—19. Needham, Robertson, Needham, Baldwin, I. Exp. Biol. 1932, 9, 332.—20. Semper. Arb. Zool. Stat. Würzburg. 1875/76, 2.—3.—21. Spengel. Enteropneusta d. Golfes Neapels. 1894.

МИКРОБЫ И ВЫЗЫВАЕМЫЕ ИМИ ПРОЦЕССЫ В ЛИМАНАХ

Проф. Л. И. РУБЕНЧИК

Из многочисленных соленых водоемов Советского Союза одними из наиболее изученных в микробиологическом отношении являются расположенные вблизи Одессы лиманы. Начало их исследования относится еще к 90-ым годам прошлого столетия и тесно связано с именами Вериги, Брусиловского, Бардаха и др. Но только за последнее десятилетие лиманы стали предметом планового, систематического изучения, в котором микробиология участвует в тесном комплексе с гидробиологией, физико-химией и геологией.

Из донных отложений лиманов особенный интерес в научном и практическом отношении представляют черные грязи, обладающие высокими целебными свойствами. Эти грязи слагаются из трех основных частей: 1) глинисто-песчаного остова, 2) коллоидного комплекса ($\text{FeS}\cdot\text{H}_2\text{O}$, $\text{Fe}(\text{OH})_2$, $\text{Fe}(\text{OH})_3$, $\text{Al}(\text{OH})_3$, H_2SiO_3 и органических коллоидов) и 3) солевого раствора. Своим черным цветом грязи обязаны коллоидальному гидрату сернистого железа ($\text{FeS}\cdot\text{H}_2\text{O}$). Так как для образования последнего необходим сероводород, то большого внимания заслуживают микробные процессы, приводящие к образованию H_2S в лиманах. В течение ряда лет считали, что сероводород получается там преимущественно из белковых соединений. Основанием для этого служило обнаружение в грязях гнилостных бактерий, выделяющих сероводород на белковых средах (⁷,¹⁴). Однако, большинство из них оказалось заносными формами, жизнедеятельность которых угнетается или совершенно подавляется высокими концентрациями солей. Зелинский и Брусиловский (¹⁵) впервые указали на существование в лиманных грязях бактерий, образующих сероводород из

неорганических сорных соединений. Описанный ими *Vibrio hydrosulfureus* оказался способным выделить H_2S не только из белковых веществ но и из сернокислых, сернистых и серноватистых солей. Однако, лишь после того, как Beijerinck (⁶) и Van Delden (⁹) открыли в иле канав и эстуарий Голландии специфическую группу десульфуризирующих бактерий (*Spirillum desulfuricans*, *Microspira aestuarii*), на восстановление сульфатов, с образованием сероводорода, было обращено должное внимание, и представителей указанной группы бактерий удалось обнаружить в донных отложениях соленых озер (¹²,¹⁷). Что касается лиманных грязей, то выделенные оттуда десульфуризирующие бактерии обладают некоторыми особенностями, отличающими их от *Spirillum desulfuricans* и *Microspira aestuarii* указанных выше голландских исследователей. Так, *Sp. desulfuricans* развивается при содержании от 0 до 2.5% NaCl, а *M. aestuarii* — от 1.5 до 10% NaCl, причем солевой оптимум для первого вида лежит при 1.5% NaCl, а для второго при 3% NaCl (⁶). Что касается бактерии Куяльницкого лимана, то она проявляет нормальную жизнедеятельность как в отсутствии NaCl, так и при 20% этой соли, но наиболее активно размножение и восстановление сульфатов протекают при 8% NaCl (⁸). Кроме того, десульфуризирующая бактерия лиманной грязи может использовать, в качестве источника углерода и энергии, соли жирных кислот (масляной и уксусной ²⁸), тогда как эти соединения, по данным Beijerinck'a (⁶) и Baars'a (¹) непригодны ни для *S. desulfuricans*, ни для *M. aestuarii*, ни для описанного Elion'ом (¹¹) *Vibrio thermodesulfuricans*. В 1930 г. Baars'у удалось экспериментально доказать, что все три только-что названные бактерии являются не самостоятельными видами, 75

а лишь формами одного и того же плюривалентного вида, *Vibrio desulfuricans*, способного легко приспособляться к различным концентрациям солей и к различным температурам. Кроме этого вида, Baars обнаружил в иле голландских канав другой вид десульфурирующих бактерий, названный им *Vibrio Rubentschikii*, который, подобно бактерии лиманных грязей, усваивает жирные кислоты.

Широкая распространенность в лиманах редуцирующих сульфаты бактерий, высокая их активность, способность проявлять нормальную жизнедеятельность при различных концентрациях солей, строгий анаэробизм, соответствующий оптимальным условиям грязеобразования — все это дает право признать данную группу бактерий важнейшим агентом в образовании сероводорода в этих водоемах. Однако, нельзя вовсе не принять во внимание и деятельность гнилостных бактерий. В лиманных грязях описаны такие бактериальные виды, которые образуют сероводород из белковых соединений даже при высоких концентрациях солей (², ¹³). Таким образом, и при гниении должно образовываться некоторое количество сероводорода, в особенности, в лиманах с богатой флорой и фауной (например, Сухой лиман).

Одновременно с восстановлением сульфатов до сероводорода в лиманах протекает противоположный процесс окисления сероводорода, с образованием серы и сульфатов, в котором принимают участие серные и тионовокислые бактерии. Первые, видовой состав которых в лиманах еще мало изучен, принадлежат к группам пурпурных и бесцветных серобактерий (¹⁰). Наиболее часто встречаются представители семейства *Chromatiaceae*.

В связи с жизнедеятельностью этих бактерий, необходимо упомянуть о весьма любопытных образованиях, бактериальных пластинках, подробно изученных Егуновым (¹⁰). Если на дно сосуда поместить окисленную грязь, залитую высоким слоем водопроводной воды или лиманной рапы, то через некоторое время у поверхности грязи появляется тоненькая пластинка, покрывающая, на

подобие перепонки, весь поперечник сосуда. Затем она начинает подниматься, все время сохраняя горизонтальное положение. Не доходя до поверхности жидкости, пластинка останавливается на некотором уровне, остается известное время в покое, а затем постепенно опускается. Толщина этой пластинки иногда не превышает 0.1 мм; в других же случаях от нее отходят тяжи разнообразной длины и формы, или же она превращается в зону мути, достигающую иногда нескольких сантиметров в толщину. Анализ показывает, что под пластинкой среда насыщена сероводородом, тогда как последний над пластинкой отсутствует. По мнению Егунова (¹⁰), эти пластинки образуются серобактериями, которые, окисляя сероводород, не дают последнему распространиться в верхние слои жидкости. Положение же пластинки в сосуде зависит от диффузионных потоков сероводорода, текущих снизу вверх, и кислорода, проникающих сверху вниз. Подобно чувствительному барометру, пластинка реагирует на изменение парциального давления этих газов и устанавливается в зоне оптимального для жизнедеятельности серобактерий содержания обоих газов. Согласно гипотезы Егунова, в Черном море должна существовать гигантская пластинка на глубине 200—400 м, разделяющая водоем на две части: нижнюю, богатую сероводородом, в которой возможна лишь жизнь некоторых анаэробных микробов, и верхнюю, не содержащую сероводорода, в которой сосредоточена вся флора и фауна этого водоема. В лиманах, отличающихся незначительной глубиной, бактериальная пластинка должна, по Егунову, лежать на поверхности донных отложений. Если в лабораторных условиях эти пластинки легко могут быть получены, то вопрос об их действительном существовании в Черном море и лиманах остается все еще неразрешенным. Попытки их обнаружения, правда, пока единичные (¹⁸), до сих пор не увенчались успехом. В последнее время возникло предположение, что в образовании пластинок Егунова в лабораторных условиях принимают участие не серные, а тионовокислые бактерии (²⁹). Однако, факт находже-

ния последних в пластинках еще не указывает на то, что именно данным бактериям пластинки обязаны своим образованием. В этом направлении необходимы дальнейшие исследования над чистыми и смешанными культурами тионовокислых бактерий.

Что касается последних, то они, как известно, могут быть разделены на две подгруппы: на окисляющих серные соединения, с выделением серы вне клеток, и на вовсе не образующих серы. Лиманная грязь содержит представителей первой группы (типа *Thiobacillus thiotharum*). Характерной их особенностью является облигатная галофилия (⁴, ¹⁴). Так, раса Куяльницкого лимана развивается и окисляет гипосульфит при наличии в среде от 2 до 22% NaCl, причем оптимальная концентрация лежит при 6% этой соли. Солевой минимум для расы Сухого лимана немного более низкий (1% NaCl), предельная же концентрация, при которой еще возможна ее жизнедеятельность, также равна 22% (⁴). Кроме того, последняя обладает большей окислительной способностью, чем Куяльницкая раса (⁴). Бактериям, окисляющим сероводород, прежде приписывалась только положительная роль в образовании черной грязи (⁷, ¹⁶). Такой взгляд является односторонним. В действительности же их деятельность, в зависимости от различных условий, может быть как полезной, так и вредной. Как уже выше указывалось, сероводород, в результате взаимодействия с солями железа, превращается в коллоидальный гидрат сернистого железа, который участвует в образовании грязи. Но не весь образующийся на дне лиманов сероводород переходит в сернистое железо. Некоторая его часть, оставаясь свободной, должна была бы улетучиться из лимана, если бы там не было серных и тионовокислых бактерий. Последние окисляют свободный сероводород до серы и серной кислоты и, таким образом, препятствуют его удалению из лимана. Кроме того, они готовят материал (сульфаты), из которого десульфурierende бактерии затем снова образуют сероводород. Эта полезная работа может, однако, превратиться в свою про-

тивоположность. Наши опыты показали, что, если серую, окисленную грязь,¹ находящуюся под слоем лиманной воды, заразить большим количеством пурпурных серобактерий и затем создать благоприятные условия для размножения последних, то почернение грязи в местах развития бактерий (т. е. на поверхности грязи и у стенок сосуда) резко замедляется. Здесь разыгрывается интересная борьба за сероводород между живой клеткой серобактерий и солями железа. Когда эти бактерии развиваются в массовом количестве, то они окисляют большую часть образующегося сероводорода и, таким образом, препятствуют образованию сернистого железа. В результате, их рационализаторская деятельность (использование излишков сероводорода) может стать вредительской для грязеобразования.

Процесс восстановления сульфатов является, как известно, эндотермической реакцией: $H_2SO_4 = H_2S + 2O_2$ — 135 000 калорий. Поэтому возникал вопрос об источнике энергии, необходимой десульфурierende бактериям. Исследования над разложением клетчатки в лиманах позволили подойти к разрешению данного вопроса.² В этих водоемах клетчатка может разлагаться и в анаэробных, и в аэробных условиях. Анаэробным возбудителем данного процесса является спороносная палочка, идентичная с *Bacillus cellulosa methanica* Омелянского (²⁵). В то время, как лиманная раса этого вида энергично разрушает клетчатку при незначительных концентрациях солей, она становится тем менее активной, чем больше содержится в среде солей. Ее жизнедеятельность не прекращается, однако, даже при 15% NaCl, хотя при этом предельном содержании соли разложение клетчатки начинается весьма поздно

¹ При своем окислении черная грязь становится серой, вследствие перехода FeS в $Fe(OH)_2$ и $Fe(OH)_3$. Под слоем воды окисленная грязь, в результате образования FeS , снова становится черной.

² Клетчатка образуется в лиманах водорослями (*Cladophora*, *Chaetomorpha*, *Ulva* и др.). Кроме того, паводки, а также воды рек и балок сносят в лиманы различные цветковые растения, клетчатка которых подвергается там разложению.

и протекает крайне медленно. К продуктам, получающимся при разложении ею клетчатки, относятся метан, угольная, уксусная и масляная кислоты⁽²⁵⁾.

В аэробном разложении клетчатки в лиманах принимают участие бактерии и актиномицеты. Выделенный из лиманной грязи *Actinomyces melanogenes*⁽²⁶⁾ образует принадлежащий к группе меланина пигмент, который имеет сначала розовый, а в более старой культуре буровато-черный цвет. Развитие этого актиномицета и разложение им клетчатки лучше всего протекает в обычных минеральных средах без дополнительного прибавления солей, но может идти и при наличии до 17% NaCl. Более детальное исследование показало, что *Act. melanogenes* является лишь галотолерантной расой распространенного вида, названного нами *Actinomyces Krainskii*⁽²⁷⁾, к которому должны быть также отнесены описанные Краинским⁽¹⁹⁾ в почве *Act. melanocyclus* и *A. melanosporeus*, а также выделенный Ройзиным из активного ила *Act. melanoroseus*⁽²⁴⁾.

Две обнаруженные в лиманной грязи бактерии (*Вас. А* и *В*) представляют неспорозные палочки, разлагающие клетчатку без образования пигмента. Первая из них развивается одинаково активно в среде без NaCl и с 5% этой соли, для второй же оптимальные условия получаются в случае неприбавления NaCl. Солевой максимум для обоих этих видов лежит при 15% NaCl⁽²⁶⁾. При изучении аэробного разложения клетчатки было установлено, что при посевах некоторых образцов грязи процесс носил галофильный характер⁽²⁰⁾. Так как указанные выше бактерии лишь галотолерантны, то, естественно, возникла мысль, что в лиманных грязях должны существовать галофильные формы. Это было подтверждено нашими новейшими исследованиями⁽³²⁾, которые привели к обнаружению в лиманах галофильных бактерий, принадлежащих к родам *Cytophaga* и *Cellfalcicula*. Из них особеного внимания заслуживает *Cytophaga*. Ее расы, встречающиеся в различных лиманах, отличаются друг от друга своим отношением к NaCl, как это видно из следующей таблицы:

Название лиманов	NaCl (в %)		
	мини-мум	опти-мум	макси-мум
Куяльницкий	0	5	18
Хаджибейский	0	3	12
Сухой	0	1—2	10

Таким образом, все они галофильны, но наивысший оптимум NaCl наблюдается у расы Куяльницкого лимана, содержащего наибольшую концентрацию солей. При неприбавлении NaCl все они развиваются очень медленно и скудно. Клетчатка является для них единственно пригодным источником углерода. Однако, они могут переносить, в отличие от почвенных видов *Cytophaga*, значительное количество органических соединений (до 1% глюкозы или 1% пептона). Обладая резко выраженным фибролитическим действием, они энергично разрушают волокна клетчатки, превращая последнюю в прозрачную, бесструктурную массу, окрашенную в розовый цвет. При этом образуются продукты типа гуминовой кислоты⁽³²⁾. Галофилия и толерантность к органическим соединениям, отличающие *Cytophaga* лиманов от всех до сих пор известных представителей этого рода, дали основание признать ее новым видом, который мы назвали *Cytophaga halophila*⁽³²⁾.

Что касается обнаруженной в лиманной грязи *Cellfalcicula*, то она также галофильна и развивается, а также разлагает клетчатку, с образованием оливкового пигмента, при наличии до 17% NaCl.

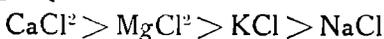
Как показали наши опыты⁽²⁸⁾, продукты анаэробного и аэробного разложения клетчатки могут служить источником энергии и углеродистого питания для десульфурлирующих бактерий. Когда водоросли, населяющие лиманы, умирают, клетчатка их оболочек разлагается целлюлезными бактериями. При этом возникают продукты разложения, которые усваиваются десульфурлирующими бактериями. Последние восстанавливают затем сульфаты до сероводорода,

который вступает в реакцию с солями железа. В результате получается сернистое железо, пропитывающее глинисто-песчаный остов грязи. Таким образом, в результате метабиотической деятельности целлюлезных и десульфуризирующих бактерий, водоросли вовлекаются в круг процессов, приводящих к возникновению грязи на дне лиманов.

Еще Вериго⁽⁸⁾ указал, что для образования грязи необходима щелочная реакция среды. Такая реакция создается в лиманах, главным образом, благодаря аммиаку и аминным основаниям. Из лиманной грязи выделен ряд бактерий, способных разлагать белковые вещества, с образованием аммиака, при высоких концентрациях солей^(2, 13).

Особо заслуживает быть упомянутой палочка, дающая низшие алкиламины (моно- и диметиламины). Последние образуются ею из различных белковых соединений при наличии, в качестве источника углерода, безазотистых органических веществ (углеводы, соли органических кислот и др.). Жизнедеятельность этой бактерии может протекать даже в насыщенном растворе NaCl⁽²⁰⁾.

Кроме гниения, аммиак может образовываться в лиманах и при других микробных процессах, например при брожении мочевины. Одесские лиманы являются солеными водоемами, в которых впервые были обнаружены уробактерии, способные размножаться и вызывать гидролиз мочевины при высоких концентрациях солей⁽³⁰⁾. Некоторые из них [*Urobacillus psychrocarcticus*⁽⁶⁾, *Urobacillus hesmogenes*⁽⁶⁾, *Urobact. amylovorum*⁽⁶⁾] принадлежат к числу наиболее энергичных представителей этой группы бактерий. Хотя они могут проявлять нормальную жизнедеятельность при высоком содержании солей, однако они не нуждаются в повышенном осмотическом давлении среды. По степени своего воздействия на процесс брожения мочевины, эквимолекулярные растворы хлоридов могут быть расположены в следующий ряд:



Каждый из найденных в лиманах видов уробактерий имеет свой излюбленный источник углерода.

Наряду с возникновением щелочных соединений, в лиманах протекают и кислотообразующие процессы. К последним, кроме уже указанной выше сульфатизации, относится нитрификация. Характерной особенностью лиманов является то, что там удалось обнаружить только 1-ю стадию этого процесса, т. е. окисление аммиака до азотистой кислоты⁽³¹⁾. Эта стадия вызывается бактерией, в морфологическом и физиологическом отношении идентичной с *Nitrosomonas europa* Виноградского, но отличающейся от последней своей облигатной галофилией и высоким солевым максимумом. Жизнедеятельность этой бактерии возможна при наличии от 1 до 15% NaCl, причём оптимум лежит при 5% этой соли. Хлористый натрий может быть заменен другими хлоридами (KCl, MgCl², CaCl²); однако, эквимолекулярные количества этих солей оказывают не одинаковое действие на окислительную функцию данной бактерии⁽³¹⁾.

Что касается бактерии, вызывающей окисление азотистой кислоты (2-я стадия нитрификации), то она до сих пор не была найдена в лиманах. Кроме минеральных кислот, в грязях образуются различные органические кислоты, из коих уксусная и масляная кислоты возникают при анаэробном, а гуминовая кислота при аэробном разложении клетчатки.

Нитрификация встречается в лиманах со своей противоположностью, денитрификацией. Денитрифицирующие бактерии очень распространены в лиманах, и их можно выделить почти из любого образца донных отложений. По отношению к солям обнаруженные виды относятся к галотолерантным, галофильным и облигатно галофильным бактериям⁽³²⁾. В этом отношении особенно интересна одна, образующая розовый пигмент, сарцина⁽²³⁾, которая может развиваться и восстанавливать нитраты до свободного азота даже в насыщенном растворе NaCl, причём солевой минимум для нее лежит при 15% NaCl, а оптимум при 20% этой соли. Последняя оказывает специфическое действие и не может быть заменена эквимолекулярными количествами других солей. Среди денитрифицирующих бактерий лиманной грязи

имеются такие виды, которые восстанавливают нитраты до азота в зоне своего солевого оптимума, тогда как редукция нитратов при концентрациях NaCl, приближающихся к солевому максимуму, доходит лишь до нитритов. У некоторых из этих бактерий наблюдается обильное выделение кристаллического углекислого кальция как в жидких, так и в твердых средах. Наряду с видами, для которых водородным донатором служат различные органические соединения, в лиманной грязи описана автотрофная бактерия, окисляющая гипосульфит до серной кислоты при одновременном восстановлении нитратов до свободного азота (4).

В результате денитрификации происходит улетучивание азота и, следовательно, уменьшение количества его в гязях. Однако, одновременно с этим, там происходит противоположный процесс накопления азота, благодаря деятельности азотофиксирующих бактерий. Из последних мы обнаружили анаэробную палочку, в морфологическом и физиологическом отношении идентичную с *Clostridium Pastorianum*, но способную развиваться и ассимилировать азот при наличии до 12% NaCl. Что же касается широко распространенного в природе *Azotobacter*'а, то, несмотря на применение разнообразных методов, нам не удалось выделить его из гязей. Однако, прямой микроскопический анализ позволяет установить наличие там очень большого числа бактерий, совершенно похожих на *Azotobacter*. Представляют ли они неактивную форму последнего, утратившую способность ассимилировать свободный азот, или же они являются другим видом, морфологически ничем не отличающимся от *Azotobacter*'а — это подлежит дальнейшему изучению.

Лиманные гязи содержат жиры, в образовании которых принимают участие некоторые низшие водоросли, например диатомовые и протозоа (амебы, инфузории), причем недостаточный доступ воздуха способствует накоплению у них жиров (21). После их смерти жиры подвергаются разложению. В этом процессе видную роль играют актиномицеты. Из лиманных гязей нами был изолирован один, образующий розовый

пигмент, вид, который размножается и разлагает жиры при высоких концентрациях солей. В среде с маслами имеет место разложение последних, с образованием глицерина и соответствующих жирных кислот, а также появление твердых сгустков, что, повидимому, связано с образованием кетоно-стеариновой кислоты (22).

Из вышеприведенных данных видно, что микробиологические процессы проходят в лиманах не гладко, а в постоянных противоречиях: сульфатизация — десульфатизация, нитрификация — денитрификация, освобождение и связывание азота, образование и разрушение клетчатки, накопление и разложение жиров, выделение кислот и щелочей и т. д. Эти, протекающие в противоположных направлениях процессы и приводят к определенному единству: к образованию на дне лиманов черных гязей.

До последнего времени существовало неправильное представление о числе микробов в лиманных гязях. Объясняется это тем, что применявшийся метод количественного учета микробов позволял обнаружить в 1 г гязи максимум несколько миллионов микробов. Применение же прямого микроскопического метода (по Виноградскому, но в упрощенной форме) дало совершенно другие результаты. Так, нами найдено в 1 г черной гязи до 3.13 миллиарда микробов.

1 г различных донных отложений Куяльницкого лимана содержит:

коков	от 66 до 1720	млн.
палочек	17 „ 1020	
актиномицетов	8 „ 110	
зооглей	7 „ 240	
инфузорий	4 „ 150	

В сравнении с общим числом микробов, количество последних по отдельным биологическим группам оказывается невелико. Произведенный в 1931 г. (по методу разведения) групповой микробный анализ донных отложений Куяльницкого лимана (24) установил наличие следующего числа микробов в 1 грамме:

гнилостных микробов	от 1000	до 1000000
тионовокислых микробов	" 100	" 10 000
денитрифицирующих микробов	10	10 000
разлагающих мочевины микробов	от 1	до 1000
аэробных целлюлезных микробов	1	1000
нитрифицирующих микробов	1	1000
десульфурствующих микробов	1	1000
анаэробных целлюлезных микробов	1	100

Эти данные не являются, однако, максимальными. В 1932 г. мы находили в некоторых образцах черной грязи этого лимана значительно большее число микробов:

гнилостных микробов	до 10 000 000	в 1 г
денитрифицирующих микробов	7 500 000	"
десульфурствующих микробов	25 000	"
аэробных целлюлезных микробов	25 000	"
анаэробных целлюлезных микробов	10 000	"

Прямое микроскопическое изучение грязи показывает, что ее „микробный пейзаж“ похож на таковой в почвах. Наряду со свободно лежащими формами (кокки, палочки, актиномицеты) встречаются многочисленные зооглейные скопления бактерий.

Несмотря на то, что Одесские лиманы принадлежат к водоемам с высокой концентрацией солей, большинство обнаруженных в них микробов не нуждаются в повышенном осмотическом давлении. Массовое исследование донных отложений Куяльницкого лимана в 1931 г. показало, что около 80% взятых образцов содержали больше микробов, развивающихся на мясо-пептонном агаре без прибавления NaCl, чем на той же среде с 5% NaCl. Таким образом, сравнительно невысокая концентрация соли неблагоприятно влияла на развитие некоторых микробов лиманных отложений. Изучение определенных бактериальных видов показывает, что большинство из них лучше развивается в средах с обычным содержанием солей, хотя многие проявляют значительную галотолерантность. Такие бактерии должны быть отнесены, если применить терминологию Thiene mann'a,

к группе галоксенов (гости из пресной воды). Галофильных же бактерий, для жизнедеятельности которых оптимальные условия получаются при повышенном содержании солей, в лиманах известно немного (десульфурствующие бактерии; некоторые виды, образующие амины; *Cytophaga halophila* и *Cellfalcicula* sp., *Achromobacter galophilus* Bergey⁽⁶⁾, некоторые денитрифицирующие бактерии). Что же касается галобных (облигатно галофильных) бактерий, способных развиваться лишь при сравнительно высоком солевом минимуме, то к ним принадлежат в лиманах тионовокислые, нитрифицирующие и некоторые денитрифицирующие бактерии. Многие бактерии, попадающие в лиманы, долго сохраняют там жизнеспособность даже в тех случаях, если они не могут приспособиться к лиманным условиям и, следовательно, раньше или позже обречены на гибель. Это касается не только сапрофитов, но и болезнетворных видов. Так, *Staphilococcus pyogenes aureus* может выживать в лиманной грязи от 27 до 86 дней, *Bac. pyocyaneum* от 26 до 86 дней и *Bac. Coli* от 27 до 86 дней, причем продолжительность их выживания зависит от различных внешних условий (аэрация, свет, температура, количество первоначально посеянных бактерий и др.). После длительного пребывания в грязи глубоких изменений у этих бактерий не наступает; наблюдаются лишь некоторые отклонения от обычных свойств.⁽³⁵⁾

Для определения активности микробиологических процессов, нами применялся принцип Реми, причем соответствующие элективные среды приготавливались на лиманной воде.

Эти исследования показали, что не только в черных гязях, но и в других типах донных отложений лиманов (серые гязи, пески) содержатся активные бактерии различных биологических групп.

Деятельность лиманных микробов протекает наиболее интенсивно в летнее время. Однако, некоторые микробиологические процессы не прекращаются там и зимой. В лиманной грязи удалось обнаружить криофильную микрофлору, способную размножаться и проявлять некоторые функции (разло-

жение белков, гидролиз мочевины) при температуре ниже 0° (³,³⁰). Правда, в столь низких температурных условиях активность криофильных бактерий очень незначительна. Так, *Urobac. psychrocarcticus* (из Хаджибейского лимана) разлагает мочевину при температуре от минус 2.5°С до минус 1.25°С в 106.6 раза медленнее, чем при температуре от 9°С до 12°С (³⁰). Таким образом, уменьшение скорости этого процесса при 0° и ниже оказывается во много раз больше, чем это можно было ожидать по праву Вант-Гоффа.

Между активностью бактерий определенной биологической группы и их числом существуют различные соотношения. В одних случаях наблюдается прямой параллелизм, т. е. в грязи содержащей большее число бактерий, активность соответствующего процесса оказывается выше. В других же случаях имеет место обратная зависимость: небольшое число бактерий может произвести более значительную работу, чем большее число малоактивных клеток.

Донные отложения лиманов обладают способностью адсорбировать бактерии. Степень адсорбции зависит от вида и числа адсорбируемых бактерий, природы отложения и других факторов. В опытах с черной грязью Куяльницкого лимана процент адсорбции равнялся:

<i>Bac. prodigiosum</i>	от 91.7 до 97.3
<i>Bac. mycoides</i>	" 95 " 99.3
<i>Bac. mesentericus vulgaris</i>	" 87 " 89.2
<i>Sarcina lutea</i>	" 91 " 99

Черная грязь Хаджибейского лимана адсорбировала:

<i>Bac. prodigiosum</i>	от 93.8 до 100
<i>Bac. mycoides</i>	" 94 " 99.1
<i>Bac. mesentericus vulg.</i>	" 93.3 " 99.9
<i>Sarcina lutea</i>	" 96.6 " 97.1
<i>Bac. coli com.</i>	" 89.7 " 97.6

Адсорбционная способность различных типов отложений характеризуется следующими данными:

% адсорбции <i>bac. prodigiosum</i> черной грязью	95.2—99.7
" адсорбции <i>bac. prodigiosum</i> серой грязью	45.8—84.8
" адсорбции <i>bac. prodigiosum</i> серым песком с глиной	38.4
" адсорбции <i>bac. prodigiosum</i> серым песком	23

Адсорбция оказывает влияние на степень интенсивности микробных процессов в лиманах. Так, активность нитрифицирующих бактерий в адсорбированном состоянии уменьшается, а десульфуризирующих бактерий, наоборот, увеличивается. Таким образом, адсорбция бактерий является одним из экологических факторов, имеющих значение для процесса грязеобразования. Большой интерес приобретает обнаруженное явление обменной адсорбции, когда поглощение одних бактерий грязью приводит к выделению из нее других бактерий. Далее оказалось, что бактерии, постоянно встречающиеся в лиманной воде, меньше адсорбируются и легче дезорбируются из грязи, чем бактерии, населяющие грязь. Это позволяет впервые подойти к выяснению проблемы распределения бактерий в воде и грязи соленых водоемов, т. е. к вопросу о факторах, определяющих видовой состав бактериального планктона и бентоса в этих водоемах.

Благодаря адсорбции, микрофлора поверхностного слоя грязей должна подвергаться периодическим изменениям. Весною, после таяния снегов, большое количество разнообразных микробов сносятся пресными водами в лиманы. Некоторые из этих микробов поглощаются грязями, которые, в результате обменной адсорбции, выделяют в лиманную воду некоторые микробы, прежде находившиеся в адсорбированном состоянии.

В сравнении с донными отложениями, вода (рапа) лиманов в микробиологическом отношении мало изучена. Массовые анализы 1931 г. установили наличие гнилостных и денитрифицирующих бактерий почти во всех взятых пробах рапы Куяльницкого лимана. Значительный процент обследованных проб содержал также тионовокислых, аэробных целлюлезных и разлагающих мочевину бактерий. Заслуживает быть отмеченным тот факт, что и десульфуризирующие бактерии были найдены в некоторых пробах. Анаэробные целлюлезные бактерии встречались редко, а нитрифицирующие бактерии ни разу не были обнаружены.

Итак, в лиманах живут многочисленные микробы, вызывающие там разно-

образные процессы, гидролитические и дегидролитические, окислительные и восстановительные, аналитические и синтетические. Специфические условия среды оказывают воздействия на лиманных микробов, но и последние воздействуют на среду и, изменяя ее, образуют на дне этих водоемов биогенные отложения.

Литература

1. Baars. Over sulfaatreductie door bacterien (Diss.), Delft, 1930.
2. Baranik-Pikowsky. Centr. f. Bakt., Abt. 2, Bd. 70, S. 373.
3. Бардах Я. Ю. Журн. науч.-иссл. кафедр. в Одессе, № 10—11, 1924, стр. 1.
4. Он же. Труды Озерной Комиссии Всеукр. Акад. Наук, вып. 1, 1928, стр. 47.
5. Beijerinck. Centr. f. Bakt., Abt. 2, Bd. 1, 1895, S. 1; Bd. 6, 1900, S. 193.
6. Bergey. Manual of determin. Bacteriology, 1930.
7. Брусиловский Е. М. Отч. Одесск. Бальн. Общ., вып. 4, 1892.
8. Вериго А. Там же, вып. 3, 1888; вып. 4, 1892.
9. Van Delden. Centr. f. Bakt., Abt. 2, Bd. 11, 1904, S. 81.
10. Егунов М. Архив биол. наук, т. 3, 1895, стр. 378; Centr. f. Bakt. Abt. 2, Bd. 2, 1896, S. 11; Bd. 4, 1898, S. 257.
11. Eliop. Centr. f. Bakt., Abt. 2, Bd. 63, 1924, S. 58.
12. Завялов В. Зап. Новор. Универ., вып. 10, 1916.
13. Заславский А. С. Журн. науч.-иссл. кафедр в Одессе, т. 1, № 10—11, 1924; Centr. f. Bakt., Abt. 2, Bd. 73, 1928, S. 18.
14. Он же. Укр. Бальн. Сборник, 2—3, 1927, стр. 76; Centr. f. Bakt., Abt. 2, Bd. 80, 1930 S. 165.
15. Зелинский и Брусиловский. Южно-русс. Мед. Газета, 1893, № 18—19.
16. Зильберберг и Вейнберг. Зап. Нов. Общ. Естеств., т. 22, 1898; т. 23, 1899.
17. Исаченко Б. Л. Труды Съезда по улучш. отечеств. местност., 1915; микроб. исслед. грязев. озер (Труды Геолог. Комит., вып. 148, 1927).
18. Книпович. Труды Азовско-Черном. Научн.-пром. экспед., вып. 1, 1926.
19. Krainsky. Centr. f. Bakt., Abt. 2, 41, 1914, S. 649.
20. Перфильев. Изв. Гидролог. Инст., № 19, 1928.
21. Он же. Основы Курортологии, т. 1, 1932, стр. 210.
22. Пигулевский и Харик, Журн. Русск. Физ.-Хим. Общ., т. 60, 1828, стр. 1137.
23. Равич-Щербо. Труды Севастоп. биостанции, 2, 1930.
24. Ройзин. Вісті Наук.-дослід. катедри біології в Одесі, вып. 1., 1929, стр. 60.
25. Рубенчик Л. И. Праці Одеської філії Н.-Д. Зоолого-біолог. Инст., вып. 1. 1932, стр. 52. Zentr. f. Bakt., Abt. 2, Bd. 88, 1933.
26. Он же. Centr. f. Bakt., Abt. 2, Bd. 76, 1928, S. 305; Курортно-Санат. Дело, 3—4, 1930.
27. Он же. Proceedings and Papers of the 2. Internat. Congress of soil science, Leningrad—Moscow, 1930.
28. Он же. Укр. Бальнеол. Сборник, 2—3, 1927, стр. 82; Centr. f. Bakt., Abt. 2. Bd. 73, 1928, S. 483.
29. Он же. Изв. Инст. физ.-хим. анализа Акад. Наук, т. 4, вып. 2, 1930, стр. 459.
30. Он же. Centr. f. Bakt., Abt. 2, Bd. 64, 1925, S. 166; Bd. 66, 1925, S. 26; Bd. 67, 1926, S. 167; Bd. 68, 1926, S. 161 und 327.
31. Он же. Там же, Bd. 77, 1929, S. 1.
32. Он же и Гойхерман. Труды Всеукр. Инст. Курорт. и Бальн., т. 2, 1933, стр. 100.
33. Он же, Ройзин, Белянский и Шамис. Праці Одеської філії Н.-Д. Зоолого-Біолог. Инст., т. 2 (в печати).
34. Он же и Гойхерман. Вісті Укргеолтресту (в печати).
35. Он же, Гойхерман и Райх. Труды Всеукр. Бальнео-Физио-Терапевт. Инст., вып. 1. 1932, стр. 12.
36. Он же и Гойхерман. Труды Всеукр. Инст. Курорт. и Бальн., т. 2, 1933, стр. 59.
37. Он же, Ройзин и Белянский. Праці Одеської філії Н.-Д. Зоолого-Біолог. Инст., т. 2, 1933 (в печати).
38. Хаит. С. Э., Журнал науч.-исслед. кафедр в Одессе, № 10—11, 1924.

НОВОСТИ НАУКИ

АСТРОНОМИЯ

Малая планета Амур. 12 марта прошлого года астроном Дельпорт в Укле (Uccle) в Бельгии открыл замечательную малую планету, обозначенную № 1221 и названную Амуром. В это время планета была в ближайшем расстоянии от Земли и, следовательно, находилась в наиболее выгодных условиях для наблюдения. Особенность движения Амура в том, что он ближе подходит к Земле, чем все другие планеты, даже ближе, чем Эрот. Марс приближается к Земле на 78 млн. км, Эрот на 26 млн. км, а Амур на 18 млн. км; он побил рекорд в этом отношении.

В марте вообще погода благоприятствует астрономическим наблюдениям, и после открытия Амура он был наблюдаем в течение трех месяцев; за это время получено много наблюдений, которые дали возможность определить численные значения элементов его орбиты; эти значения рассматриваются, как первое приближение искомым значениям элементов орбиты. Для получения же более точных значений или окончательных их значений необходимо, чтобы наблюдения охватывали более продолжительный промежуток времени, в данном случае не менее одного оборота Амура вокруг Солнца, а лучше, чтобы наблюдения обнимали два или несколько оборотов его. Полный оборот Амура вокруг Солнца происходит в 974.7 дня. Три полных оборота Амура вокруг Солнца происходят ровно в 8 лет (действительно 3 оборота равны $974.7 \times 3 = 2924.1$, а в 8 годах считается $365.25 \times 8 = 2922.0$ дня). По истечении каждых 8 лет наступают лучшие условия для наблюдения Амура; поэтому точное значение элементов орбиты Амура можно получить только в 1940 г. Можно получить точные элементы и раньше, если удастся найти изображение Амура на фотографических пластинках, снятых в прежнее время. Такие пластинки хранятся в Обсерватории Гарзардской коллегии американского Кембриджа, в особом здании, составляющем стеклянную библиотеку Обсерватории. Здесь хранятся пластинки, снятые с северного неба. Что же касается до пластинок южного неба, то они хранятся в стеклянной библиотеке обсерватории Арквила в Чили. Но для того, чтобы разобраться среди множества звезд многих пластинок, надо знать положение Амура в прежнее время. С этой целью вычислена для прошлого времени эфемериды Амура на каждый день до 1916 г. Эфемериды некоторой планеты называется положение ее для каждого прошлого или будущего дня. Подобные розыски Амура на фотографических пластинках призываются по эфемериде, вычисленной д-ром А. Карштеттом из Берлинского Вычислительного бюро. Как скоро определено вычислением положение Амура на некоторой

пластинке, приступают к его разыскиванию. Для этого тщательно рассматривают изображение каждой звездочки, лежащей около вычисленного положения разыскиваемой планеты. Изображение планеты отличается от изображения звездочки. Последняя получается в виде точки или крошечного кружечка, а планета в виде небольшой черточки, так как планета движется и оставляет свой след в виде черточки.¹

Во время наибольшего приближения Амура к Земле, скорость его видимого движения так велика, что за время экспозиции пластинки получается не маленькая черточка, а длинная полоска; и, если несмотря на полоску планета не была открыта в прежнее время, то это могло произойти или от того, что она очень была слаба, или же от того, что она была очень длинная и могла быть принята за след метеора, а не планеты.

Замечательная особенность движения Амура заключается в следующем. В ближайшем расстоянии от Земли Амур отстоит на $\frac{2}{3}$ расстояния Эрота от Земли при подобных же условиях. Вследствие этого Амур может быть использован с большей пользой для той же цели, для которой предназначается Эрот, именно для определения среднего расстояния Земли от Солнца (параллакса Солнца). Кроме того, можно определить с большою точностью массу Луны, конечно только тогда, когда орбита Амура будет точно определена. С этой целью Амур и будет наблюдаем в предстоящее время.

Малая планета Хидалго, занесенная в каталог под № 944, является полною противоположностью Амuru: она удаляется не за орбиту Марса к Земле, а за орбиту Юпитера, приближаясь к орбите Сатурна. Она открыта уже давно, но исчезала в течение 10 лет. Причина тому с одной стороны слабая яркость планеты, а с другой стороны то, что из-за малого числа наблюдений орбита Хидалго не могла быть определена с достаточною точностью, вследствие чего не было возможности предвычислить его положение и разыскать его среди сонма мелких звезд, когда он должен был выйти из утренней зари. Теперь Хидалго вновь найден и пленен, так что уже навсегда причислен к мирам солнечной системы

¹ При фотографировании неба не для поисков планет ведут трубу по звездам; поэтому они и выходят точками (кружками). Если же в этом участке неба оказалась планета, то ее движение оставит след ее на пластике штрихом. В случае же специального изучения планет, наоборот употребляют такой способ (Metcalf—Меткаф), при посредстве которого труба удерживается на планете, которая выйдет точкой (кружком), а звезды дадут штрихообразные следы.

под № 944. О слабости его яркости можно судить по тому, что в будущем году, когда он будет в противостоянии с Солнцем, его яркость не превзойдет 15.4 величины, а в это время он будет в наиболее выгодных условиях видимости.

С. Глазенап.

Новая теория зодиакального света. Одним из самых загадочных образований в нашей солнечной системе является т. н. зодиакальный свет и связанное с ним явление „противосияния“ (Segep-schein). Этому интересному вопросу посвящена недавно вышедшая обширная монография Гоффмейстера (С. Hoffmeister), директора Зоннебергской обсерватории, давшего за последние годы уже ряд специальных исследований в этой области.

Гоффмейстер прежде всего указывает на полную несостоятельность еще не изжитых до настоящего времени попыток объяснить зодиакальный свет, как чисто земное явление. Однако и общепринятое в основном астрономами объяснение зодиакального света и противосияния, как результата рассеяния света эллипсоидальным скоплением частичек, окружающих Солнце, является, по мнению Гоффмейстера, неудовлетворительным.

Путем численного интегрирования Гоффмейстер пытается представить наблюдаемое распределение яркости в зодиакальном свете, исходя из ряда гипотез о распределении в пространстве отражающих солнечный свет масс. В результате получается единственное возможное объяснение: наличие двух кольцевых облаков, состоящих из отражающих солнечный свет частичек,— одного внутреннего по отношению к земной орбите, а другого — внешнего. Максимум плотности внутреннего кольца лежит примерно на 0.5—0.7 расстояния Земли от Солнца. Отражение света частичками этого кольца и вызывает явление собственно зодиакального света, более слабые же явления „противосияния“ и соединяющей их „зодиакальной полосы“ вызываются внешним кольцом. Меньшая яркость последних объясняется по Гоффмейстеру не большей плотностью внутреннего кольца, но его близостью к Солнцу по сравнению с внешним кольцом.

Что касается внешнего кольца, то оказывается, что оно лежит не в плоскости земной эклиптики, а в плоскости орбиты Юпитера. Остроумным методом Гоффмейстер определяет, что расстояние до наиболее плотной части его равно примерно 2.4 расстояния от Земли до Солнца. Есть указания на то, что кольцо это сильно эллиплично (наибольший и наименьший радиусы 2.8 и 1.9), при чем афелий (наиболее удаленная от Солнца часть кольца) лежит там, где перигелий Юпитера. По мнению Гоффмейстера, внешнее кольцо совпадает с кольцом малых планет-астероидов, обращающихся вокруг Солнца между орбитами Марса и Юпитера, так что „противосияние“ и „зодиакальная полоса“ объясняются отражением солнечного света совокупностью малых планет и еще более мелких метеоритов (Veröffentlichungen d. Universitätssternwarte zu Berlin-Babelsberg, Bd. 10, H. 1, 1932).

Спектр Венеры и Меркурия. Значительные успехи, достигнутые за последние годы в области фотографирования в инфракрасных лучах, позволили астрофизикам затронуть оставшуюся до сих пор неисследованной область спектров небесных светил. Из многочисленных работ, выполненных в этом направлении за последние годы, особый интерес представляют исследования инфракрасных участков спектров больших планет, произведенные на Обсерватории Мунт-Вильсон Адамсом (Adams) и Денхамом (Dunham). Спектрограммы Венеры, полученные с помощью 100-дюймового рефлектора, не обнаружили никаких следов кислорода или водяных паров в атмосфере Венеры. По мнению указанных исследователей, если эти газы и находятся там в значительных количествах, они должны быть в более низких слоях, чем те, которые доступны нашим исследованиям. Однако на спектрограммах Венеры были обнаружены две полосы, с длиной волны λ 7820 и λ 7883, которых нет в спектре Солнца. Отождествить эти полосы с какими-либо линиями, полученными в лабораторных условиях, не удалось; но рассмотрение структуры этих полос в свете современной теории строения спектров привело Адамса и Денхама к выводу, что весьма вероятно принадлежность их углекислоте. В этом случае можно было еще ожидать полосы с λ около 8700; и действительно, на последующих спектрограммах им удалось сфотографировать полосу с λ 8688, похожую по своей структуре на две первые.

В целях окончательного подтверждения принадлежности этих полос углекислоте был предпринят следующий опыт: свет пропускался дважды через 20-метровую трубу, наполненную углекислотой и затем фотографировался таким же спектрографом, как и при наблюдениях Венеры. С углекислотой, находившейся под давлением в 10 атмосфер, и при 40 метрах пути удалось получить слабую линию, положение которой в точности совпадало с полосой λ 8688. Две другие полосы до сих пор воспроизвести в лабораторных условиях не удалось. Однако существование углекислоты в атмосфере Венеры можно считать почти установленным.

С помощью того же 100-дюймового рефлектора в июле 1932 г. был получен ряд спектрограмм инфракрасной части спектра Меркурия на пластинках, специально изготовленных для этой цели Мизом (Dr. Mees) в лаборатории Eastman Kodak Co. При этом не удалось обнаружить никаких отличий от солнечного спектра, а также какой-либо асимметрии в теллурических линиях кислорода или водяных паров (что должно было бы иметь место, при наличии этих линий в спектре Меркурия, в силу смещения их по принципу Доплера). Таким образом взгляд на Меркурий, как на планету, вовсе лишенную атмосферы, получил новое подтверждение (Publ. Astr. Society of the Pacific, vol. 44, pp. 243—245 and 380, 1932; Annual Report of the Director of the Mount-Wilson Observatory for the year 1931—1932, pp. 153—154).

В. Мальцев.

Ультра-фиолетовое излучение Солнца и его поглощение озоном в верхних слоях земной атмосферы. В течение последних лет проблема ультра-фиолетового излучения Солнца и звезд стала кардинальной проблемой современной астрофизики. Если бы нам удалось найти распределение энергии в ультра-фиолетовой части спектров светил, измерить интенсивность линий Лайменовской серии — это было бы „experimentum crucis“ для целого ряда теорий и гипотез, это дало бы новые данные о состоянии материи на Солнце и в звездах и послужило бы новым интенсивным толчком к прогрессу астрофизики.

Вместе с тем, теперь стала практически очевидной важность постановки регулярных наблюдений над озоном, играющим основную роль в поглощении ультра-фиолетовых лучей и делающим невозможным непосредственное наблюдение над ультра-фиолетовым излучением светил. Озон поглощает широкую зону в коротких длинах волн (λ 2200—3200 Å), причем с такой интенсивностью, что в этих длинах волн даже солнечная радиация почти совершенно не доходит до земной поверхности. Не приходится говорить о том, что это налагает печать и на физику и на биологию земного шара.

Первые исследования по озону были начаты во Франции в 1912 г. Фабри и Бьюсоном и затем получили особенное развитие в работах Добсона (Dobson — Оксфорд) и Геца (Götz — Ароза). Из спектрографических наблюдений (обычно пользуются лучем Солнца или зенитным светом, но иногда и лучем Луны) определяется общее содержание озона в земной атмосфере, которое меняется в зависимости от времени года, географической широты и метеорологических условий (распределение озона в связи с давлением, циклонами и т. д.). Кроме того, содержание озона и распределение его по высоте связано с рядом геофизических факторов: строение атмосферы, изменение температуры с высотой и др. Наконец, изменение общего содержания озона в атмосфере может зависеть от некоторых космических воздействий на землю, особенно от возможного изменения интенсивности ультра-фиолетового излучения Солнца. Следует заметить, что все эти вариации содержания озона происходят в границах 0.17—0.42 см; в среднем толщина слоя озона составляет 0.3 при нормальном давлении.

Производившиеся до сих пор измерения высоты „слоя озона“ основывались на неоправдавшей себя гипотезе: луч Солнца сначала проходит через слой озона и затем рассеивается воздухом. Значение для этой высоты около 50 км скорее относится к высоте центра тяжести всей массы озона.

Непосредственное измерение содержания озона в низших слоях земной атмосферы судя по последнему подъему проф. Пикара мыслимо уже сейчас в пределах 17 км. Определение Геца в Альпах установило в качестве верхней границы для наличия озона в низких слоях приблизительно 0.002—0.003 см на км. Если допустить, что на каждый км будет приходится 0.003 см озона, то достаточно равномерного распределения озона по высоте до 100 км, чтобы общее его содержание как раз и равнялось 0.3 см. Таким образом, модное выражение „слой озона“ имеет относительный смысл. Мы можем говорить лишь о функ-

ции распределения озона по высоте; эта функция нескольких переменных, обусловленных природой неустойчивой озонной молекулы и причиной диссоциации и рекомбинации молекул кислорода.

Представление о верхней границе озона можно получить из наблюдения лунного затмения. Для этого нужно профотометрировать в ультра-фиолетовом участке спектра лунную и границу земной тени.¹ Получение этой новой характеристики методом независимым от применявшихся до сих пор, очень желательно при будущих лунных затмениях.

Солнечные затмения также дают возможность поставить очень интересную работу по озону; измеряя содержание озона до, после и во время затмения можно проследить влияние тени Луны на нарушение равновесия в озонизации земной атмосферы. Комиссия по исследованию Солнца намерена поставить такую работу при кольцеобразном солнечном затмении 21 августа 1933 в средней Азии.

Спектрографический метод определения содержания озона по интенсивности полос поглощения в спектре Солнца к сожалению неудобен своей громоздкостью, которая по существу неприемлема при систематических повседневных и повсеместных наблюдениях. Число характеризующее содержание озона получается лишь после кропотливых, трудных и не особенно точных измерений ряда вспомогательных данных. Поэтому крайне ценно поставить более непосредственные наблюдения при помощи свето-фильтра, пропускающего отдельный небольшой участок в зоне поглощения озона. Применение свето-фильтра позволяет отказаться от фотографической фотометрии и связанных с нею неточностей особенно в условиях ультра-фиолетового конца спектра и перейти посредством фото-элемента к саморегистрирующему аппарату.

Распределение озона по земному шару зависит от географической широты и меняется в течение года. В арктических и антарктических широтах оно совершенно не изучено. Между тем колебания озона там особенно сильны и возможно даже связаны с распределением частоты полярных сияний. Выяснение этого вопроса важно и с точки зрения причины и всей картины озонизации земной атмосферы, основную роль в которой играет солнечная радиация. Особенный интерес представляет определение функции изменения содержания озона в течение полярной ночи, когда солнечные лучи не действуют на земную атмосферу. В этом случае приходится пользоваться лучем лунного света. Эта работа требует производства ряда параллельных измерений в двух местах: в Арктике и в одной из Обсерваторий, где ведутся постоянные наблюдения над озоном.² Наиболее

¹ Этот метод применялся к затмениям спутников Юпитера и подробно изложен в статье D. J. Eropkin „Über die Extinktion des Lichtes in der Jupiteratmosphäre. Zeitschrift für Astrophysik, Bd. 3, 1931.

² Эта работа предпринята КИСО осенью 1932 г.; доктором И. Шольцом и автором настоящей заметки выполняются совместно параллельные наблюдения в Пулковской астроном. обсерватории и на Полярной станции Арктич. инст. на Земле Франца Иосифа.

северное летнее определение содержания озона было сделано Гецом в 1929 г. на Шпицбергене. Им было установлено, что в течение полярного дня содержание озона в полтора раза больше, чем в средних широтах. Распределение озона в близ полюсных широтах и изменение этого распределения пока совершенно не изучено, и потребуется еще значительная экспедиционная работа для решения этого важного при выяснении природы озонизации атмосферы вопроса.

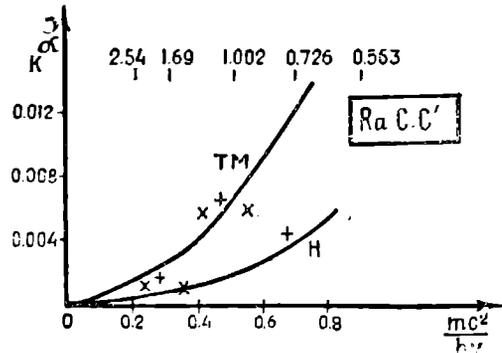
Наиболее хорошим средством для производства таких исследований является дирижабль, во время полетов которого удобно делать маршрутную съемку содержания озона. Технические затруднения, связанные с установкой аппаратуры не в кабине, а на корпусе дирижабля (для производства зенитных наблюдений), считаются вполне преодолимыми. Поэтому особенно важно подчеркнуть необходимость использования будущих арктических и приарктических перелетов дирижаблей для постановки исследований по озону.

Следует также отметить еще одно, быть может очень глубокое, значение постановки наблюдений астрономического характера с воздушного корабля: в конце XIX века стала очевидной колоссальная отрицательная роль земной атмосферы при познании космоса. Начиная с Жансена усилия многих астрономов были направлены на хотя бы частичное преодоление затруднений, которые ставит астроному земная атмосфера. Эти стремления вылились в идею создания высокогорной астрономической обсерватории. Но постройка горных обсерваторий даже и в неполной мере не разрешила проблему астрономических наблюдений, неискаженных земной атмосферой. Задача астрономии будущего — отвлечься от земной атмосферы, добыть чисто астрономические характеристики, спектры и фотометрические постоянные. Последние успехи в подъемах в стратосферу заставляют считать эту задачу вполне реальной и постановку ее своевременной. И астрофизические наблюдения на дирижабле явятся в этом отношении первым шагом к выработке методики стратосферных астрономических наблюдений.

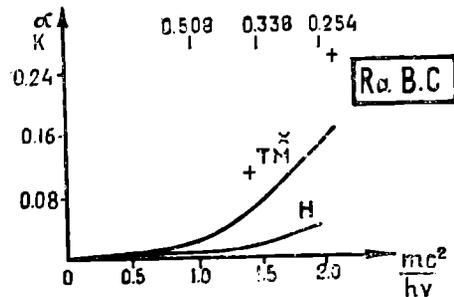
Д. И. Ерошкин.

ФИЗИКА

Внутренняя конверсия гамма-лучей. Давно известно, что наряду с непрерывным бета-спектром радиоактивных элементов существуют и отдельные бета-линии, т. е. группы электронов с вполне определенными скоростями. Исследования обнаружили тесную связь таких бета-линий с гамма-лучами, которая заключается в следующем. Возьмем какой-нибудь радиоактивный элемент, испускающий бета-лучи, например RaB ($Z=82$). Испустив бета-электрон, ядро RaB превращается в возбужденное ядро RaC ($Z=83$), которое вслед за этим переходит в нормальное состояние, испуская гамма-лучи нескольких различных частот. Однако, нет надобности в том, чтобы гамма-квант $h\nu$ обязательно вылетел из атома и стал доступен наблюдению: может случиться, что он по дороге вырвет один из электронов наружной оболочки атома, который вылетит в форме бета-электрона с энергией $h\nu - K$, где K — работа вырывания электрона. Такой



Фиг. 1.



Фиг. 2.

фотоэффект, приводящий к поглощению гамма-кванта в самой оболочке атома, получил название внутренней конверсии гамма-лучей. В результате внутренней конверсии получаются группы бета-электронов с энергиями $h\nu - K$, $h\nu - L$, и т. д., где K, L, \dots — работы вырывания электронов из $K-, L-, \dots$ — слоев. Атом, заключающий внутри себя возбужденное ядро, обладает избытком энергии, который может быть отдан в различной форме, или испусканием гамма-кванта с энергией $h\nu$ или испусканием бета-электрона с энергией $h\nu - K$, причем этот электрон может, отдав где-то эту кинетическую энергию, снова вернуться на свое место, испустив рентгеновский квант с энергией K . Результат будет такой же, как и при переходе возбужденного ядра в нормальное состояние с испусканием гамма-кванта $h\nu$.

Коэффициентом внутренней конверсии называется вероятность того, что испущенный ядром гамма-квант будет поглощен в том или ином слое электронной оболочки. Тщательные измерения коэффициентов конверсии различных гамма-линий RaB и RaC были сделаны Эдисом и Астоном. Число гамма-квантов, ускользающих от внутреннего фотоэффекта, измерялось с помощью обыкновенного фотоэффекта, производимого этими гамма-квантами в платине. Из сравнения этого числа с числом бета-электронов, вырванных из K, L, \dots слоев, можно вычислить коэффициенты конверсии $K^a, L^a \dots$ и их сумму a . Оказалось, что полный коэффициент конверсии a сравнительно не на много (процентов на 20) превосходит коэффициент K^a , относящийся к одному

лишь К-слою. Результаты измерений Эллиса и Астона видны из фигур 1 и 2, где экспериментальные значения обозначены крестиками. На оси абсцисс отложено отношение $\frac{mc^2}{h\nu}$, где m — масса электрона (соответствующие значения энергии гамма-кванта в миллионах электрон-вольт нанесены сверху рисунков), на оси ординат — значения коэффициента конверсии для К-слоя. Мы видим, что в случае RaB наблюдается регулярное (поскольку можно судить по трем точкам) уменьшение конверсии с возрастанием жесткости, а в случае RaC оказывается, наоборот, весьма нерегулярный ход. При этом у RaC все коэффициенты конверсии меньше, чем 0.7%; исключение составляет лишь линия RaC с энергией $1.426 \cdot 10^6$ вольт, не обозначенная на рисунке; для нее коэффициент α составляет 100%; и ее существование можно заключить только на основании бета-линий. Следовательно, в этом случае как бы запреты мешают атому, содержащему возбужденное ядро, потерять свой избыток энергии обычным образом (испусканием лучистой энергии), и единственным способом освободиться от этого избытка для него является испускание электрона (впрочем, из измерений Скобельцына вытекает, что некоторое количество квантов этой гамма-линии все же ускользает от внутренней конверсии, так что α несколько меньше 1).

Теорией внутренней конверсии занимались сперва мисс Суэрлз (еще до измерений Эллиса и Астона), Казимир и Хьюм. При этом недостатком вычислений мисс Суэрлз было то, что она пользовалась уравнением Шредингера, пренебрегая релятивистскими эффектами. У нее получились коэффициенты конверсии раз в 10 меньше, чем получается из эксперимента для большинства линий (не говоря уже об аномальной линии $1.426 \cdot 10^6$ вольт, у которой расхождение составляет несколько сотен раз). Казимир впервые применил к вычислению волнового релятивистское уравнение Дирака, причем с целью упростить вычисления он допустил, что отношение $h\nu : mc^2$ очень велико и затем экстраполировал результаты на меньшую жесткость. У него тоже получились слишком маленькие α . Поэтому возникла мысль о том, что внутренняя конверсия гамма-лучей представляет явление типичного релятивистски-квантового характера, не укладывающееся в рамки существующей теории и связанное с особым типом взаимодействия между ядром и наружными электронами. Однако, в последнее время, Хьюм сумел проделать весьма громоздкие вычисления без предположения о том, что $h\nu$ во много раз больше, чем mc^2 . При этом принималось $Z = 84$, т. е. атомный номер того ядра, в которое обращается при бета-распаде ядро RaC (у RaB соответственно нужно взять $Z = 83$, но разница слишком мала, и ею можно пренебречь). Через полученные Хьюмом точки (для α) проведена гладкая кривая (на наших рисунках обозначенная буквой Н). Из рисунка видно, что несколько экспериментальных точек для RaC довольно хорошо укладываются на хьюмовскую кривую, откуда следует, что для этих линий

предложенное объяснение конверсии (дипольное излучение и фотоэффект в электронной оболочке) является правильным. Однако, три точки RaC, не говоря уже об аномальной линии, а также все три точки RaB, не укладываются на хьюмовскую кривую. Хьюм вычислил также (для случая $h\nu$ гораздо больше, чем mc^2) отношение

$$K^{\alpha} : L^{\alpha} : M^{\alpha} : N^{\alpha}$$

и нашел его равным $6.7 : 1 : 0.0385 : 0.014$. Отношение $K^{\alpha} : L^{\alpha}$ было вычислено также для

$\frac{mc^2}{h\nu} = 0.709$ (т. е. $h\nu = 0.72 \cdot 10^6$ вольт) и найдено равным 7. Поэтому оно, вероятно, мало зависит от частоты. Эти отношения согласуются с измерениями Эллиса.

Обширное теоретическое исследование произвели в последнее время также Тэйлор и Мотт. Они рассматривают альфа-частицу, движущуюся в фиксированном поле, например в потенциальной яме очень большой глубины и заданного радиуса, и взаимодействующую с электроном, находящимся вне ямы. Считая это взаимодействие возмущением, можно вычислить вероятность вырывания электрона из атома, сопровождающегося также и переходом альфа-частицы на более глубокий уровень. При этом можно учесть также и эффект запаздывания, т. е. релятивистский эффект для электрона. При таком расчете ни слова не упоминается об испускании и поглощении гамма-кванта. Но можно вычислять и так: вычислить плотность заряда и тока, соответствующего данному переходу альфа-частицы, найти возникающее при этом излучение и вычислить вероятность его поглощения электроном. Результат получается такой же, а следовательно различие между обоими описаниями чисто формальное. Изберем второй способ описания как более простой. Какое поле соответствует различным переходам альфа-частицы? Мотт и Тэйлор показывают, беря яму бесконечной глубины, что это зависит от того, как при этом меняется азимутальное квантовое число, т. е. момент количества движения альфа-частицы, измеренный

в единицах $\frac{h}{2\pi}$. Наиболее вероятными переходами, как доказывают Тэйлор и Мотт, будут те, в которых изменение азимутального квантового числа равно 0 или 1 или 2. Если оно равно единице, то поле лучистой энергии будет вне ядра совершенно совпадать с полем колеблющегося диполя (вibrатора Герца), а если оно равно нулю или 2, то оно совпадает с полем колеблющегося квадруполью. Существует и запрещенный переход, при котором излучения не возникает вовсе. Такой переход, по мнению Мотта и Тэйлора, может послужить к объяснению „аномальной“ конверсии линии $1.426 \cdot 10^6$ вольт. Хьюмовская кривая, соответствует дипольному излучению. Но Мотт и Тэйлор вычислили и квадрупольную кривую ($Z = 84$). На наших рисунках она обозначена ТМ. Мы видим, что все точки подходят весьма близко к одной из кривых; так, например, из двух точек, лежащих на $\alpha = 0.006$ и обозначенных прямыми крестиками (Эллис считает эти точки особенно надежными), одна лежит на кривой Хьюма, а другая на кривой

в чашечках. Количество мг полученного смолистого осадка, отнесенное к 100 см³ бензина, даст нам число смолообразования данного бензина. „Потенциальными“ мы называем смолы, образующиеся при длительном хранении, т. е. иначе говоря, под этим термином понимается степень наклонности к смолообразованию. Только действительные смолы оказывают вредное влияние на нагарообразование во время работы мотора. „Потенциальные“ смолы, вследствие чрезвычайно малого промежутка времени между всасыванием и сжатием цилиндра мотора смолообразующего действия оказывать не могут. Это отнюдь не значит, что последний род смол не является вредным. Как указано выше, при длительном хранении „потенциальные“ смолы переходят в „действительные“, наличие которых уже снижает ценность бензинов.

Пути исправления бензинов должны протекать в двух направлениях. Во-первых уничтожить уже образовавшиеся „действительные“ смолы, а во-вторых — повысить стабильность бензина при хранении, т. е. замедлить или совершенно предотвратить переход „потенциальных“ смол — в действительные. Одновременно с этим, это исправление не должно понижать и антидетонирующую способность бензина.

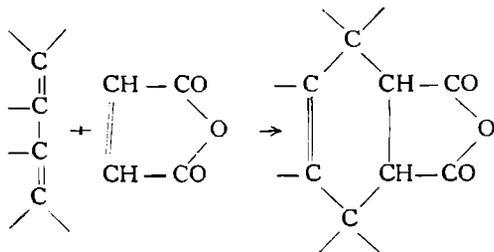
Как известно, одним из наиболее распространенных способов очистки бензинов является сернокислотная обработка, применяемая уже давно для нефтяных бензинов прямой гонки. Этот метод, заключающийся в действии серной кислоты на непредельную и кислородсодержащую части бензинов, чрезвычайно варварский, так как помимо значительных потерь он убирает из бензина путем полимеризации наиболее антидетонирующие компоненты и тем самым сильно снижает качество бензина. В настоящее время, в связи с развитием крекинг-процессов, дающих бензины с высоким содержанием непредельных и ароматических углеводородов, этот метод бесспорно должен быть оставлен. По данным D. Hicks и J. King, потери при обработке серной кислотой бензина первичной каменноугольной смолы достигают порядка 13—16%. До известной степени это также относится и к бензинам парафинного крекинга нефти и к бензинам, получаемым из сланцевых смол, богатых ароматическими, непредельными углеводородами изостроения.

Существует еще возможность исправления бензинов, путем добавления отрицательных катализаторов детонации и смолообразования. К первым можно отнести тетраэтил свинец, диэтиламин, анилин; ко вторым — например трикрезол. Последний, однако, задерживая смолообразование в одних хранилищах, ускоряет этот процесс в других. Кроме того оказалось, что большое значение оказывает и процент добавляемого антикатализатора: малые количества — задерживают смолообразование; большие, наоборот, — ускоряют его. Эти наблюдения касаются также и антидетонаторов. Все это, взятое вместе, заставляет искать какой-то другой, новый метод, могущий не только стабилизировать бензин, но одновременно и усиливать антидетонирующую способность горючего.

Таким методом можно считать — метод частичного гидрирования. Требования, предъявляемые

к нему, должны быть следующие: он должен удалить, либо путем полимеризации, либо путем гидрирования (последнее предпочтительнее), наиболее смолообразующую часть бензина, т. е. диолефины, перекиси и т. д.; одновременно он не должен заметно гидрировать олефиновые и ароматические углеводороды, являющиеся „носителями“ антидетонирующих свойств и, в третьих, он должен по возможности исправить антидетонирующие качества путем изомеризации нормальных углеводородов парафинозого и олефинового классов. Бесспорно, вопрос изучения условий этого „частичного“ гидрирования, выбор катализаторов, температурных условий, длительности и давления, потребует большой и длительной работы. В лаборатории Высоких давлений Академии Наук такая работа уже начата с исследования сланцевого бензина.

Наличие связи смолообразования с легко полимеризующимися соединениями диолевого типа можно считать бесспорно установленной. Это положение нашло себе подтверждение при обработке бензинов малиновым ангидридом. Последний, по данным Diels и Adler'a обладает способностью давать с диеновыми углеводородами комплексные соединения кристаллического или каучукоподобного характера по следующей схеме:



Небезынтересно отметить, что количество образованных малиновым ангидридом смол является в известной степени пропорциональным числу смолообразования. Так, напр., для фракции 40—50° — смолы получались 0,5 см³ на 10 см³ фракции, число смолообразования 40 мг; фракция 70—80°, смолы 1,5 см³ — смолообразования 122 мг; фр. 190—200° — смолы 3 см³, смолообразования — 435 мг.

Метод очистки бензина конденсацией диолефинов с малиновым ангидридом уже патентован I. G. Farbenindustrie, и не исключена вероятность, что при удешевлении малинового ангидрида этот метод получит практическое значение.

Можно указать еще другой, как увидим, более целесообразный путь исправления бензинов: именно — гидрирование под давлением водорода. Правильный выбор катализатора играет в этом деле чрезвычайно существенную роль. Во-первых, катализатор должен быть стойким к высокому термическому воздействию, не отражаться часто присутствующими в бензинах, особенно сланцевых, сернистыми соединениями, и, кроме того, круг его действия должен быть весьма ограничен. Под этим подразумевается, что действие катализатора должно быть направлено лишь на определенную часть углеводородов, именно на диолефины, альдегиды и др. активные агенты смолообразования. Олефины и ароматику, в условиях такого частичного гидрирования, жела-

тельно не затрагивать. Обычные катализаторы гидрирования: металл, Ni, NiO, CuO и др. в данных условиях неприемлемы, так как легко отравляются серой.

По данным ряда работ наиболее пригодными для этих целей являются окислы и соли таких металлов, как Mo, Co, и некоторых других. Из них наиболее активными являются сульфиды и в особенности MoS₃.

Сравнивая результаты ряда опытов гидрирования, проводившихся с различными катализаторами, можно с уверенностью сказать, что наилучшая стабильность бензина получается в случае применения в качестве катализатора MoS₃. Так, например, бензин, гидрированный в присутствии MoO₃, через 1 1/2 месяца хранения, дал уже значительное повышение смолообразования: с 16 мг до 73 мг, в то время, как при применении MoS₃ бензин оставался стабильным.

Одновременно с этим было отмечено, что результатом гидрирования является снижение процентного содержания серы, примерно на 30%.

Что касается реакций, протекающих в условиях стабилизационного гидрирования, то здесь имеются все основания предполагать, что действие водорода в первую очередь направляется на диеновые углеводороды и кислородсодержащие примеси. Действительно, при обработке гидрированного бензина малеиновым ангидридом — образования комплексных соединений в этом случае не наблюдалось.

Основываясь на опытных материалах, можно с достаточной уверенностью сказать, что в условиях кратковременного гидрирования с таким специфическим катализатором, как MoS₃, диолефиновые углеводороды и кислородсодержащие примеси легко восстанавливаются в то время, как олефины гидрируются в среднем лишь на 50%, а ароматические углеводороды не затрагиваются вовсе. Что касается факта изомеризации, то его можно считать вполне установленным. Однако, для количественной его оценки, а главное, для установления условий, наиболее благоприятных желаемому ходу изомеризации — необходимы еще длительные опыты над индивидуальными углеводородами и их смесями, а также подробная разработка точных методов их количественных определений.

Д. Андреев.

ГЕОЛОГИЯ

Новая тектоническая схема Восточной Сибири. Существующие геотектонические схемы Восточной Сибири являются выражением двух взглядов на тектонику этой страны. В основу одного из них легло представление о древнем темени Азии. Этим термином, как известно, Э. Зюсса называл сложенную кристаллическими докембрийскими породами горную страну, расположенную на юге Восточносибирского края. По мнению Э. Зюсса, древнее темя со времен докембрия не заливало морем. Взгляды Э. Зюсса были развиты впоследствии В. А. Обручевым, который во многом дополнил тектоническую схему Зюсса для Восточной Сибири. Согласно взглядам В. А. Обручева, все пликативные дислокации закончились для древнего темени в докембрии, и впоследствии оно, представляя собою

жесткую глыбу, неспособную к складчатости, пережило лишь вертикальные перемещения вдоль разломов под влиянием дизъюнктивных дислокаций.

Обоснователем второго взгляда на тектонику Восточной Сибири является Делоне. Согласно его схеме, Сибирскую глыбу (соответствующую географически Сибирской платформе) охватывают с юга концентрическими кольцами три зоны складчатости: каледонской, герцинской и альпийской. Зоны каледонской и герцинской складчатости занимают область древнего темени Зюсса; альпийская же складчатая зона расположена значительно южнее, занимая Амур и северо-восточную оконечность Сибири.

Выразителем взглядов Делоне в русской литературе является М. М. Тетяев, в более ранних своих работах считавший, в противоположность В. А. Обручеву и Э. Зюссе, что древнее темя участвовало в каледонской складчатости (Западное Прибайкалье) и в герцинской — (Забайкалье). Согласно М. М. Тетяеву, в пределах древнего темени располагалась палеозойская геосинклиналь, куда происходил снос осадков с Сибирской платформы. Взгляды Делоне и М. М. Тетяева диаметрально противоположны взглядам В. А. Обручева и Э. Зюсса, допуская участие древнего темени в пликативных дислокациях не только в докембрии, но и значительно позже. Кроме того, М. М. Тетяев допускает заливательность древнего темени палеозойским морем. Однако, в последних своих работах, М. М. Тетяев относит все восточное Забайкалье, а также часть Западного Прибайкалья к зоне Альпийской складчатости, характеризующейся покровно-надвиговой структурой. К каледонской же складчатой зоне он относит другую часть Западного Прибайкалья, Витимский район верхнюю часть бассейна Лены, а к герцинской — лишь Западную часть Восточных Саян, правобережье Енисея и Северную часть Таймыра.

Последняя геотектоническая схема В. Сибири принадлежит Шатскому в его работе „Основные черты тектоники Сибирской платформы“. Ее особенностью является разделение Сибирской платформы на ряд районов, причем древнейшими участками, древнейшими „макушками“ В. Сибири Шатский считает не Прибайкалье („древнее темя Азии“), а Анабарский и Алданский кристаллические массивы.

1. Прибайкалье — „Байкальскую складчатую зону“ Шатский считает более молодым элементом горной складчатости страны. Доказательством, убеждающим его в этом, является наличие по окраинам зоны мощной толщи молодых докембрийских осадочных отложений. Вследствие большой молодости Байкальской зоны, по сравнению с более древними сооружениями Анабарского и Алданского массива, она была более подвержена дислокации, и была смята каледонской складчатостью, не захватившей эти массивы, и даже местами надвинута на Енисейско-Ленскую платформу, обусловив здесь складчатость. Отрицая существование в районе Байкальской зоны геосинклинали, Шатский в то же время считает, что она была более прогнута по сравнению с Анабарским и Алданским массивами, благодаря чему здесь и могла отложиться мощная толща более молодых докембрийских пород. Однако, снос

материала для их образования происходил не с Сибирской платформы, как полагает Тетяев, а с гористых островов, возвышавшихся в районе Байкальской зоны в конце докембрия.

2. Каледонское горообразование преимущественно захватило восточную часть Восточного Саяна и Енисейский край, в сооружении которого имели, кроме того, большое значение и дислокации нижнего и среднего докембрия. Западная часть Восточных Саян отличается по Шатскому по стратиграфическим и петрографическим признакам от пород Сибирской платформы и Прибайкалья, и затронута преимущественно герцинской складчатостью.

3. К герцинской складчатости Шатский относит также образование Таймырского шаррижа, представляющего собою перенурный контакт пород тунгусской свиты и изгесняков кембросилура, покрывающих последнюю. Простираение этих нарушений северо-восточное, и в таком же направлении они уходят к юго-западу в сторону Алтайско-Кольванской полосы, огибая с северо-запада Сибирскую платформу и вдаваясь дугою в Тунгусский бассейн.

4. Северо-восточный угол Сибирской платформы, от Хатанги и Анабары до среднего течения Вилюя и Н. Тунгуски занимает Сесеросибирская глыба, основание которой сложено древнейшими докембрийскими гранито-гнейсовыми породами, выходящими на земную поверхность в районе Анабарского массива. В структурном отношении глыба представляет собою куполообразный свод, докембрийская поверхность которого быстро погружается по направлению от ядра свода — Анабарского массива — во все стороны, особенно к северу и востоку, покрываясь осадочными кембро-силурийскими и пермоярбоновыми, тунгусскими отложениями, на юго-западе и западе и тунгусской свитой и мезозоем на севере.

5. Юго-восточный угол Сибирской платформы занимает Алданская глыба, имеющая также куполообразное строение и покрытая на севере кембрийскими отложениями. Слабые нарушения в них связаны со сбросами и излияниями эффузивов, происходивших в связи с альпийским горообразованием.

6. Между обеими этими глыбами, в среднем течении Лены и Вилюя расположена Лено-Вилюйская впадина, заполненная юрскими и нижнемеловыми отложениями. Большая мощность кембрия в пределах впадины является по Шатскому доказательством очень древнего возраста ее и существования впадины уже в нижнем кембрии. Отложения впадины захвачены каледонской и альпийской складчатостью, создавшей пологие складки, осложненные брахиантиклиналями.

В герцинское время происходили интрузии и эффузии основной магмы, связанные с разломами.

В устье Хатанги и Анабары расположен аналогичная Ленско-Вилюйской — Хатангская впадина, также заполненная юрскими и нижне-меловыми породами. О тектонике ее очень мало данных. Шатский предполагает, что нарушения Соляной сопки на полуострове Устунг-Тумус относятся к альпийской складчатости.

7. Тунгусский бассейн делится на два крыла; северное расположено между Хатангской впади-

ной, Сесеросибирской глыбой и южным склоном хребта Бырранга и занимает депрессию между ним и Сесеросибирской глыбой. Здесь Тунгусские отложения трансгрессивно перекрыты пост-плиоценом, а на границе с Хатангской впадиной и в устье Енисея уходят под мезозой. Южное крыло бассейна расположено между Сесеросибирской глыбой, Ленско-Вилюйской впадиной и Енисеем. По окраинам бассейна, параллельно хребту Бырранга и Енисейскому горсту, Тунгусская свига смята в пологие складки под влиянием герцидских дислокаций, доказывающих герцидский возраст возникновения бассейна. С герцидским горообразованием связаны многочисленные интрузии и эффузии траппов.

8. С юга Тунгусский бассейн опоясывает Енисейско-Ленское кембро-силурийское поле, сложное почти исключительно кембро-силуром. Под влиянием каледонской складчатости отложения его смяты в пологие, а местами (Н. Тунгуска, Илим, вежховья Лэны) — резкие складки двойной дуги „Байкальского“ (в восточной части) и „Саянского“ (в западной части) простираения. Наличие по окраинам поля на границе его с Байкальской зоной молодых докембрийских отложений является доказательством в пользу более молодого возраста кристаллического фундамента поля по сравнению с Алданской и Анабарской глыбами.

9. Нарушения Верхоянской дуги, окаймляющей с востока и юго-востока Сибирскую платформу и Алданскую глыбу Монголо-Охотского пояса (зону Амурской складчатости, охватывающей Восточное Забайкалье), — Шатский относит к альпийской складчатости. Вдоль границы с этим поясом Байкальская зона разбита многочисленными надвигами.

10. К альпийской складчатости Шатский относит также нарушения Иркутского и Приенисейского юрских каменно-угольных бассейнов. В пределах Иркутского бассейна он допускает ряд надвигов кембрия вместе с докембрием на юр.

Схема Н. С. Шатского является первой пробой тектонического расчленения Сибирской платформы, которая до сих пор фигурировала во всех геоструктурных построениях Восточной Сибири, как единое целое. Чрезвычайно интересным является и попытка установления возрастных взаимоотношений между отдельными частями Сибирской платформы, которую дает Н. С. Шатский. Совершенно своеобразна точка зрения Шатского на наиболее древние участки платформы. Вместо понятия „древнего темени“ — наиболее древней, незалившейся морем в палеозое, мезозое и кайнозое области, занимающей горную страну на юге Восточной Сибири, Н. С. Шатский выдвигает понятие о двух „древних макушках“ (Анабарский и Алданский кристаллические массивы, из которых один расположен в области платформы). Байкальскую зону (область древнего темени В. А. Обручева) Н. С. Шатский считает моложе этих древних макушек на том основании, что на окраинах этой зоны имеются мощные толщи молодых докембрийских осадочных отложений. Вследствие большей молодости этой зоны, Н. С. Шатский допускает возможность ее смятия каледонской складчатостью.

Однако, необходимо отметить, что, кроме этих общих предположений, доказательств в пользу

Каледонской складчатости Байкальской зоны, Н. С. Шатский не приводит никаких. Наличие же молодых до-кембрийских отложений в районе Байкальской зоны не является еще доказательством в пользу ее более позднего происхождения, так как зона эта могла быть и очень древней, а молодые осадочные до-кембрийские отложения на ее окраинах могли образоваться во время последующего ее опускания в конце до-кембрия.

Большим шагом вперед по сравнению с построениями М. М. Тетяева и Делоне является то обстоятельство, что Н. С. Шатский не относит Забайкалье к зоне герцинской или альпийской складчатости, включая большую его часть в Байкальскую зону, подвергавшуюся, согласно его представлениям, лишь каледонским нарушениям. Построения М. М. Тетяева в старых его работах о принадлежности В. Забайкалья к герцинской складчатой зоне базировались на немногих косвенных доказательствах. Говорить же о зоне альпийской складчатости в Восточном Забайкалье и, частично, в Западном Прибайкалье чрезвычайно трудно, т. к. здесь отсутствует наиболее характерное для основных зон альпийской складчатости других стран условие — мощные толщи третичных осадков, сложившиеся в геосинклиналиях, из которых эта складчатость создавалась. Наконец, вовсе еще не доказано, каковы были формы дислокации альпийского орогенеза в Прибайкалье, складчатые или дизъюнктивные? Наши наблюдения, произведенные мной и Б. А. Гаврусевичем летом 1932 г. в истоках Ангары и в Лиственничном кристаллическом массиве, показывают, что надвиговые явления в истоках Ангары вовсе не связаны со складчатостью, а представляют собою сложную систему крутых надвигов NW простираения и сбросов NO простираения. Поэтому, говорить об альпийской складчатости для З. Прибайкалья и В. Забайкалья вовсе не приходится, или, скорее, можно говорить об альпийских нарушениях лишь в смысле возрастного определения, относя их к третичному времени. Форма же этих нарушений вовсе не есть проявление характерной альпийской складчатости, а представляет собою, по видимому, не только для истоков Ангары, но и для Восточного Забайкалья проявление дизъюнктивных дислокаций.

В схеме Н. С. Шатского для нас является, таким образом, сомнительным допущение складчатых дислокаций для Байкальской зоны, так как очень трудно себе представить, что жесткая кристаллическая глыба, которую она собою представляла ко времени каледонской дислокации, могла бы дать складчатые формы. Но для того, чтобы расшифровать более подробно тектонику В. Сибири, необходимы более детальные исследования, расширяющие современный объем знаний.

Н. Думитрашко.

Литература

1. Н. С. Шатский. Основные черты тектоники Сибирской платформы. Бюлл. Моск. О-ва Исп. Природы. Отд. Геол., т. X (3—4) 1932, стр. 476—509.
2. В. А. Обручев. Геологический обзор Сибири. ГИЗ, 1927.

3. В. А. Обручев. Очерки по геологии Сибири. Геологический очерк Прибайкалья и Ленского района. Труды СОПС'а и Геол. Инст. Акад. Наук, 1932.
4. М. М. Тетяев. О некоторых основных вопросах геологии Сибири. Б. М. О. И. П. Отд. геологии, в. 3, 1924.
5. — К геологии Зап. Прибайкалья. Мат. по общ. и прикл. геологии, в. 2, 1916.
6. — К геологии Прибайкалья. Геол. Вест., т. II, 1916, в. 5—6.
7. — О разрывах вообще и сбросо-сдвигах в частности. Геол. Вест., т. II, 1916, в. 5—6.
8. — К тектонике Восточной Сибири. Геол. Вест., т. IV, 1918—1921, в. 1—6.
9. — О шаррижах в Вост. Сибири. Геол. Вест., № 4—6, 1928.
10. — Пояс альпийской складчатости на Востоке СССР. Труды В. С. Кр. Н. И. Съезда. Геол. Секция, в. 1, 1932. Москва — Иркутск.
11. М. С. Базжин. К вопросу о составе и строении Лиственничного золотоносного района на берегу о. Байкал. Б. М. О. И. П., Отд. Геол., т. IX, 1931.
12. Н. В. Думитрашко и Б. А. Гаврусевич. К вопросу о надвиговых явлениях в истоках Ангары. Изв. Гос. Гидр. Инст., в. 55, 1933.

Еще о кремнекислоте и о газовом ее переносе. При детальном исследовании изверженных горных пород: минералогического их состава и микроструктуры, контактов их с осадками, явлений метаморфизма и пр., мы наталкиваемся, как известно, весьма часто на вполне ощутительные признаки газовых реакций в них и на не менее явные следы газового же переноса слагающих их окислов и элементов. Точный характер и механизм всех подобных газовых процессов остаются, однако же, в большинстве случаев недостаточно нам ясными. Весьма большую ценность приобретают поэтому специальные, направленные в эту сторону эксперименты.

К числу экспериментов такого рода относятся, между прочим, и описанные нами вкратце в №№ 3—4 „Природы“ за 1933 г. опыты, с одной стороны, голландцев — Ньювенбурга и Блюмендала, а с другой — американца Морая переноса кремнекислоты при посредстве перегретого, надкритического водяного пара, — при большом, таким образом, давлении и при сравнительно умеренных температурах (около 400°). В общей сложности получилось у нас от этих опытов несколько смутное — скорее отрицательное, чем положительное — впечатление. Не то такого переноса совершенно нет, не то он есть, но настолько медленный и слабый, что почти совершенно не улавливается экспериментом.

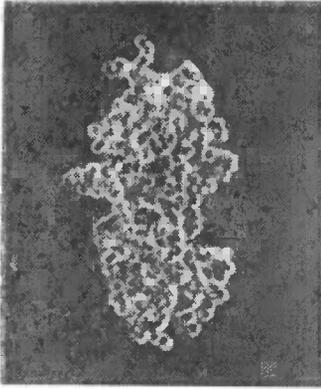
Значительно большую определенность находим мы в результатах новейших опытов над транспортом кремнекислоты в присутствии водяного пара, — опытов, предпринятых совместно тремя американскими исследователями: Грейгом, Мервином и Шепгердом, и приуроченных к относительно слабым давлениям, но зато — к весьма высоким температурам. Публикацию названных трех авторов под заглавием: „Notes on the volatile transport of Silica“, находим в январском номере журнала „Amer. Journ. of Sci.“, за 1933 г.

Факты, сообщаемые в ней, настолько любопытны и важны, что мы считаем полезным осведомить о них читателя „Природы“.

Порoshки или мелкие обломочки различных изверженных горных пород, от базальта до обсидиана, завертывались в платиновую фольгу и в таком виде помещались в трубочки из прозрачного кварцевого стекла. Из трубочек этих выкачивался далее воздух, приблизительно до 0.02 мм Hg, и они запаивались. Затем следовало нагревание их в электропечи сопротивления с платиновой обмоткой. Температура при этом сначала повышалась весьма быстро, а потом удерживалась на определенном и постоянном уровне (колебания $\pm 2^\circ$) в течение всего опыта, длившегося в разных случаях от 16 час. до 2 недель. Наивысший температурный уровень был -1200° , наинизший — ниже 600° .

В результате всех такого рода опытов, за исключением лишь проводившихся при особо низких температурах, образовывался на внешней стороне платины бесцветный или белый осадок. Нарастание его было тем медленнее, чем ниже была температура. После недельного опыта при 700° он был еще очень слаб, а при более низких температурах не возникал и вовсе.

Исследование осадочков под микроскопом по иммерсионному методу показало, что почти всегда они состоят из хорошо образованных кристалликов кристобалита (фиг. 1 и 1а); лишь весьма

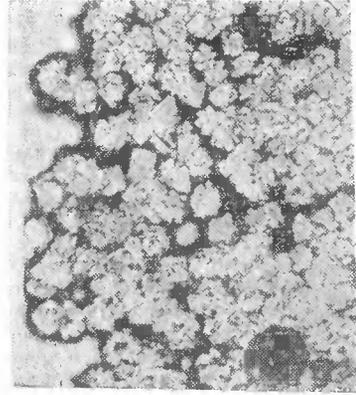


Фиг. 1. $\times 60$. Пленки кристобалита на платиновой фольге, обертывавшей породу, после двухдневного опыта при 910° .

редко появляется в них также и тридимит. Из расположения осадков явствовало, что материал, из которого они образовались, транспортировался в форме пара или газа.

Обращаясь к вопросу о причинах только-что описанного транспорта, авторы прежде всего занялись проверкой, не играет ли здесь специальной роли платина, в которую завертывались породы. С этой целью предпринято было ими нагревание кусочков базальта и непосредственно в кварцевой трубочке, без платиновой обертки. В результате обломочки породы покрывались с поверхности стеклом, — судя по его светопре-

домлению, весьма богатым кремнеземом. Температура опыта была при этом заведомо ниже температуры плавления или спекания базальта. Образование стекловатых пленочек авторы при-



Фиг. 1а. $\times 165$. Материал как и на фиг. 1, но при более сильном увеличении и в проходящем свете.

писывают плавлению поверхности базальта при посредстве кремнезема, транспортировавшегося из кварцевого стекла трубочки в парообразной форме.

Все исследовавшиеся породы содержали в своем составе летучие компоненты, которые таким образом и ответственны в той или иной мере за газовую миграцию кремнекислоты. Что это действительно так, доказано было специальными опытами, в которых те же породы, завернутые в платиновую фольгу, были предварительно сплавлены и дегазированы. Осадков на платине тогда не возникало.

Хотя среди летучих материалов в испытывавшихся горных породах преобладала вода, однако, наряду с ней присутствовали здесь также и другие летучие материалы, как-то: хлор, фтор или водород, образующие летучие соединения с кремнием. Может ли одна вода, как таковая, быть движущей причиной транспорта SiO_2 ?

Чтобы проверить также и это обстоятельство, кусочек платиновой фольги вводился в кварцевую трубочку, и, после нагревания в течение нескольких минут при красном калении и 0.02 мм Hg, вводилось сюда же немного дистиллированной воды, с таким расчетом, чтобы при температуре опыта давление не превышало нескольких атмосфер. Так приготовленные трубочки — и одна контрольная, без воды — запаивались и затем выдерживались в течение 20 часов при температуре 1140° . Осадок SiO_2 был во всех трубках с водой, но отсутствовал в сухой трубке.

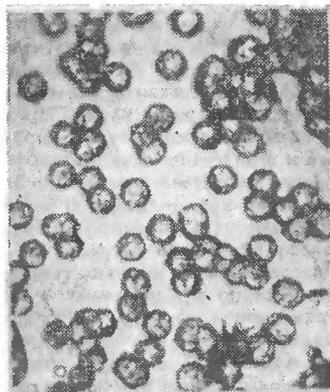
Если вода, таким образом, играет важную роль в образовании кристаллического осадка SiO_2 на платиновой фольге, то истинный характер этой роли остается нам пока еще неизвестным. Авторами было высказано и проверено такое простейшее предположение, что транспортируется в их опытах пар самой кремнекислоты и что вода лишь вызывает начало кристаллизации этого

пара. Причиной газового переноса SiO_2 должна служить тогда разница в упругостях ее пара: упругость пара над стеклом SiO_2 больше, чем упругость его над кристаллами кристобалита.

С. Тоже.

Д. Никаких изменений.

Оплавление лабрадора, как видим, происходило только там, где или наблюдалось непосред-



Фиг. 2 и 2а. $\times 100$. Кристаллики кристобалита на внутренней поверхности кварцевой трубочки после нагревания в ней в течение 30 часов при температуре 1120° пробы андезита.

Если перенос SiO_2 действительно такой простой природы, то возникает вопрос: нельзя ли уловить пар ее не посредством воды, но посредством какой-либо силикатной фазы с еще меньшей парциальной упругостью пара, чем у кристобалита, например посредством полевошпатовой жидкости, в которой растворяется кристобалит?

Соответственные опыты поставлены были авторами с лабрадором, т. е. с полевым шпатом, состоящим пополам из молекулы альбита ($\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$) и молекулы анортита ($\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$).

(Нумерация опытов нами в дальнейшем несколько изменена против оригинала ради удобства изложения).

А. Платиновый тигелек с порошком лабрадора был помещен в кварцевую трубочку, и после нагревания до красного каления трубочка была запаяна.

А¹. То же, но с весьма продолжительным нагреванием при красном калении прежде запайки трубочки.

В. Как А, но порошок — непосредственно в трубочке без платинового тигелька.

В¹. Как В, но после нагревания до-красна было введено немного дестиллированной воды.

С. Как А, но в платиновом тигельке лабрадор и кристобалит.

Д. Как А, но без тигля; порошок лабрадора завернут в платиновую фольгу.

Все пробы выдерживались весьма продолжительное время — от 24 до 72 часов в разных опытах — при температуре 1175° в электропечи.

Результаты оказались следующие:

А. Крайне слабые следы оплавления с тончайшей пленочкой стекла на поверхности пробы (тоньше $0,001$ мм).

А¹. Никаких изменений пробы.

В. Следы плавления, лишь в местах стыка пробы с кварцевой трубочкой.

В¹. Спекание; много стекла на пробе.

ственное соприкосновение его с твердою кремнекислотой (В, С), или же присутствовала во время опыта в кварцевой трубочке вода (газовый транспорт SiO_2 : А, В¹). Когда же эти условия не были выполнены, то не было соответственно и никаких изменений в лабрадоре (А¹, Д).

Первое сделанное авторами предположение о переносе SiO_2 в виде ее собственного пара, таким образом, как будто бы не оправдалось.

Дальнейшие предположения, как, например, о возможной диссоциации воды при высоких температурах с образованием легко летучих соединений Н и Si, подробно не разбираются авторами.

Крайне любопытно, что кремневая кислота в условиях газового ее переноса осаждается отнюдь не на всех вообще поверхностях. Так, она легко осаждается на платине и на внутренних стенках кварцевой трубочки; она охотно, далее, флюсирует базальт или полевошпаты с их поверхности. Никакого осадка или оплавления не получается, напротив того, на магнетите, хотя он и содержит в себе вполне достаточное количество летучего (осадок на платиновой фольге, если в нее завертывался при опыте магнетит).

На внутренних стенках кварцевой трубочки осадок кристобалита образует бесцветные или белые шарики, насаженные на стекле и отчасти сливающиеся в непрерывную корочку, которая часто трескается и отстает от стенки. Под микроскопом наблюдаются хорошо ограниченные кристаллики кристобалита (фиг. 2 и 2а). Все это именно на поверхности кварцевого стекла, а отнюдь не внутри его, так что это действительно кристаллизация из газовой фазы.

Из опытов своих американские авторы делают некоторые приложения: 1) к экспериментальной работе с силикатами при высоких температурах и 2) к объяснению способа нахождения части кристобалитов в природе.

1. По опыту авторов, уже небольших количеств воды или других летучих вполне достаточно, чтобы сильно понизить вязкость силикатной жидкости и облегчить ее кристаллизацию. Многие стекла „в сухую“ кристаллизуются с трудом, а с водой или другими летучими дают хорошие кристаллы, — факт, весьма важный для определения температуры liquidus'a при изучении явлений равновесия у силикатов. Для означенной цели трубки из кварцевого стекла должны иметь известные преимущества перед стальной бомбой вследствие более широких температурных пределов применимости и вследствие простоты работы. Необходимо, однако, считаться с возможностью загрязнения препаратов кремнекислотой по способу, описанному выше. При низких температурах, впрочем, опасность такого загрязнения не велика. Что же касается более высоких температур, то здесь достаточно предохраняет от него конвертик из платиновой фольги, в которую плотно завертывается проба. Осадок кремнекислоты собирается тогда исключительно на платине, не задевая пробу. Щели в конвертике таким образом, пропускают H_2O , но не SiO_2 из атмосферы трубочки, окружающей пробу.

2. В качестве известной параллели с описанными осадками кристобалита может быть, по видимому, рассматриваема кристаллизация кристобалита на стенках полостей в некоторых природных обидьянах. Температуры здесь должны были быть, конечно, много ниже, чем в экспериментах авторов. Не надо забывать, однако же, о факторе времени, о громадной длительности природных процессов, совершенно не идущей в сравнение с теми часами и днями, которые имеют место в наших экспериментах. Вследствие этой длительности ведь вообще природе удается много такого, что лежит за пределами чувствительности нашего опытного искусства, нашей опытной экспериментальной работы, которая неизбежно ограничена теми техническими условиями, при которых она протекает.

Д. Белякин.

МИНЕРАЛОГИЯ

К вопросу о нахождении вольфрама в скарнах. Как известно, многие из крупнейших железорудных месторождений Урала генетически связаны с гранатовыми породами — скарнами, представляющими собой результат глубинной метаморфизации известняков от воздействия гранитной магмы.

Прорабатывая вопрос о возможности применения скарнов магнитогорского месторождения в качестве естественного флюса при доменной плавке магнитогорских руд, удалось путем микроскопического изучения шифров, констатировать присутствие в скарнах вольфрам-содержащего минерала шее лита. Последний обращает на себя внимание довольно резко выраженным идиоморфизмом и значительно большим показателем преломления, чем у граната.

Произведенная затем проверка тех же образцов гранатовых пород химическими анализами подтвердила наличие в скарнах магнитогорского месторождения вольфрама в количествах, заслуживающих промышленного интереса. (См. табл. на обороте).

№№ образцов	Характеристика породы	Содержание WO_3	Места взятия
1	Нацело лимонитизирован. гранатов. порода .	0.10	Зап. Атач
2	Значительно лимонит. скарн .	0.14	Узянка
3	Слабо измененный скарн . .	0.09	Атач
5	Слабо измененный скарн . .	0.12	Южн. Атач
13	Слабо измененный скарн . .	0.14	С.-З. склон Ай-Дарлы
23	Плотный свежий скарн .	0.24	Южный склон Дальней
24	Тоже — эпидотизированный	0.16	

Нельзя сомневаться в том, что при углубленном изучении указанных скарнов можно встретить целый ряд близких по парагенезису к шеелиту минералов, как повеллит $CaMoO_4$, ферберит $FeWO_4$, — не менее ценных благодаря присутствию в них Mo и W.

Геохимическая экспедиция, организуемая УФАИ в текущем летнем сезоне, должна будет провести детальнейшее опробование огромной площади распространения скарнов магнитогорского железорудного месторождения и изучить их вещественный состав.

В заключение нельзя не отметить тот огромный интерес, который таят в себе скарновые породы многих уральских железорудных месторождений, с практической стороны. Так, если иметь в виду значительные площади распространения скарнов и допускать их известное постоянство пока только по содержанию одного вольфрама, как это видно по приведенным анализам, то такими рудами, ссылаясь на практику Соед. Штатов, мы можем с успехом покрыть растущие на вольфрам требования в нашей стране.

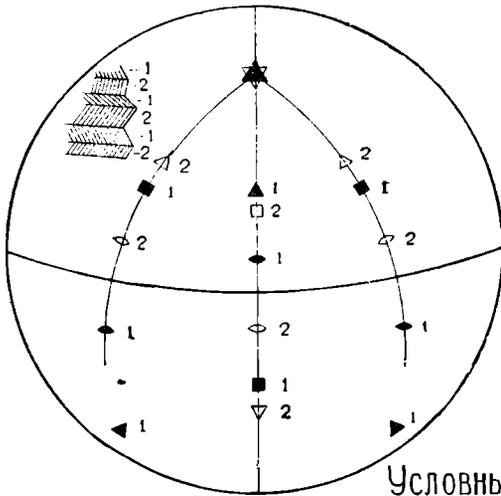
А. Малахов.

Уральский Филiaal
Академии Наук ССС.
Май 1933 г.

Олипка благородных опалов (Реферат статьи E. Baier. Z. f. Kristallographie, Bd. 81, Heft 3/4 1932). Реферлируемая работа представляет тот интерес, что в ней впервые для видимых лучей найдено явление отражения от системы параллельных плоскостей, аналогичное „Брэгговскому“ отражению рентгеновых лучей от плоскостей решетки.

До последнего времени своеобразная игра цветов в благородном опале ставилась в связь с тонкими неправильными трещинами в геле кремневой кислоты.

Исследования Байера благородных опалов почти из всех известных месторождений показали, что световые явления всегда исходят от



☆/ = Полюс (в приведенных случаях оранжевый). ▲ Фиолетовый рефлекс.
 ■ = зеленый рефлекс. ▽ = желтый рефлекс. ● = красный рефлекс.
 — = непрерывный спектр

Рис. 1

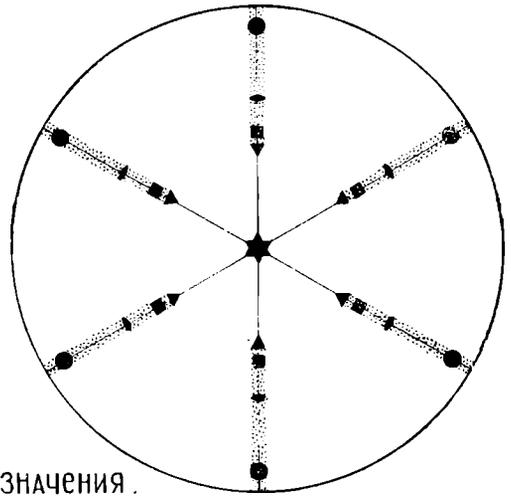


Рис. 2

отдельных, резко ограниченных пятен. У некоторых типов опалов расположение пятен в шлифе очень напоминает мрамор или песчаник. В процессе шлифовки выяснилось, что эти носители цветов суть образования трех измерений, т. е. зерна или жилы, но не плоскости. На микрофотографиях отчетливо видна тонкая равномерная пластинчатость этих светящихся зерен.

Объекты исследовались на универсальном Федоровском столике. Оспециализированный шлиф падающим сверху белым неполяризованным светом. Отраженный цветной рефлекс улавливался в микроскоп. Осветительное устройство было сделано так, что можно было менять угол падения света. Исследование велось с целью установления отношения положений отраженных цветных рефлексов между собой и положением пластинчатости. Результаты наблюдений наносились на стереографическую сетку (рис. 1).

Оказалось, что цветные рефлексы располагаются в трех зонах, оси которых лежат в одной плоскости и пересекаются друг с другом под углом в 60° .

Один рефлекс лежит на пересечении всех трех зон и является полюсом к указанной пластинчатости. Если его поместить в центр проекции и нанести на ней рефлексы от обеих систем, то получим не тригональное расположение рефлексов, а гексагональное (рис. 2); следовательно системы пластинок двойникованы по базису. Этот тип рефлектограмм является наиболее распространенным, так как обычно отдельные пластинки настолько тонки, что выделит их под микроскопом не представляется возможным и поэтому наблюдается суммарный (гексагональный) эффект. В некоторых типах рефлектограмм на протяжении полюс-экватор смена ряда рефлексов, коротковолновой — длинноволновой, происходит несколько раз; кроме того отдельные цветные рефлексы могут быть соединены друг с другом слабым непрерывным спектром.

При изменении угла падения рефлексы сохраняют свое положение, но изменяют цвет, а именно в сторону коротких волн при увеличении угла падения. Это явление делается понятным, если предположить, что отражение происходит от системы параллельных пластинок с равными расстояниями между ними, т. е., как сказано выше, мы имеем здесь нечто аналогичное „Брегговскому“ отражению. Появление непрерывного спектра хорошо объясняется наличием штриховой дифракционной решетки.

Принимая во внимание правильный гексагональный порядок рефлексов, надо предполагать, что носителями игры цветов в благородном опале являются участки геля, замещающего какой-либо гексагональный или ромбоэдрический минерал, но сохранившие в какой-то мере его строение. Хорошее согласие опытных данных получается в предположении, что таким минералом является кальцит, зерна которого двойникованы по базису.

Наличие остатков кристаллов в геле не является редкостью, поэтому такое предположение вполне допустимо.

В интересах шлифовщика благородных камней важно то, что, вероятно, опал может быть отшлифован до очень тонкой пластинки, не теряя своего блеска.

Знание положения отдельных рефлексов могло бы облегчить выбор подходящей плоскости шлифа.

Г. Бокий.

БИОЛОГИЯ

Ботаника

Засоленные почвы и их растительность в Донецком бассейне. Производил летом и осенью 1932 г. геоботаническое обследование в Сталинском и Макеевском районах Донбасса по заданию Украинских институтов Почвоведения и Растениеводства в целях их агроинвентаризации, а столк-

нулся впервые с очень интересными засоленными почвами, развивающимися в условиях горного района на каменных породах каменноугольного возраста, главным образом на сланцах, реже на песчаниках. Сведений литературных об этих почвах я не нашел.

Засоленные почвы различаются двух групп: солонцов и солончаков. В лесостепи солонцы встречаются по склонам; это сухие почвы. В их профиле видны два гумусных горизонта — верхний (А) — элювиальный и нижний (В) иллювиальный. Горизонт А отличается более светлой окраской, большей рыхлостью и небольшой мощностью — от нескольких до 10—15 см. Он более темный и характеризуется наличием столбов в 3—6 см толщиной; столбики кверху суживаются, образуя конусообразные закругленные головки, не соприкасающиеся между собою. Солончаки — почвы влажные, в лесостепи они развиваются в условиях пониженного рельефа и близости к поверхности грунтовых вод; на их поверхности образуются налеты солей. В Донбассе встречаются: карбонатные солончаки, содержащие преимущественно углекислый кальций, и галлоидные солончаки, где преобладают хлоридные соли (хлоридо-сульфатные солончаки). Солонцы и солончаки нередко сочетаются в один комплекс, занимая различные элементы рельефа: солонцы — повышенные, солончаки — пониженные места, что, напр., очень характерно для приморского Сивашского района на Украине.

В горном районе Донбасса, где высоты достигают 300—320 м, совершенно неожиданно мы обнаружили солонцово-солончаковый комплекс на высоком месте, на вершине водораздела рр. Кальмиуса и Грузкой, в окр. с. Макеевки у начала верховьев балки Широкой. Здесь комплекс развился в седловине, образованной складкой сланца. Последний является водоупорной магеринской породой. В углублении седловины развился хлоридо-сульфатный солончак с характерными растениями индикаторами *Salicornia herbacea* и *Suaeda maritima*, по его краям солончаковый луг с *Plantago Cornuti*, а выше по склону складки развился солонец, где растут *Artemisia maritima* и *Silvaus Besseri*.

При дальнейших исследованиях в Сталинском районе оказалось, что засоленные почвы на сланцах каменноугольных пород в Донбассе распространены широко, но они обычно представлены небольшими площадями и даже пятнами, всего площадью в несколько квадратных метров. Дело до развития солонцово-солончакового комплекса доходит редко; для этого нужны особенно благоприятные условия, а обычно все ограничивается солонцами, разбросанными небольшими пятнами с фоновой растительностью морского польня (*Artemisia maritima*) и *Pyrethrum millefoliatum*. Солонец развивается преимущественно на S_2 и S_1 в больших количествах, чем на S_3 . Это стоит несомненно в связи с тем, что эти пласты более засолены. Такую связь мы проследили по р. Кальмиусу.

По рельефу эти почвы занимают нижнюю половину склона. По р. Кальмиусу в его верховьях в окрестностях с. Яковлевки на участке между балками Россыпной и Липовой можно видеть даже, что в современный нам период идет процесс выщелачивания солонцов, их деградация и полное

разрушение, — явление, на которое мое внимание обратил геолог П. И. Луцкий во время совместной с ним экскурсии. Здесь хорошие почвенные профили встречаются около ям карьеров по склону, где разрабатывают узкий пласт известняка, прикрытый сланцами. На участках солонца мы видим пятна морской польни (*Artemisia maritima*), *Pyrethrum millefoliatum*, Жерардова молочая (*Euphorbia Gerardiana*) и степную овсяницу (*Festuca sulcata*). На профиле, где горизонт В солонца уже разрушен, столбы его легко рассыпаются, и соли вымыты, морская польня отсутствует, налицо степная растительность с преобладанием степной овсяницы. Здесь на южном склоне с углом падения в 10—12° в нижней его части развиваются своеобразные почвы сероземного типа на делювиальном лессовидном суглинке, где местами выступают глинисто-песчаные прослои сланца S_2 . Особенность этих почв — та, что гумусный горизонт недоразвит и только представлен В, и нет переходного горизонта. На этих почвах по р. Кальмиусу характерно обилие *Veronica multifida*, Жерардова молочая, *Achillea nobilis*, *Marrubium praecox*, и местами растет разбросанно ковыль гырса (*Stipa capillata*).

Засоленные почвы на продуктах выветривания карбона в Донбассе представляют большой научный интерес, и почти еще не затронуты исследованиями. Растительность на них является чутким индикатором на все условия микро-рельефа и экспозиции. Столбчатые солонцы на черноземах в Донбассе встречаются преимущественно в степном западном районе. Солончаки встречаются в долинах рек и по тальвегу балок. В горном районе встречаются главным образом карбонатные солончаковые луга, представленные в основном двумя типами. Первый тип — влажные и сырые маодеятельные карбонатные луга, второй — мокрые и заболоченные карбонатные осоковые и осоково-элаковые луга. Индикаторами является растительность: первого типа — солончаковый одуванчик (*Taraxacum bes-arabicum*) и клевер *Trifolium fragiferum*, второго — полевица белая (*Agrostis alba prorepens*), *Scorsonera parviflora*, *Triglochin palustre* и осоки.

Галлоидные солончаки, засоленные хлоридо-сульфатами, встречаются в долине р. Волчьей и в системе впадающих в нее мелких рек и балок в западном степном районе Донбасса, к западу от г. Сталина. На них характерны индикаторы: содерос (*Salicornia herbacea*), *Suaeda maritima*, *Spergularia salina*, *Atriplex littorale* и др.

Долины балок и рек узкие, и полосы, занятые засоленными солончаковыми лугами, незначительные. В засоленной балке значительную роль играют расположенные около них шахты, которые спускают в балки загрязненную воду, вода же эта, не имея значительного стока и быстро испаряясь, засоляет балки. На это тоже следует обратить серьезное внимание и урегулировать сток загрязненных шахтами вод.

М. Котов.

Нахождение дикой пшеницы в СССР. Дикая пшеница, в особенности основной и наиболее интересный ее вид *Tr. dicoccoides* Kögl., давно привлекает умы генетика-исследователя и агронома-практика как в нашей стране, так

и за границей. Долгое время в науке происхождение культурных пшениц связывалось исследователями с дикой пшеницей.

Практически в дикой пшенице, по природе своего обитания, в общем, менее требовательной и более устойчивой против неблагоприятных условий, агроном-практик ищет резервуар генов для улучшения культурной пшеницы. Если ряд наших селекционеров — Мейстер в Саратове, Берг в Дагестане, Терновский в Сибири — бьется над сложным процессом создания гибридов пшеницы и пырея, с целью получения засухоустойчивых форм пшеницы, то привлечение дикого вида того же рода *Triticum* к этому делу окажется, может быть, менее сложным.

ДИКИЙ ЭММЕР

К истории нахождения дикого эммера

Дикая пшеница *Tr. dicoccoides*, или дикий эммер, как мы его в дальнейшем будем называть, была собрана еще в 1855 г. австрийским ботаником Теодором Котчи в Палестине, близ Рошау. Эта находка прошла почти незаметной для науки. Сам Котчи считал ее ячменем. В 1906—1908 гг. палестинский агроном А. Ааронсон собрал огромное разнообразие форм этой пшеницы, главным образом на горе Хермон, в Сирии, а также в северной Палестине и Трансиордании. После этого и начался ряд генетических и ботанических исследований этой пшеницы в б. России (Вавилов в Моск. С.-Х. ин-те, Фляксбергер в Бюро Пр. Бот.) и, в особенности, за границей (Кук и Персиваль в Англии, Швейнфурт, Чермак в Германии и др.).

Единичные находки отмечены впоследствии и в соседних странах.

В 1912 г. дикий эммер, в виде одной формы — белоколосый, обнаружен в Персии в сборах Штрауса. В 1927 г. К. Фляксбергер обнаружил одну форму (черноколосую) среди сборов Handel-Mazzetti. Проф. П. Жуковский в 1927 г. отметил единичное нахождение ее и в Киликийском Тавре, в Малой Азии.

В 1930 г. М. Г. Туманян, проф. Армянского С.-Х. института в Эривани, опубликовал сообщение о найденных им на предгорье Шорбулаг, в 5—10 километрах от Эривани, ряда форм дикой пшеницы, в частности и наиболее интересного и редкого вида — *Tr. dicoccoides* (дикие двузернянки).

Из диких эммеров в районе Эривани обнаружены исключительно неопушенные, белоколосые, красноколосые, и единично-черноколосые разновидности. Наряду с формами, у которых ости окрашены в цвет чешуи, собраны и черноостистые разновидности. Большое разнообразие форм отмечено и по ряду других признаков.

До последнего времени основной ареал географического распространения диких эммеров мыслился сосредоточенным в узкой полосе Сирии и Северной Палестины.

С нахождением дикого эммера близ Эривани у многих возникло сомнение в аборигенности этих форм. Высказывались предположения о случайном заносе их караванами. Акад. Н. И. Вавилов, специально посетивший в 1930 г. местобитания дикой пшеницы в Армении, высказал уверенность в аборигенности этих форм и, предсказав дальнейшее расширение ареала этого вида в горном Азербайджане, поручил автору этих строк обследовать указанный район.

Дикие эммеры Нахичевани

Предсказание акад. Н. И. Вавилова вскоре подтвердилось. 25 августа 1931 г. автором этих строк, после месячного экспедиционного обследования районов горного Азербайджана, обнаружены в Нахкрае, на высоте 1300—1500 м, в большом количестве дикие эммеры и однозернянки.

Первоначальное местонахождение дикого эммера — близ селения Азнабюрт на южном склоне горы Али-Чапан на высоте около 1400 м н. ур. моря. Дикие однозернянки — главным образом, одноостные — на горе Даш-Агл (около 1500 м н. ур. м.) в непосредственной близости от первого пункта. Впоследствии (сентябрь) нами обнаружена дикая пшеница на горах Так-Агл (в нескольких километрах от предыдущего местонахождения), Андон Учан и др. точках, вблизи селения Азнабюрт. Дикие эммеры преобладали (по отношению к однозернянкам) на горах Али-Чапан и Андон Учан, дикие однозернянки (по отношению к дикококодам) — на Даш-Агл. В 1932 г. мы вновь нашли дикие эммеры на различных точках, именно на горах Сары-Агл, Ишанакан, Тондерут, Кафтар Пун, и, в особенности, на Сах-Кзыл и Капах-Тапе.

Как в Нахичевани, так и в Армении, дикие эммеры приурочены к предгорью. Но в Нахичевани они поднимаются выше: 1600—1700 м. Почвы под дикой пшеницей — бурый серозем с налетом солей на поверхности. Произрастают, главным образом, на южных склонах гор, предпочитают мягкие земли.

Как и в Палестине, одним из основных спутников диких эммеров в Армении и Нахичевани, является ближайший дикий родич — *Aegilops* (виды *Aegilops cylindrica* и *A. ovata*). Но в отличие от Сирии-Палестины, где среди основных спутников встречается дикий ячмень (*Hordeum bulbosum* и *Hord. itaburense*), в Закавказьи дикий ячмень не сопутствует дикому эммеру. Вообще, состав спутников дикой пшеницы в Нахичевани и Армении иной, чем в Сирии-Палестине, хотя и здесь и там спутники несут черты ксерофитизма: в Нахичевани-Армении — *Agropyrum*, *Alyssum*, *Cynodon*, *Dactylon* L., *Alhagi Camelorum*, *Cynanchum acutum*, *Bromus Japonicus* и др., в Палестине — *Crucionella angustifolia* L., *Cynosum echinatus* L., *Brachypodium distachyum*.

Нахичеванские формы экологически отличаются от палестинских еще и по периоду вегетации: они значительно более поздние, — дней на 15, — чем палестинские и представлены исключительно озимыми расами. Затем, в отличие от палестинских, произрастающих как ниже уровня моря, так и высоко в горах (до 2000 м), армянско-нахичеванские формы занимают более узкий высотный ареал, и в низинах (ниже 1200 м) не встречаются.

В Нахичевани автором найдены неопушенные разновидности, белоколосые, красноколосые и единично — черноколосые. Такие же разновидности обнаружены Туманяном в Армении. Опушенные разновидности, подобно ряду палестинских, в Закавказьи не встречались. Среди нахичеванских преобладают красноколосые и белоколосые, а не черноколосые, как в Палестине.

Из разновидностей для Закавказья характерны формы с мелким килевым зубцом, для Палестины же — с более крупным (фиг. 1).

Нами отмечено до 40 основных признаков, по которым отличаются между собой дикие эммеры Нахичевани-Эривани с одной стороны и Сирии-Палестины с другой. Различия проходят по всем органам растения и касаются не только общего габитуса, но и биологических, экологических и анатомических признаков.

В общем, для закавказской группы характерны: а) меньшие размеры всех частей растения вплоть до устьиц, б) более слабая тенденция



100 Фиг. 1. Дикий эммер Нахичевани и Армении.

к окрашенности (слабая выраженность антоциана, единичное нахождение черноколосых форм, белая борода, в) меньшая выраженность опушения и зазубренности колосовых органов при более сильном опушении и листовой поверхности и др. Отмечены и отличия биолого-генетического характера.

К генетике вида

Первоначально (1855) дикий эммер был описан Кернике, как разновидность мягкой пшеницы: *Tr. vulgare* var. *dicoccoides* Körn. Впоследствии Ашерсон и Гребнер (1901) его отнесли к виду *Tr. dicoccum* Schrnk, выделив его лишь в особую группу в пределах этого вида. Шульдц (1913), указав на необходимость выделения его в особый вид. Персиваль (1922) рассматривает дикий эммер, как главный вид (*seria*), к которому относятся все остальные культурные пшеницы, исключая однозернянки.

Исследования акад. Н. И. Вавилова последних лет выявили много интересного к познанию дикого эммера Палестины. Оказалось, прежде всего, во-первых, что дикий эммер имеет диплоидное число хромосом — 28.

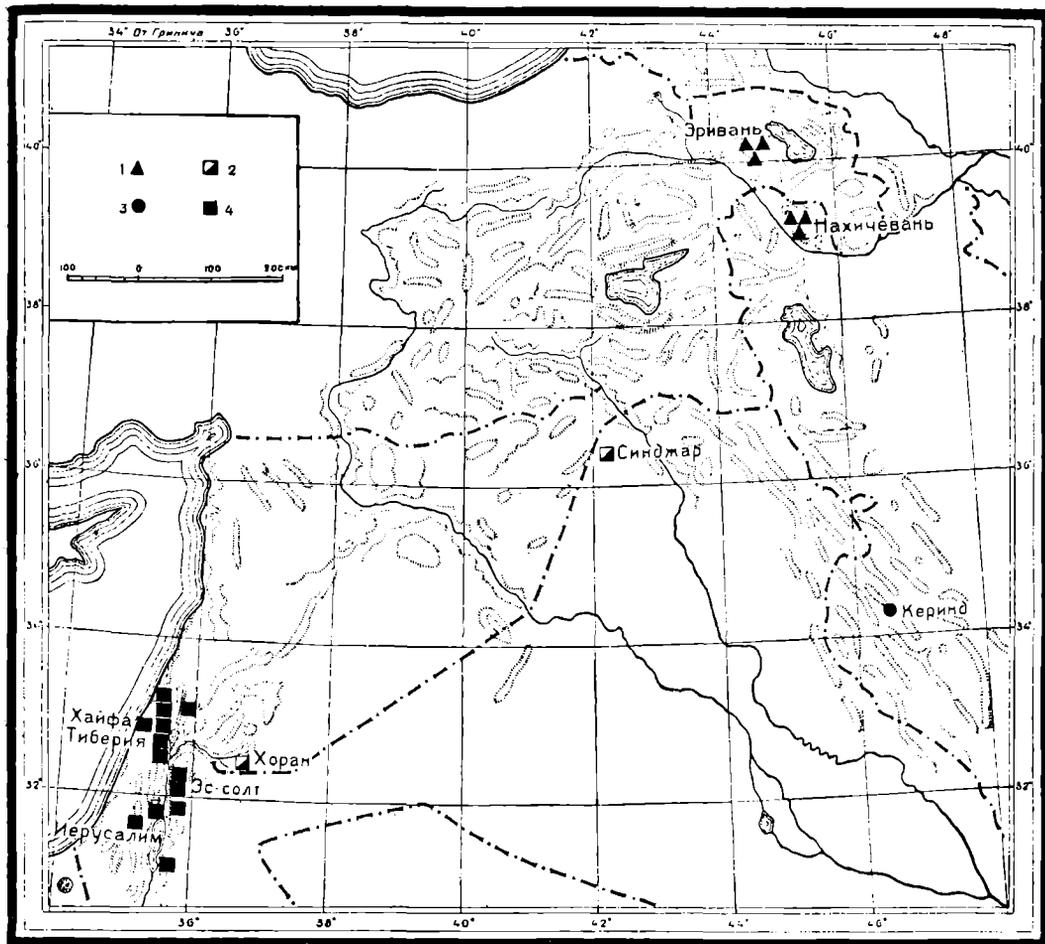
Однако, в отличие от всех культурных видов 28-хромосомной группы, легко скрещивающихся между собой и объединенных, в силу этого, в один сборный вид (линнеон) *eu-dicoccoides* Flaksb., *Tr. dicoccoides* при скрещивании с 28-хромосомной группой дает сравнительно стерильное потомство. Таким образом акад. Н. И. Вавиловым установлена самостоятельность и обособленность этого вида. Тем самым отпадает и версия ряда генетиков и систематиков о роде дикого эммера, как родоначальника культурной пшеницы. Против этой версии акад. Вавилов привел и другой веский аргумент, именно: в основном ареале и центре разнообразия 28-хромосомных культурных пшениц (Абиссиния) дикие эммеры отсутствуют; центр же разнообразия дикого эммера — Палестина, наоборот, характеризуется бедностью разновидностного состава культурных пшениц.

Цитологическое исследование диких эммеров Нахичевани и Армении (в лаборатории ВИР, под рук. Г. А. Левитского), показало, что и эти формы обладают диплоидным числом хромосом — 28.

Предварительные результаты скрещивания армянских форм с представителями 28-хромосомной группы, проведенные нами в 1931—1932 гг., дают ту же картину, что и палестинские эммеры.

При всем этом существуют и отличия генетического характера между палестинской и закавказской группой. Палестинские формы как на родине, так и в условиях Закавказья, склонны к естественному скрещиванию.

Автором выделено множество своеобразных форм, являющихся продуктами естественного скрещивания между палестинским диким эммером и разными представителями культурной пшеницы. Таким путем у нас получилась даже безостая форма дикого эммера (от естественного скрещивания, судя по колосу), у которой число хромосом — 37 (анализ проф. Левитского). Среди армянских же форм естественные скрещивания ни на месте их произрастания, ни в условиях их репродукции на фоне мировой коллекции пшениц, нами почти не подмечены.



Географическое распространение дикой пшеницы *Tr. dicoccoides* Körp. на земном шаре. 1. Дикая пшеница Закавказья — *Tr. dicoccoides armeniacum* Jakubz. 2. Дикий эммер Сирии, единично найденный в Месопотамии — *Tr. dicoccoides horanum* Vavilov. 3. Дикий эммер, единично найденной в Персии. 4. Дикая пшеница Палестины — *Tr. dicoccoides judaicum* Vav.

Закавказские дикие эммеры, как особый подвид

Исходя из всего этого, мы выделяем все формы дикого эммера Нахичевани и Армении в особый подвид — *ssp. armeniacum* Jakubz., в отличие от палестинского подвида *ssp. palestanicum* Jakubz., представленного двумя группами *proles* (Хоранской — *horanum* Vavilov и Эздранской — *judaicum* Vav. К группе *horanum* Vav. относится и установленная проф. Фляксбергером разновидность в Месопотамии. Персидская же форма, повидимому, близка подвиду Закавказскому (фиг. 2 и 3).

ДИКАЯ ОДНОЗЕРНЯНКА

В Нахичевани мы нашли среди диких однозернянок ряд новых форм с зеленым зерном, неизвестных до сего времени науке. Такие формы, вероятно, найдутся и в Армении.

Кроме того, дикие однозернянки в СССР

известны для Грузии (одноостистые). Очень много их в Крымск. АССР (район Байдарских ворот и Балаклавы), где найдены проф. Ларионовым, Е. И. Барулиной, А. Е. Коварским и М. Якубинином в 1932 г. Наблюдения автора показали, что крымские дикие однозернянки экологически обособлены от нахичеванских (фиг. 4).

За пределами СССР дикие однозернянки известны, главным образом, из Малой Азии, Сирии-Палестины, Балкан.

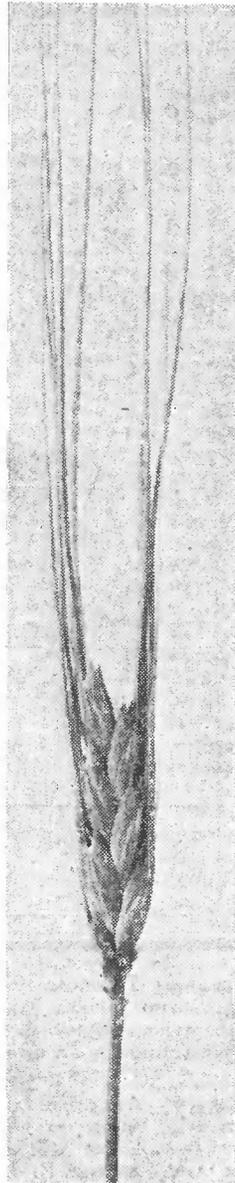
Значение Закавказья

В последние годы Закавказье не раз отмечено находением новых видов пшениц.

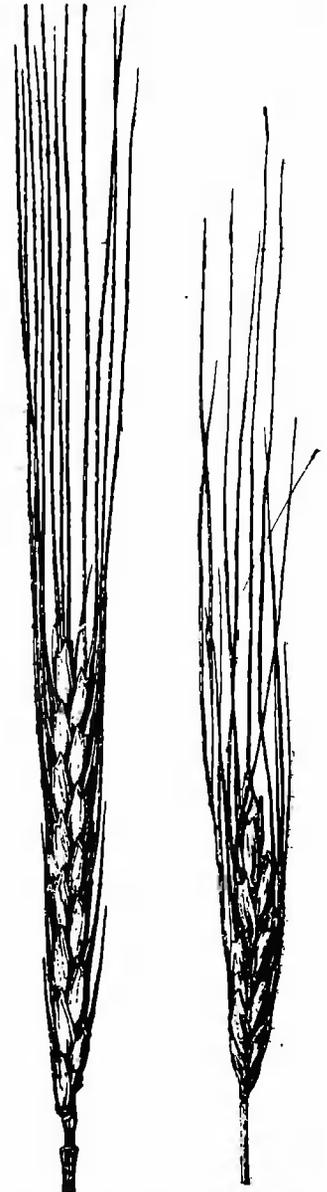
Все вновь открытые виды пшениц: *Tr. persicum* Vav. (Персидская пшеница, открытая Н. И. Вавиловым); пшеница сорно-полевая „Зуранди“ открытая Жуковским — (*Tr. Timopheevi* Zhuk.), затем *Tr. Macha* Dek.-Men. — плотноколосая полба, открытая Л. Декапрелевичем



Фиг. 2. Дикий эммер
Палестины.



Фиг. 3. Дикий эммер
Сирии.



Фиг. 4. Дикие однозернянки
Закавказья.

в 1930 г. — все они найдены в Закавказьи и эндемичны для него. Ныне Закавказье отмечено и выделением новых групп дикой пшеницы. Все это подтверждает взгляд акад. Н. И. Вавилова о Закавказьи, как о самостоятельной области формообразования.

В свете этих фактов необходимо уделить больше внимания краеведческой работе Закавказских Сов. Республик, где мы вправе ожидать еще дальнейших интересных находок, тем более, что некоторые из указанных выше видов имеют громадный практический интерес. Вид персидской пшеницы устойчив против мучнистой росы.

Вид *Tr. Timopheevi* Zhuk. оказался устойчивым против ряда грибных заболеваний пшеницы.

Особое внимание следует уделить охране точек находений дикой пшеницы в Эривани и Нахичевани. Эти местонахождения, служащие пастбищами для скота, ныне беспризорны, и сохранению их естественной формации грозит опасность.

Поставленный акад. Н. И. Вавиловым еще в 1930 г. вопрос об организации в Закавказьи Всесоюзного Заповедника дикой пшеницы, требует скорейшего разрешения.

М. Якубцинер.

Секция пшениц ВИР.

Палеоботаника

Зоология

К истории происхождения покрытосеменных растений. Индийский палеоботаник Б. Сахни напечатал о любопытном факте нахождения в Раджмагальских холмах Индии окаменелой древесины двудольного растения типа магнолиевых — названной им *Homoxylon rajmahalense* Sahni.¹ Древесина происходит, правда, из невыясненного места в Раджмагальских холмах, но там развиты только отложения верхней гондваны (юра). Остаток содержит только вторичную древесину, не имеющую, как и некоторые другие магнолиевые, настоящих сосудов. Такие древесины Сахни все соединяет под названием *Homoxyleae*.

Поры трахеид также больше всего походят на пористость трахеид магнолиевых. Сахни сравнивает эту древесину с имеющими с ней те или другие черты сходства древесины *Trochodendromagnolia*, *Pataloxyon*, *Artiana*, *Cantia*, из которых первые также не имеют настоящих сосудов.

Отметив некоторую неясность в отношении стратиграфического происхождения образца, Сахни указывает также на то обстоятельство, что отсутствие сосудов, создавая сходство из двудольных растений только с некоторыми магнолиями, в то же время дает возможность заподозрить возможность хвойной природы древесины, так как некоторые из хвойных во вторичной древесине иногда дают весьма обманчивую картину, здесь еще увеличиваемую фактом отсутствия настоящих сосудов.

Если бы факт действительно покрытосеменной природы *Homoxylon* оказался действительным, мы бы имели еще один случай присутствия этой группы уже в юрских отложениях, чего до сих пор никак не было констатировано, так как гипотетические предки покрытосеменных (или может быть их коллатеральная ветвь?) — кейтонины еще ни в какой мере не могут быть признаны за покрытосеменные растения. Здесь уместно вспомнить факт, несколько лет назад опубликованный американским палеоботаником А. К. Ноэ: нахождение в каменноугольных отложениях древесины, которая тоже явно соответствовала всем признакам древесины двудольных, факт совершенно малопонятный с точки зрения современных представлений. Несомненно, для выяснения происхождения и истории развития покрытосеменных растений, этой „ужасной тайны“ природы, как говорил Ч. Дарвин, требуется еще долгая работа и много новых друг друга подкрепляющих фактов, так как первые отпечатки несомненных листьев этой группы мы встречаем только в отложениях эпохи нижнего мела.

А. Криштофович.

Рост насекомых. Благодаря большому значению насекомых в хозяйстве человека рост их привлекал и привлекает значительное число исследователей.

Диар, основываясь на своих измерениях, высказал мысль, что насекомые растут, увеличиваясь в геометрической прогрессии.

Пржибрам в сводке, посвященной росту идет дальше. Принимая геометрическую прогрессию роста насекомых, Пржибрам связывает удвоение объема насекомого с линьками. На ряде насекомых Пржибрам показывает, что вес насекомого увеличивается от линьки к линьке вдвое, а если мы при этом делаем линейные измерения, то линейные размеры увеличиваются в то же время в 1.26 раза. Т. е. при возрастании веса (вернее объема) вдвое, линейные размеры должны увеличиваться соответственно $\sqrt[3]{2} = 1.26$, что и подтверждается на ряде форм. Пржибрам высказывает предположение, что удвоение объема и связанная с ним линька зависят в свою очередь от однократного деления всех или большинства клеток во время линьки. Это деление должно объяснить таким образом и геометрическую прогрессию роста и наступление линьки. Пржибрам принимает, что деление клеток от линьки к линьке в некоторых случаях может быть 2-и более кратным, т. е. делению связанному с линькой может предшествовать еще одно или более делений.

Теория Пржибрама нашла себе яркого защитника в лице Боденгеймера. Последний в своей сводке по росту насекомых, желая поддержать теорию Пржибрама, выдвигает ряд добавочных предположений, чтобы объяснить затруднительные случаи.

Дело в том, что весьма часто увеличение от стадии к стадии для форм, которые взвешивались, было больше двойного. При линейных измерениях это увеличение превышало величину 1.26.

Величины 2 и 1.26 называют квоциентами Пржибрама. Получаются они очень просто: путем деления веса или линейных размеров, полученных для данной стадии на ту же величину для предыдущей стадии. При геометрической прогрессии роста от стадии к стадии эти *Progressionsquotienten* должны оставаться постоянными.

Боденгеймер, для того, чтобы объяснить случаи более чем двойного увеличения от стадии к стадии, широко принимает существование так наз. „латентных“ клеточных делений. Это добавочные клеточные деления, которые по Боденгеймеру могут иметь место на разных стадиях, даже у одной и той же формы. Там, где при линейных измерениях мы имеем квоциент не 1.26, а выше, там Боденгеймер принимает двукратное деление клеток. При этом должен получиться квоциент 1.59 (1.26²), что в некоторых случаях приводимых указанным автором весьма хорошо осуществляется в практических примерах. Однако, сплошь да рядом линейные квоциенты выше, чем 1.26, но ниже чем 1.59, притом в нескольких последовательных стадиях. Здесь Боденгеймер сложным образом складывает квоциенты, полученные для всех стадий и, деля их на 1.26, выводит общее количество имевших место клеточных делений, которое, таким образом, оказывается выше числа

¹ B. Sahni. *Homoxylon rajmahalense*, gen. et sp. nov., a fossil angiospermous wood, devoid of vessels, from the Rajmahal Hills, Behar. Mem. Geol. Survey of India. Paleontologia Indica. New series, Vol. XX, memoir № 2, 1932.

линок. В этом случае связать клеточные деления с линьками уже затруднительно. Боденгеймеру пришлось также столкнуться с фактом, что квотиенты Пржибрама, полученные для линейных измерений, различны для разных промеров на одном и том же насекомом. В этом случае Боденгеймер принужден принять разное количество клеточных делений для разных органов и даже для длины и ширины одного органа. И в этом случае связать с линькой эти различия в числе клеточных делений трудно, поскольку линяет насекомое сразу, а не по отдельным органам.

Автор изучал рост восьми видов различных прямокрылых, главным образом саранчевых, применяя линейные измерения многих органов и частью взвешивания. Для трех из этих видов получены квотиенты, очень близкие к требуемым теорией Пржибрама. Средний квотиент для черного таракана (*Blatta orientalis* L.) — 1.24. Он выведен на основании измерения восьми различных органов во всех семи последовательных стадиях (включая взрослую). Аналогичный средний квотиент для *Acridium bipunctatum* — 1.25 и для *A. subulatum* — 1.24. Т. е. для этих трех форм мы имеем классический случай, с которым имел дело Пржибрама.

Однако, для большинства исследованных автором саранчевых, квотиенты для линейных измерений стоят безусловно выше величины 1.26 и ниже 1.59. Например, для мароккской кобылки (*Docostaurus maroccanus* Thnb.) в последовательных стадиях они в среднем таковы: 1.43; 1.40; 1.47; 1.37; 1.17 (1.37). Средний квотиент 1.37. Такой же средний квотиент для всех измеренных органов и стадий *Chorthippus albomarginatus* DG. — 1.34, для саранчи (*Locusta migratoria* L.) — 1.44. При этом существует то, что мы не можем вместе с Боденгеймером принять где-то, в определенной стадии, одно или два лишних клеточных деления. Для всех видов, имевших квотиенты выше 1.26, автор получил цифры, подобные приведенным для мароккской кобылки. Т. е. имело место равномерное превышение для всех стадий, исключая лишь последнюю, где рост всегда падал. Очень сходные цифры получил и Тессе для водяного клопа — *Notonecta*, получали и другие авторы. При этом для саранчевых обычно автор наблюдал довольно значительные различия в росте для таких признаков, как с одной стороны ширина головы, ширина переднеспинки и т. п., а с другой стороны длина антенн, длина частей ноги и т. д. Боденгеймер в этих случаях принимал разное число клеточных делений для разных органов.

В этом случае возникает вопрос об одинаковой или разной скорости роста частей тела внутри одного организма, т. е. вопрос о пропорциональном или диспропорциональном росте. Вопрос этот можно было бы удовлетворительно решить, взвешивая отдельные органы в последовательных стадиях одного насекомого. Кроме того, чтобы быть уверенным, что повышенные линейные квотиенты, полученные автором для большинства форм, действительно соответствуют более, чем двойному увеличению объема насекомого от стадии к стадии, — надо было также проверить результаты путем взвешиваний.

Были произведены взвешивания различных частей тела (8) самцов мароккской кобылки. Для этого использован материал, собранный в короткое

время и в ограниченном пространстве и заспиртованный. Материал оказался весьма однородным и легко делимым на стадии. Часть его пошла на линейные измерения, часть на взвешивания. Для взвешиваний взято по 25 экз. каждой стадии. Под лупой на каждом экземпляре отделались части тела, которые потом взвешивались группами, чтобы можно было получить возможно более точный вес каждого органа. Предварительно весь материал вымокал в смеси глицерина с водой, из него выкачивался воздух и т. п.; перед взвешиванием с каждого органа надо было вытереть приставшие капельки смеси; словом, приняты были все меры, чтобы максимально повысить точность измерений. До сих пор другие авторы применяли лишь взвешивания целого насекомого.

Наши данные по мароккской кобылке дали возможность с ясностью установить, что каких-либо заметных различий в скорости роста двух указанных выше групп органов нет. Очевидно, мы имеем повышенный рост в длину для длинных органов саранчевых, в то время, как голова, переднегрудь растут более или менее равномерно во всех направлениях. Однако, в то же время мы не имеем никаких оснований предполагать разницу в числе клеточных делений для этих органов, хотя бы на одно деление. Т. е., рост частей в пределах одного организма насекомого оказывается в данном случае в целом пропорциональным. Вот, для примера, квотиенты для веса некоторых органов мароккской кобылки для последовательных стадий:

Голова . . .	2.42	2.21	2.53	2.14	1.35	(2.13)
Голень ноги						
3-й пары . .	2.69	2.64	2.51	2.28	1.49	(2.32)

Мы видим, что различия для длинного и „короткого“ органа совершенно не существенны. Надо вспомнить, что при наличии хотя бы одного лишнего клеточного деления (как это принимает Боденгеймер) мы уже имели бы для данного органа вдвое больший вес, поскольку рост в целом идет по типу геометрической прогрессии, т. е. имели бы где-то квотиент около 4. К тому же для такого длинного органа, как антенны, например, при высоких линейных квотиентах, получены объемные (вернее весовые) квотиенты еще ниже, чем для головы.

Взвешивания мароккской кобылки целиком подтвердили и возможность по повышенным линейным квотиентам судить о более чем двойном увеличении объема (веса) от стадии к стадии у большинства наших видов. „Нормальный“ квотиент Пржибрама для весовых измерений — 2. Для мароккской кобылки он, как правило, оказался выше 2. Средний общий квотиент 2.28. Он указывает на более чем двойное увеличение от стадии к стадии. С другой стороны квотиент значительно ниже 4, чтобы принять двукратное деление клеток от стадии к стадии.

Стремление связать удвоение (или учетверение и т. д.) насекомого с соответствующим, более или менее одновременным делением клеток и линькой нашло здоровую критику, в частности в новой сводке Тессе. Сейчас накопилось достаточно данных о возможности экспериментально изменить число линек. Известны случаи роста без нормальных линек и случаи линек без сколько-нибудь значительного роста. Энтомологам

хорошо известны факты разного числа линек в разных широтах и в разные годы у одной и той же формы. В то же время и окончательные размеры насекомого не отличаются вдвое, как это доложено было бы быть, при наличии даже одного лишнего клеточного деления.

Работая над прямокрыльями, автору удалось показать закономерную (прямоую пропорциональную) зависимость между скоростью роста и кво-тиентами Пржибрама для изученных восьми видов. Весьма вероятно, что, чем выше скорость роста, тем больше успевает растянуться хитин дрежде, чем он затвердеет так, что будет препятствовать дальнейшему росту. Т.е. автор допускает, что линька в значительной степени обуславливается степенью накопления и затвердения слоя хитина, как экскретируемого вещества.

Повидимому, взгляды Пржибрама-Боденгеймера слишком упрощают картину. Повидимому, удвоение тела, клеточные деления и линьки не связаны между собой так тесно, как это представляют себе указанные авторы. На это указывают и данные, полученные автором настоящей статьи и другими лицами. Полностью вскрыть картину роста насекомых может только детальное гистологическое изучение. Мы имеем в теле насекомого весьма различные гистологические элементы. Известно, что у членистоногих возможен клеточный рост без делений, равно как и деления клеток с сохранением постоянных размеров. Кроме того, не все гистологические элементы обладают самостоятельным ростом.

Для некоторых форм простая и тем привлекательная схема Пржибрама чрезвычайно хорошо подтверждается. Безусловно, теория Пржибрама ценна, но надо помнить, что сейчас уже ясно, что в своем чистом виде она приложима лишь к немногим формам. Для большинства форм, очевидно, надо искать новые закономерности в дополнении к выдвинутому Диаром и Пржибрамом. Сведение всех случаев к теории Пржибрама, без соответствующих гистологических данных ведет к излишним спекуляциям и механическому схематизму.

С другой стороны, во всех исследованиях безусловно подтверждается общий экспоненциальный характер роста насекомых (Шмальгаузен). Независимо от связи с линьками, в целом мы имеем геометрическую прогрессию роста. В этом отношении Тесье прав, выдвигая закономерность, подмененную Диаром, как особенно обобщающую в области роста насекомых. В этом отношении насекомые растут принципиально отлично от позвоночных. У позвоночных мы имеем рост, скорость которого быстро падает с возрастом (параболический рост — Шмальгаузен), тогда как у насекомых увеличение идет с более или менее постоянной процентуальной скоростью. Кривые скорости роста тех и других значительно отличаются по своему расположению, хотя Тесье непростительно смешивает рост насекомых и позвоночных, считая тот и другой очень сходным.

Однако, скорость роста насекомых не совсем постоянна. Боденгеймер в своей последней сводке отмечает, что, если формы с невысокой интенсивностью роста обладают большим постоянством роста, то при высокой интенсивности роста мы наблюдаем значительное падение скорости роста с возрастом. Мои взвешивания мароккской

кобылки показали, что и для форм с невысокой интенсивностью роста (прямокрылые обладают сравнительно не высокой интенсивностью роста) мы имеем некоторое падение роста с возрастом, но при прежних взвешиваниях целого насекомого оно оставалось не замеченным. Очевидно, рост крыльев, половых органов и жирового тела, имеющий место в конце развития, затусшевывал картину этого падения. Взвешивания дали некоторые падения для всех органов, но не дали его для брюшка с задними отделами груди. Последние части настолько тяжелее всех остальных отделов (лапки, антенны, голова), что при взвешивании целого насекомого характер их роста доминирует и скрывает характер роста остальных частей. Указанное падение невелико и имеет теоретический интерес. Дело в том, что постэмбриональный рост насекомого должен быть связан хотя бы с очень слабой дифференцировкой, а дифференцировка влечет падение роста (Шмальгаузен). Однако, практически рост насекомых в общем идет по типу геометрической прогрессии, он гораздо примитивнее роста позвоночных и общая кривая роста тех и других не должна быть смешиваема.

На линейных измерениях падение роста подметить труднее, оно слишком невелико. Только при переходе в последний возраст (взрослое насекомое) рост как правило, значительно падает.

Данные автора по восьми изученным видам прямокрылых показывают, что рост отдельных органов пропорционален, отдельные органы (если не считать своеобразно растущих крыльев) едва ли имеют свои специфические скорости роста. Эти данные, добытые на линейных измерениях, подтверждены и взвешиваниями мароккской кобылки. Однако, здесь опять-таки нужны некоторые поправки. Дело в том, что с возрастом начинают появляться вторичные половые признаки. Половой диморфизм несколько нарушает пропорциональность роста отдельных органов. В нескольких работах по прямокрылым автор показал, что наблюдается чрезвычайное сходство во внешнем характере развития вторичных половых признаков насекомых с позвоночными. У изученных автором двух видов *Chorthippus* и у черного таракана, первые стадии отличимы в отношении пола только по наружным половым органам (последние сегменты брюшка), в последующих стадиях вариационно-статистическое исследование улавливает некоторые, сначала сомнительные, затем ясные, различия в отдельных органах. И только с последней линькой, при переходе во взрослое состояние, половой диморфизм сразу бурно развивается. При этом развитие полового диморфизма идет в счет задержки роста (торможение) одних органов и повышения интенсивности роста (стимуляция) других органов.

Подобные нарушения пропорциональности роста характерны, главным образом, для конца развития и мало нарушают общую картину пропорционального роста.

Изучение роста насекомых имеет не только теоретический но и практический интерес. Как это видно из работы Плотникова, сделанной в Ташкентской СТАЗРА, общий характер роста насекомых безусловно может быть связан с площадью их расселения и повреждениями (наблюдения над кулигами мароккской кобылки).

Плотников на основании кривой роста вырабатывает оперативный календарь борьбы с вредителем (существенные поправки к этой работе дают Любичев и Бей-Биенко).

Г. И. Шпет.

Литература

Bodenheimer, F. I. Über Regelmässigkeiten in dem Wachstum von Insekten. I. Das Längenwachstum. Deutsche Entom. Zeit. 1927, 33. — Bodenheimer, F. S. II. Das Gewichtswachstum. Arch. f. Entw.-Mech. 126, 1932. — Любичев, А. и Бей-Биенко, Г. Реферат работы Плотникова (см. ниже). Защита растений, 1932. — Плотников, В. И. Рост площади кулиг марок. кобылки и темпы борьбы с ней. Изд. Ср. Аз. Ст. Защ. Раст. 1931. — Przigam, H. Form und Formel im Tierreich. 1922. — Шмальгаузен, И. И. Серия работ в „Збірниках праць Біологічн. Інституту“. Изд. Укр. Акад. Наук в Киеве. Тт. 1—6. 1925, 1933. — Schmalhausen, I. I. Arch. f. Entw.-Mech. 1927—1933. — Spett, G. I. Archiv f. Entw.-Mech. 123—124. — Шпет, Г. И. Ряд работ в „Збірниках праць Біологічн. Інст.“ Изд. Укр. Акад. Наук в Киеве. Тт. 5—6. 1932—1933. — Teissier, G. Croissance de insectes. Travaux de la Station Biologique de Roseoff, 9, 1931.

Бобр на Украине. Бобр, когда-то широко распространенный в бассейне Днепра, встречавшийся еще в тридцатых годах прошлого столетия изредка даже около Херсона, до наших дней сохранился на Украине только местами по притокам Припяти: Уборти, Брагинке (фиг. 1) (Уше, на картах „Уж“), на притоке последней Грезле, (фиг. 2) по Тетереву с притоком Иршей, и впадающей в нее Визней (фиг. 3). На левом берегу Днепра бобр еще встречается в Черниговской области на Кривой речке, между селами Недачина и Губичи, на притоках Десны — Гнилуше и Семче в 10 км вниз по Десне от Остра и вблизи села Нижняя Дубечня в 40 км от устья Десны



Фиг. 1. Р. Брагинка, приток Припяти. Бобровый домик.

и вблизи с. Новоселки недалеко от устья. Интересно отметить, что о присутствии бобра на Десне до последнего времени были лишь весьма скудные сведения, основанные на источниках XVIII столетия и первой половины XIX (Кеппен).

В последнее время в печати появились сведения об исчезновении бобра в долине Десны (Милютин), однако, эти данные не верны: интересный нас вверх одиночными экземплярами и маленькими группами сохранился в упомянутых выше местах. На Десне, вблизи Нижней



Фиг. 2. Р. Грезля. Верхняя часть бобрового домика. На вершине домика среди сучьев заметна гадюка (*Coluber berus* L.).

Дубечни 22 апреля 1933 г. браконьер убил взрослую самку бобра. Киевский Областной союз охотников подарил этого бобра Зоологическому музею Всеукраинской Академии Наук (фиг. 4).

Общее количество бобров по весьма приблизительным подсчетам определяется от 80 (Милютин) до 150—200 экземпляров (Шарлемань). Наиболее правильно будет считать, что на территории УССР живет около 100 бобров (Граве). Таким образом, Украина, среди всех республик СССР имеет наименьшее поголовье бобра. По данным 1932 г. (Граве) в РСФСР, в бассейне Оби живет около 300 бобров, в Воронежском бобровом заповеднике тоже около 300 и в Западной области, в верховьях Сожа штук 20. В Белоруссии, главным образом в Государственном заповеднике, насчитывают до 170 бобров. Общее количество бобров в СССР достигает 890—900 штук. Таким образом наш Союз обладает сравнительно большим количеством бобров. В Западной Европе, за исключением Норвегии, количество бобров уступает нашему. Так в Польше, в 1929 г. насчитывали 235 бобров, в Германии в двух колониях по Эльбе в 1929 г. было 263 бобра, во Франции, в единственной колонии в южной части Роны в 1931 г. было 120 штук. Только в Норвегии, благодаря усиленной защите, бобр, почти истребленный в конце прошлого столетия, с 1899 г. размножился до 10—12 000. (Неск).

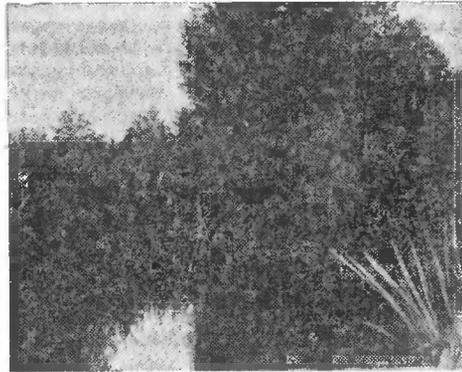
Исчезновение бобра по мнению большинства авторов вызвано преследованием со стороны человека. Вследствие усиленной охоты падение промысла началось еще в древности. Так, еще в XI в. в „Русской Правде“ определялась целая система наказаний за браконьерскую охоту на бобра, за разрушение бобровых колоний и пр. В XV—XVI ст. охране бобров уделяли особое внимание. Закон запрещал причинять вред бобрам во время рубки деревьев, выкашивания травы. Жестоко карали доправками (штрафами) и кнутом нарушителей закона об охране бобров в XVII ст. (Шарлемань в 1921). Так как все эти

мероприятия охраняли больше частную собственность на бобра и на охотничьи угодья князей и монастырей нежели самого бобра, то в конечном итоге они не приостановили быстрого исчезновения ценного зверя. В России бобр потерял промысловое значение еще в 30—40-х гг. прош. столетия. Только после Октябрьской революции в некоторых местах нашего Союза (Воронежский и Белорусский заповедники) количество бобров благодаря принятым мерам начало возрастать.

В деле уменьшения количества бобров значение имеет и то обстоятельство, что в большинстве мест обитания бобры живут разрозненными маленькими колониями, а нередко и одиночными экземплярами. На Украине такие одиночные бобры живут годами, не находя себе пары. Сильно вредят названным животным и весенние половодья. Высокие быстрые воды выносят бобров из тихих лесных речек на широкий простор больших рек. Тут бобры теряют присущую им осторожность, быстро попадают в сети рыбаков, под выстрелы и дубины браконьеров. Следует отметить, что истребление бобров весьма развито в Германии. Так, на Эльбе с 1925 по 1932 г. по сведениям станции по изучению бобра, в Ангальте погибло от различных причин 27 бобров (Hinze).

Местами причиной исчезновения бобров является истребление по берегам водоемов кормовых растений бобра: ивы, осокоря, тополя, осины. Иногда случается наблюдать, что бобры, не имея запасов собственной им пищи, переходят на твердые породы: дуб, вяз и пр. Не имея выбора, бобры подгрызают в таких случаях деревья до 90 см и даже толще (Шарлемань, Федюшин). В Германии в последнее время найдена еще одна причина вымирания бобра — распространение среди них туберкулеза рогатого скота. Доктор Гинце, руководитель Станции по изучению бобра, с 1925 по 1931 г. исследовал 14 трупов бобров. В девяти случаях он нашел легкие и печень пораженные белыми пузырьками и узелками — характерный признак туберкулеза. Свежий труп одного из бобров дал возможность произвести в Институте гигиены в Дессау микроскопическое исследование, культивирование выделенных микробов и заражение ими животных. Эти комплексные исследования с несомненностью доказали, что легкие бобра были поражены туберкулезом рогатого скота (*Bac. tuberculosis typ. bovinus*). Туберкулезом бобр заражается, поедая по берегам водоемов растения с остатками слюны и экскрементов больного туберкулезом скота (Hinze). Интересно отметить, что повидимому, косвенно от рогатого скота и др. домашних животных бобр получил отчасти и эндопаразитов. По литературным данным в бобре находили двуустку (*Fasciola hepatica*). В экземпляре с Десны, поступившем в 1933 г. в Зоологический музей ВУАН, найдено значительное количество трематод, близких к *Paramphistomum cervi*, свойственных крупному рогатому скоту (определение С. М. Крашенинникова). Значительный вред бобрам причиняют волки и собаки. Они загрызают бобров, отошедших от воды, чаще всего во время переселения из одного водоема в другой (Шарлемань). Таким образом утверждения некоторых авторов (Граве, Bailey) о том, что у бобров мало врагов и болезней, не подтверждается наблюдениями последнего времени.

Бобр — весьма ценный пушной и мясной зверь. Еще в начале второй половины XIX ст. шкуры речного бобра преимущественно из северной Америки продавались на Европейских рынках сотнями тысяч штук. В одном только 1871 г. было продано 229 322 шкуры. В это число не вошли бобры, использованные на внутреннем рынке, а также вывезенные из России в Китай. Вскоре количество бобров на меховом рынке начало быстро падать, и в 1891 г. Америка поставила только 11 693 шкуры. Уменьшение бобра в Америке было вызвано непомерно интенсивным промыслом. По данным Сетон Томпсона ежегодная добыча бобра в Америке с 1860 по 1870 г. доходила до 500 000 штук. Столько же бобров погибало ежегодно и от других причин. Ежегодная убыль в миллион штук не могла не вызвать быстрого падения промысла. Уничтожение бобра причинило большой вред народному хозяйству; поэтому в Америке срочно были приняты меры к разведению исчезающего грызуна, и в результате Америка вновь начала поставлять на мировой рынок большое количество дорогого бобрового меха. За пять лет с 1921 по 1926 г. одна только Канада продала 840 200 бобровых шкур на 14 562 256 долларов. САСШ за первое полугодие 1929 г. экспортировали 43 352 шкуры на сумму 1 233 561 доллар. Эти цифры красноречиво свидетельствуют о том, какое ценное животное может быть утеряно для нашего промысла. Кроме меха, используется и бобровое мясо. В средние века Западная Европа широко потребляла бобровое мясо. В Америке это мясо и в наше время находит широкого потребителя. Мясо бобра, убитого браконьером на Десне, использованное некоторыми сотрудниками Зоологического музея, оказалось по качеству прекрасным — вкуснее мяса зайца-русака. Вес взрослого животного достигает 40 кг, чаще всего колеблется от 15 до 30 кг. Самка, доставленная



Фиг. 3. Пруд Рудня Городищенская и р. Визней. Место обитания бобра.

в Зоологический музей ВУАН, весила 14 кг. Эти качества бобра заставляют нас признать его не только весьма ценным меховым, но и мясным зверем. Бобра мы должны не только сохранить, но и восстановить его количество, заселив им малопродуктивные в хозяйственном отношении



Фиг. 4. Бобр, самка, убитая на р. Десне, около с. Нижняя Дубечня 22 апр. 1933 г.

речки и озера Полесья. В РСФСР и БССР сохранение бобра обеспечено в заповедниках. Охотничий закон защищает бобра там, где нет заповедников. Мало населенные места по Сосве и Конде, притокам Оби, мало тронутые культурой леса по Березине в государственном заповеднике Белоруссии представляют весьма удобные условия для естественного размножения бобра. На Украине таких условий бобр почти лишен. С каждым годом увеличиваются темпы хозяйственного использования коренных мест обитания бобра. Запасы кормовых деревьев: ивы, осокоря, осины по берегам водоемов истощаются. Местами бобр голодает, из-за отсутствия уломанных выше деревьев, он питается лишь тонкими ивовыми прутьями. Такая пища может удовлетворить животное только в летнюю пору. Осенью, заготовляя запасы пищи на зиму, бобр должен свалить в воду целые деревья. Где нет деревьев мягких пород, там бобр сваливает в воду толстые деревья дубы, березы и даже сосны.

На Украине почти все места, где сохранились бобры, объявлены заказниками. Бобровых заповедников на Украине нет. В большинстве заказников почти отсутствует охрана; бобры живут в них либо группами по 2—3, либо одиночными экземплярами. Вследствие таких условий, у нас мало надежды на размножение бобров. Нам нужен бобровый заповедник, вернее, — свободноживущая колония бобров, либо большой комплексный заповедник, в котором были бы бобры. Для заповедника наиболее пригодное место обитания бобра по рр. Уборти, Тетереву, вниз от Радомысла, на р. Брагинке, Кривой Речке вблизи с. Неданчичи (Шарлемань, Милютин). Путем посадки из других мест мы должны организовать в будущем заповеднике бобровое поголовье в 20—30 штук; в бобровом заповеднике провести ряд мелиоративных работ, чтобы создать удобные для размножения и сохранения места. Необходимо будет путем посадки ивы, осокоря и осины по берегам водоемов обеспечить бобров

пищей, для помощи бобрам во время весеннего половодья устроить так называемые спасательные холмы (Rettungshügel). Холмы (немцы их насыпают из песка) должны при наивысшем уровне возвышаться над водою. В Германии в половодье бобры собираются на спасательные холмы целыми обществами. В Германии для бобров кроме того устраивают и искусственные жилища по типу известных „хаток“. Хатки строятся так, чтобы их не заливали внешние воды. В будущем заповеднике и в существующих заказниках охрану бобров нужно поставить на должную высоту. Необходимо увеличить наказания за убийство бобра, запретить в местах обитания бобра рыбную ловлю, выкашивание травы, выпас скота, все виды лесопользования. Необходимо в местах обитания бобра развить широкую просветительную работу среди местного населения, так как часто на бобра в связи с мероприятиями по его охране, смотрят, как на неприятную обузу и стараются поскорее от нее избавиться, отпугивают бобров, окружают деревья, подрываемые бобром колючею проволокою и т. д.

Заповедник даст племенной материал для дальнейшей репродукции в зоофермах. В Германии 1928 г. был поставлен опыт разведения канадского бобра. С этой целью на участок в 40 моргов, из которых 25 моргов занимало озеро, было выпущено 35 бобров. Чтобы увеличить запасы пищи — посадили тополь. Зооферму огородили металлической сеткой в 1.25 м вышиною. Бобры быстро привыкли к новым условиям и начали быстро размножаться. К июлю 1931 г. их количество достигло 60 штук. В Германии в последние годы развернули широкую агитацию за создание второй колонии европейского бобра, так как колония на Эльбе не вполне обеспечивает сохранение и размножение названного животного.

Мы имеем все условия для того, чтобы организовать бобровую ферму, вначале небольшую опытную, потом промышленную. В сравнительно короткое время мы можем размножить наших бобров; в этом нас убеждает успех Норвегии, Америки, предварительный опыт в Германии. Использование бобрового меха и мяса в системе поднятия развития естественных производительных сил Союза должно занять соответствующее место. Выполняя директивы Коммунистической партии и правительства о повышении производительных сил, мы должны на ряду с иными мероприятиями по реконструкции природы, поставить вопрос о восстановлении бобра. Нужна только упорная работа — тщательное изучение бобра в естественных условиях. Нужна также большевистская настойчивость в разрешении поставленной задачи. Помня о наставлениях Маркса и Энгельса о том, что недостаточно только дать объяснение явлению (в данном случае объяснению причин исчезновения бобра), необходимо, планомерно воздействуя на природу, изменить ее так, чтобы она служила нашим целям.

От „созерцательного“ изучения нам необходимо перейти к активному воздействию строителя социализма, реконструкторов природы.

Литература

Heck L. Den letzten deutschen Bibern eine zweite Freistadt. Naturforscher, 1932, № 7. — Hinze. Schutz dem Biber! Naturschutz 1932,

№ 5. — Граве. Речной бобр в пределах СССР и его хозяйственное значение. Труды по лесному опытному делу, 1931, в. XV. — Кеппен. О прежнем и нынешнем распространении бобра в пределах России. Журн. Мин. Нар. Просв. 1902. — Luchs F. Die erste Freilandbiberfarm in Deutschland, Naturschutz, 1931, № 3. — Милютин. Про сучасне поширення річного бобра на Україні, Укр. Мисливець та Рибалка, 1932, № 1—2. — Федюшин. О современном распространении бобра в Белоруссии и нек. данные к его биологии. Бюл. Моск. О-ва Исп. Пр., 1926. — Шарлемань. Бобр (очерк его прежнего и современного распространения. Бюл. Хар. О-ва Люб. Пр. 1914. № 2. — Шарлемань. Нарис сучасного поширення бобра на Україні. Бюл. Укр. Ком. Продук. Сил, ВУАН, 1929, № 3. — Charlemagne. Die gegenwärtige Verbreitung des Bibers in der Ukraine. Тр. Прир. Техн. Відд. ВУАН, 1931, № 5. Зоологический Музей Всеукр. Академии Наук.

К вопросу о значении окуня в рыбном хозяйстве Украины. Вопрос о значении хищника в естественном отборе интересен не только для экологов-теоретиков, но и для практиков-хозяйственников. В классическом примере взаимоотношений между волками и их жертвами, приведенном Дарвином, победителями в борьбе за существование выходят не только наиболее быстроногие волки, но и, как это отметили некоторые авторы, наиболее быстроногие олени. Мы теперь имеем многочисленные наблюдения, подтверждающие теоретические выводы о выдающемся значении хищников в естественном отборе. Истребление пумы в национальном парке САСШ „Большой Каньон“ привело олене стадо парка к „бедственным“ результатам (Природа, 1933, № 3—4, стр. 142). Плановое истребление хищников в САСШ и в некоторых странах Западной Европы не раз вызывало вредные, с хозяйственной точки зрения, результаты: массовое размножение грызунов (Фридерикс), вырождение дичи (Фридерикс).¹ Hinton.²

Истребление хищных птиц в Норвегии способствовало вымиранию белых куропаток, вследствие эпизоотии, вызванной паразитом *Eimeria avium* (Бринкман, Бутурлин). В современной экологической литературе таких примеров можно найти множество (Чепмен, Кашкаров и др.). В нашей литературе вопрос о значении речного окуня (*Perca fluviatilis*) разрешается односторонне — почти все авторы считают окуня большим вредителем. Этот взгляд на окуня можно найти не только в „Рыбах России“ Сабанеева, но и в недавно вышедшей книге проф. Солдатова и др.

Теперь некоторые авторы делят окуня на три расы: на травяного окуня (Krautbarsch), гулевого (Jagebarsch) и ямного (Tiefenbarsch). Только первые две группы питаются преимуще-

ственно рыбой, травяной окунь ест мелких беспозвоночных (Елеонский, Demoll und Maier, Järfefelt). Недавно предложено деление окуня на две расы, отличающиеся окраской и некоторыми пластическими признаками, зависящими от типа озер (Покровский).¹ Повидимому, эти отличия вызваны условиями питания (Степанова). К водоемам среднего течения Днепра вряд ли применимо приведенное деление окуня, основанное на изучении озерной рыбы. Глубина ям у нас редко превышает в межень 12—14 м. В ямах и под корчами у нас живут преимущественно старые самки. Ямы они покидают на короткое время, перед рассветом и заходом солнца, выходя на охоту на косы под уступы дна. В прибрежной растительности и на большой глубине на чистом дне живет преимущественно мелкий и средний окунь до 3—4 лет. Окуни, живущие в реке на песчаных перекатах Днепра, окрашены заметно светлее окуней, живущих среди прибрежной растительности и в ямах.

Чтобы проверить данные о значении окуня в рыбном хозяйстве, я проанализировал содержимое желудка 422 окуней (из них только свыше 200 желудков содержали пищу) 2—7-летнего возраста, собранных весной, летом и осенью 1931 г. в Днепре, в окрестностях Киева (Заповедник „Конча-Заспа“, Староселье.)

Анализ суммарно дал следующие результаты:

Моллюски, главным образом лужанка (<i>Vivipura viviparaduboisiana</i>) были найдены в	37.2%	желудков.
Рыба	33.8%	„
Насекомые	21.6%	„
Черви	1.61%	„
Ремнец (<i>Ligula intestinalis</i>) в качестве пищи	1.1%	0
Рак тонкопальй (<i>Astacus leptodactylus</i>)	1.1%	0
Водяной ослик (<i>Asellus aquaticus</i>)	1.1%	0
Остатки растений	1.1%	0
Песок, неопределенная масса	1.4%	0

Среди рыбы, поедаемой окунем в районе Киева, определены такие виды: окунь, бобырь (*Acerina acerina*), шиповка (*Cobitis taenia*) уклея (*Alburnus alburnus*), плотва, пескарь.

В процентном отношении среди рыб, поедаемых окунем, на первом месте стоят мелкие окуни и уклея. Одни только эти данные показывают, что вопрос о вредности окуня не может быть разрешен утвердительно, так как процент рыбы в пище окуня относительно не велик, видовой состав рыбы, входящей в пищу, состоит преимущественно из малоценной „сорной“, по терминологии хозяйственников, рыбы. В пище окуня летом преобладают моллюски. Крупных лужанок окунь глотает целиком. В некоторых желудках было найдено по 4 крупных экземпляра лужанок. Моллюски скоро перевариваются и в желудках остаются только крышечки. Кроме названного вида найдены в небольшом количестве лунка *Neritina fluviatilis*, *Lithoglyphus naticoides*, *Bythinia tentaculata*. Дальнейшая судьба крышечек лунки не выяснена. В некоторых желудках

¹ Фридерикс, К. Экологические основы прикладной зоологии и энтомологии. 1932, стр. 249, 263.

² Hinton, M. A. C. Biological principles in the control of destructive animals. Proc. Linnean Soc. London. 1931—1932, part. IV.

¹ Покровский, В. Тр. Ленингр. О-ва Естеств., LX, в. 1, 1930, стр. 81—86.

было обнаружено до 12 крышечек. Диаметр наибольших крышечек достигал 17 мм. Лужанку в наших местах, кроме окуня, поедает в незначительном количестве усач (*Barbus barbuis*) и судак (*Lucioperca lucioperca*). Использование рыбыю одного из наиболее многочисленных в наших водах моллюска, бесполезного с хозяйственной точки зрения, включает его в число объектов, косвенно используемых человеком.

Лично, собирая материал (окуня ловил на дорожку и нахлыстом), я наблюдал, что окунь часто ловит на поверхности воды уклек. Во время такой ловли он характерно „чмокает“. Этот характерный звук можно слышать довольно далеко. В августе окунь особенно охотно преследует уклек, зараженных ремнецом (*Ligula intestinalis*), плавающих кругами на поверхности. Эту черту питания окуня использовали конструкторы блесен. Некоторые новые типы блесен не только имитируют своим движением лигулозную рыбу, но имитируют и самого паразита; у таких блесен снизу находится полоска белой замши, напоминающая висящего из боковой рыбы ремнеца. Такова, напр., окуневая блесна № 2546 по каталогу Шторка — *Sink- und Tauchköder*.

Анализ содержимого желудков показывает, что попавший вместе с рыбой ремнец переваривается в желудке окуня. Об этом свидетельствуют полупереваренные остатки лигулы, найденные в двух желудках. Известно, что для завершения цикла развития ремнецы должны попасть в желудок птицы. Очевидно, экологические условия в пищеварительном аппарате окуня неблагоприятны для развития ремнеца. Сам окунь редко заражается ремнецом. На 422 исследованных окуня только один оказался пораженным ремнецом. Несомненно, и пораженную другими паразитами и болезнями рыбу окунь ловит чаще здоровой. Об этом свидетельствуют аналогичные наблюдения над истреблением хищниками дичи (Фридерикс).

В случае, если мои предварительные наблюдения относительно истребления окунем лигулозной рыбы подтвердятся, то в этом истреблении мы должны видеть весьма положительную роль окуня в речном рыбном хозяйстве, так как лигулоз во многих местах существенно вредит нашей рыбной промышленности (Догель). В литературе можно найти немало свидетельств о больших эпизоотиях, вызванных ремнецом. Такие эпизоотии отмечены и для Днепра.

Пища окуня зависит от географических условий. Нельзя, напр., сравнить пищу этой рыбы из Енисея или из озер Финляндии с пищей из Днепра. Даже на небольших площадях пища зависит от биотопа. Точно также пища изменяется по временам года. Зимой окунь ест почти исключительно рыбу; весной, по литературным данным, он нередко истребляет рыбу икру. Состав пищи зависит также и от возраста. В желудках 2—3-х летних окуней я находил червей, насекомых, рыбу. В старших возрастных группах преобладала рыба и моллюски, изредка попадались раки. Наиболее крупные экземпляры лужанок я находил в окунях 5—7-летнего возраста.

Конечно, из приведенных выше наблюдений нельзя сделать вывода о „полезности“ окуня

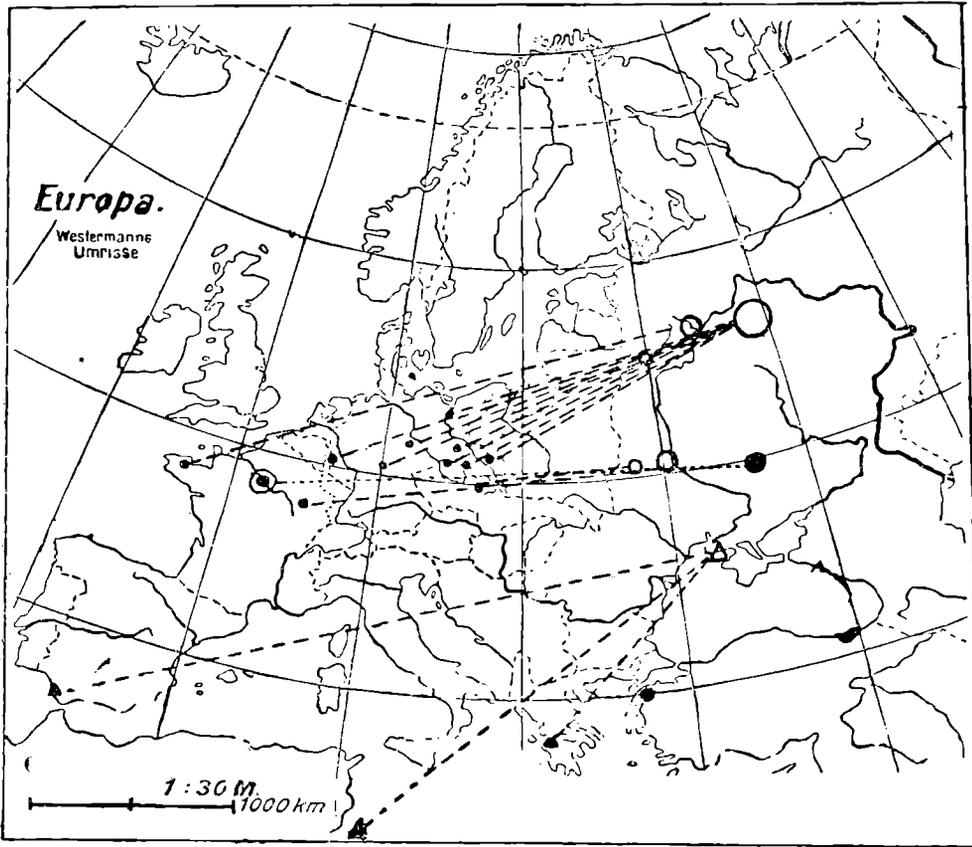
в культурном прудовом хозяйстве; нельзя тоже сделать вывода, что дело регулирования рыбного населения в диких водоемах мы должны всецело предоставить природе. Изменяя природу, мы заставляем ее, как это отметил Марке и Энгельс, служить нашим целям. Однако, регулируя взаимоотношения между отдельными видами диких животных, памятуя указания Энгельса о том, что в природе ничто не совершается обособленно, но всякое явление влияет на другое, — мы должны учитывать всю сумму биологических черт каждого данного вида и биоценоза в целом. Наши хозяйственники часто не видят роли хищника в естественном отборе и в поддержании некоторого „санминимума“ в природе.

О перелетах некоторых птиц СССР. Применение метода кольцевания совершенно разрушило у нас и на Западе старые представления о перелете птиц, в частности о так называемых „пролетных путях“. Если еще около сорока лет тому назад М. А. Мензбир писал, что грачи „в большом количестве остаются зимовать в южной России, начиная с Киевской, Полтавской, Курской и Воронежской губ.“, а Н. А. Холодковский и А. А. Силантьев, немного более тридцати лет тому назад, указывали, что интересующая нас птица „осенью улетает на юг в места с более мягкой зимой или в теплые страны“, то теперь мы знаем, что это неверно. Даже в обширной среде по палеарктическим птицам Гартерта, мы не находим каких-либо конкретных данных о перелетах грача. Только в последние годы, благодаря массовому кольцеванию молодых грачей в гнездовых колониях, проведенному Биологической станцией юных натуралистов в Москве, в различных местах центральной части РСФСР удалось выяснить, что эти птицы летят зимовать не на юг, не в неопределенные теплые страны, а далеко на Запад, в различные части Германии, Чехословакии и Франции. Оставалось невыясненным — где же зимуют грачи, гнездящиеся в огромном количестве на юге, в частности на Украине. Чтобы разрешить этот вопрос, Зоологический Музей ВУАН организовал кольцевание грачей в Житомире, Киеве, Нежине. Из несколько десятков окольцованных птиц две уже найдены. Оказалось, что и украинские грачи на зиму улетают на запад, почти параллельно экватору. Так, птица, отмеченная кольцом 22 мая 1931 г. в Житомире, была найдена в районе с. Высокого Мыта в Чехословакии 16 ноября того же года, а птица, окольцованная 30 мая 1931 г. в Киеве, встречена 15 ноября того же года вблизи Пампьера в юго-восточной Франции. Дальнейшие наблюдения должны выяснить, где зимуют грачи из степной полосы Союза, из Крыма, Предкавказья и Закавказья.

Во время зимнего пребывания грачей во Франции их в большом количестве ловит и кольцует Станция зоологии полезных и вредных позвоночных в Версале (*Station de zoologie des vertébrés utiles et nuisibles*).

Один из таких грачей летом добыт в Харьковском районе. Таким образом направление перелета и места зимования грача из УССР в общих чертах намечались.

Грач играет весьма видную роль в сельском хозяйстве. Изучением вопроса о значении грача



Условные обозначения:

- Места кольцевания гнездовых грачей.
- ⊙ Место кольцевания зимующих грачей.
- Места нахождения окольцованных грачей.

- △ Место кольцевания гнездовых пестроносых крачек.
- ▲ Места нахождения окольцованных крачек.

у нас занималось несколько лиц, а во Франции вопрос о граче дебатировался на международном конгрессе по охране птиц. Названная выше станция в Версале пыталась организовать изучение грача в международном масштабе. Поэтому детальное изучение жизни грача для нас представляет несомненный интерес.

Неизвестными были направления перелета и места зимования пестроносы крачки (*Sterna sandvicensis*) гнездящейся местами на Черном и Каспийском морях. По поручению Зоологического музея ВУАН 11 июля 1929 г. на острове Ордове (вблизи северного берега Черного моря к востоку от Днепра) окольцовано 27 птенцов пестроносы крачки. 30 марта 1930 г. на острове Керконак, вблизи побережья Туниса была добыта первая птица из серии окольцованных. 13 февраля 1931 г. вблизи Кадикса на атлантическом побережье Испании, приблизительно в 3250 км по прямой линии от места кольцевания, добыта вторая птица. Третью добыли 20 марта 1932 г. в окрестностях Патраса в Греции. Время встречи первой и третьей птицы дает основание предположить, что они добыты на обратном перелете, быть может с атлантического побережья к ме-

стам гнездования на Черном море. Многочисленные встречи окольцованных в различных странах западной Европы пестроносы крачек свидетельствуют о том, что этот вид зимует исключительно на европейском и африканском побережьях Атлантического океана. Лишь одну птицу из Германии встретили на юге Средиземного моря.

Вопрос о направлении перелетов и месте зимования грача, оставшийся неразрешенным в течение столетия, был разрешен в 4 года, благодаря применению коллективной формы работы в сочетании с экспериментальным методом. Чтобы выяснить места зимования грача, работали: Биологическая станция юных натуралистов в Москве, Зоологический музей Всеукраинской Академии наук в Киеве, Музей в Житомире, Росситенская орнитологическая станция в Германии, Станция зоологии полезных и вредных позвоночных во Франции.

На данном примере мы еще раз убеждаемся в преимуществе коллективной массовой работы над индивидуальными „созерцательными“ формами прежнего времени.

Н. В. Шарлемань.

Влияние фауны на морские осадки. Механический и химический состав мелководных морских осадков не всегда соответствует тем физико-географическим условиям, в которых он образовался.

Интересная работа Шварца (A. Schwarz. *Der tierische Einfluss auf die Meeressedimente. „Senckenbergiana“ Bd. 14 W, № 3.*) знакомит нас с некоторыми новыми данными из этой области.

Шварц изучал мелководные образования — „ватты“ между материком и Фризландскими островами. Здесь часто встречаются илестые осадки с большим содержанием органического вещества в местах с сильными течениями, где по гидрологическим условиям должны были бы отлагаться песчаные осадки. Это явление обусловлено влиянием на осадок фильтрующих моллюсков и пожирающей осадок фауны (моллюски, черви, раки). Моллюски отфильтровывают от втягиваемой в дыхательный аппарат воды взвешенную в ней тонкую органическую и минеральную мусть, затем переваривают ее и извергают в осадок в виде экскрементов. Таким образом они связывают эту мусть и, в виде компактных неразмываемых комочков, она становится составной частью осадка. Многие животные, в процессе питания или зарывания в ил, пропускающие осадок через пищеварительный канал, пожирают илестую мусть, отлагающуюся тонким слоем на поверхности осадка в затишные периоды на участках дна с сильным течением воды. Эта мусть обычно снова сносится в бурную погоду или приливо-отливными течениями, но введенная в осадок в виде экскрементов, она также становится постоянной его составной частью. Получающееся, таким образом, обогащение осадка илесто-органическим материалом, может достигать весьма значительной величины. Течениями большой силы эти накопления экскрементов иногда переносятся в затишные места, где вторично переотлагаются. В таких местах осадок, несмотря на большое количество минеральной его составной части, будет представлять собой чисто биогенную породу, так как целиком прошел через организмы животных.

Так как подобное воздействие фауны на осадок должно представлять собой распространенное явление, то, при определении фаций ископаемых осадков по литологическому составу, необходимо учитывать возможность такого его обогащения глинисто-органическим веществом, чтобы не сделать ошибочных заключений о глубине образования осадка.

На основании своих исследований, Шварц считает, что содержание битумов и фосфора в осадках должно быть обусловлено, главным образом, накоплением копролитов (экскрементов), а не разложением умерших животных. Масса битума, вносимая в осадок умершим животным, не может быть больше массы его тела, в то время как масса его экскрементов может быть в десятки раз больше. К тому же мертвые животные почти всегда делаются добычей червей или бактерий и только в исключительных случаях погребаются в осадке. Накопление битумов в отдельных слоях также может быть рациональнее объяснено переотложением копролитовых масс, чем массовой гибелью животных.

В работе содержится много примеров современных и ископаемых копролитовых отложений и сведена большая литература.

В. Зенкович.

Попугайная болезнь или пситтакоз у людей. В январском номере немецкого орнитологического журнала (*Journal für Ornithologie, Januar, 1933*) напечатана интересная работа B. Grzimek „Die Psittakose“, со сводкой всех данных об этой болезни попугаев, являющейся очень опасной и для людей.

Попугай — одна из любимых экзотических птиц, которую охотно держат в неволе за ее живой, общительный нрав, яркое оперение и за способность выучиваться произношению множества слов.

Симптомы пситтакоза у попугаев выражаются в том, что птица становится скучной, сидит с полу-закрытыми глазами и вздернутыми перьями. Дыхание затруднено. К пище она не прикасается. Нередко появляется понос. Иногда начинается насморк, в груди слышен хрип. В разгар болезни, птица не может сидеть на жердочке, появляются подергивания во всем теле и конвульсии. Сожителю по клетке обычно приканчивают больных пситтакозом попугаев ударами клюва по голове. Смерть наступает по большей части в конце второй недели болезни. Иногда бывают молниеносные случаи, где заболевание и смерть следуют друг за другом на протяжении всего нескольких часов. Часть больных пситтакозом попугаев все же выздоравливает.

Случаев заболеваний пситтакозом диких попугаев на воле или птиц, долгое время содержавшихся в клетке, в литературе неизвестно. Ему подвержены, повидимому, исключительно недавно пойманные птицы, содержащиеся в большом количестве без достаточного ухода.

Человек может заразиться пситтакозом только от попугая, а не от другого человека. Дети почти никогда не заболевают, молодежь до 25 лет — редко. Больше всего подвержены заражению пожилые люди — между 50 и 60 годами. Смертность людей различна — от 20 до 40% заболевших. У людей болезнь протекает следующим образом: инкубационный период длится от 7 до 14 дней. Сначала появляются боли в суставах, озноб, слабость и сильная жажда. Затем начинаются очень сильные головные боли и нервное возбуждение, часто переходящее в бредовое состояние. В этой стадии пситтакоз часто принимают за брюшной тиф. Вскоре, однако, начинается сильный кашель, со всеми признаками серьезного поражения легких. Наступает лихорадочное состояние и упадок сердечной деятельности. Кризис, а в случае плохого исхода — смерть, наступает на 12-й или 13-й день после начала болезни. В благоприятных случаях, температура к концу третьей недели постепенно спадает. Человек становится вновь работоспособным, не ранее двух-трех месяцев после болезни. Возбудитель пситтакоза пока не найден.

В медицинской литературе и в заграничных газетах неоднократно появлялись сведения о внезапных заболеваниях, которые постигали почти одновременно и попугаев и их обладателей, и носили эпидемический характер, порождая панику среди других любителей.

Так, 20 февраля 1879 г. в Цюрихе семья д-ра Риттера приобрела нескольких попугаев, недавно прибывших из южной Америки через Габуург. Несколько птиц вскоре заболели, а вслед затем захворали и пять человек из семьи доктора, причем трое из них скончались. Болезнь носила характер острого воспаления в легких, развивалась с чрезвычайной быстротой, и смерть наступала на 10-й или 14-й день. Единичные случаи заболеваний, нередко со смертельным исходом, имели место в конце XIX и в начале XX столетия во многих странах Европы и Америки, но особенного развития эта попугайная болезнь или пситтакоз, как ее принято называть (от латинского названия рода попугаев — *Psittacus*), достигла в 1892 г. в Париже, и в 1929—1930 гг. во всей Европе, и в особенности в Германии. В 1891 г. два предпринимчивых парижанина направились в южную Америку за попугаями. Им удалось добыть около 500 экземпляров, но, вследствие плохого содержания и ухода, почти все птицы погибли во время длительного морского путешествия, и в Париж доехало лишь 20 особей. Здесь птицы были размещены на двух квартирах, где тотчас начались пситтакозные заболевания как среди птиц, так и среди ухаживавших за ними людей. Многие покупатели, приобретшие попугаев из этого транспорта, также захворали, и всего в 1892 г. в Париже было констатировано 49 заболеваний, из которых 33% закончились смертью.

В августе 1929 г. в Кордобе (Аргентина) разразилась сильная эпидемия, которую долгое время принимали за злоую форму гриппа. В виду многочисленных случаев смерти среди „гриппозных“ больных, врачи обратили серьезное внимание на это заболевание, и им удалось установить, что это не грипп, а пситтакоз, и виновники его — попугаи, привезенные в Кордобу в огромном количестве (5000 экз.) двумя предпринимателями. Торговцы, взволнованные начавшимся недомоганием среди своих питомцев, быстро организовали два аукциона, с которых продали большую часть, уже не совсем здоровых птиц. Начавшаяся эпидемия среди населения Кордобы заставила их вместе с оставшимися попугаями переехать в Тукуман, где они продолжали торговать птицами и этим самым разносили пагубную болезнь. В октябре 1929 г. эпидемия достигла Буэнос-Айреса, где особенно много шума наделал случай в театре: в одном из театральных представлений фигурировал попугай. На следующий же день после спектакля серьезно заболело 12 человек артистов, из которых через несколько дней двое умерло. После этого случая, получившего широкую огласку, в Аргентине не находилось больше ни одного покупателя на попугаев, и торговцы, спасая свое благосостояние, не могли придумать ничего лучшего, как начать усердно снабжать больными птицами приходившие в порт иностранные пароходы. Таким образом, пситтакоз был завезен во многие страны земного шара, и в частности в Германию.

Берлинский геолог, проф. Х., вернувшись в ноябре 1929 г. из экспедиции на Амазонку, привез с собою трех синедобых амазонских попугаев (*Amazona aestiva* Lath.). Вскоре после приезда в Берлин, птицы заболели и перезаразили весь дом: опасной формой пситтакоза были пора-

жены, как сам профессор, так и его жена, две дочери, служанка, домашняя портниха и студент, часто посещавший семью Х.

В 1929 г. в Германии было зарегистрировано всего 215 случаев заболевания попугайной болезнью, из которых 45 закончились смертью. В том же году пситтакоз посетил Францию, Италию, Швейцарию, Чехию, Голландию, Польшу, Данию, Швецию, Алжир, Египет и Канаду. В среднем во всех этих странах смертность достигала 20% заболеваний.

Е. Козлова.

Палеозоология

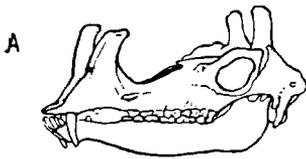
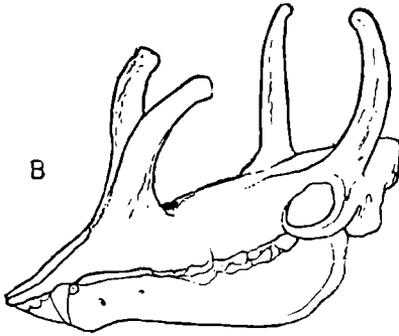
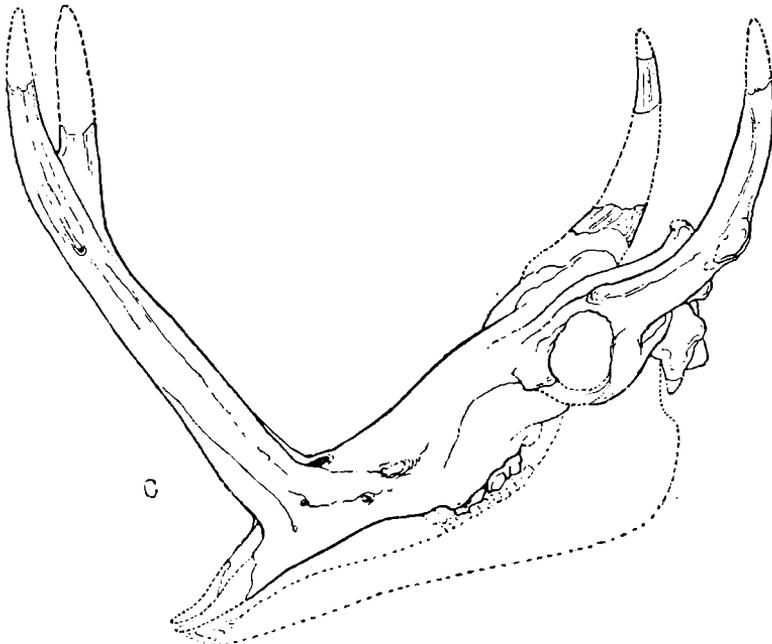
О находках древних оленей в Америке
Семейство *Cervidae* по новой классификации распадается на пять подсемейств: *Gelocinae*, *Protocerotinae*, *Moschinae*, *Cerulinae*, *Cervinae*. К первым двум подсемействам принадлежат представители древних родов, известных из палеогеновых отложений Европы и С. Америки. Остальные три подсемейства включают в себе уже неогеновых представителей семейства *Cervidae*.

Представитель подсемейства *Gelocinae*—*Gelocus* был в 1876 г. описан В. О. Ковалевским в его блестящей работе, посвященной описанию этого рода. Чрезвычайно интересными являются остатки второго подсемейства *Protocerotinae*, найденные в отложениях С. Америки, на которых я хочу остановиться. Эта вымершая ветвь оленей, жившая в верхнем эоцене и в продолжении всего олигоцена, отличается симметричным развитием отростков на костях черепа, которые у более древних форм этого подсемейства отсутствуют, как, например, у *Camelomaeryx*, описанного из верхнего эоцена С. Америки.¹ У более поздних представителей (из верхнего олигоцена) на черепе начинают развиваться мощные костные выросты. Одна пара располагается над глазными впадинами, а вторая, передняя на верхне-челюстных и лобных костях, как у *Protoceras*, или же на носовых костях, как у *Syndoceras*.² Но этими замечательными находками не ограничиваются наши сведения о представителях этого подсемейства. В прошлом году появилась статья Стиртона,³ посвященная описанию дальнейших находок, принадлежащих этому же подсемейству. В нижне палеогеновых отложениях Техаса в 1928 г. были найдены черепа, нижние челюсти и кости скелета нового, еще более замечательного представителя, именно, *Synthetoceras tricornatus*. Кроме двух костных роговидных отростков, покрытых при жизни животного кожей и шерстью и расположенных на

¹ W. B. Scott. The *Selenodont Artiodactyls* of the Hinta eocene. Transactions of the Wagner Free Inst. Science. Philadelphia, vol. VI, 1899 p. 67.

² O. C. Marsh. Principal characters of the *Protocerotidae*. American Journal of Science v. IV, 1897, p. 165.—H. F. Osborn. The Age of Mammals, p. 237.

³ R. A. Stirton. A new genus of *Artiodactyla* from the clarendon lower Pliocene of Texas. Bull. of the Department of Geological Sciences. Vol. 21, № 6, pp. 147—168, plates 6—11, 3 fig. in text, 1932.

*Protoceras celer**Syndyoceras cooki**Synthetoceras tricornatus*

черепе позади глазных впадин, впереди на межчелюстных и носовых костях, вместо парных отростков, которые мы видели у более древних форм этого подсемейства, вырастает длинный роговидный отросток, дихотомически разветвляющийся на своем конце. Длина этого рога 430 см, а ветвиться он начинает в расстоянии 12 см от своего конца. В основании рога находится канал, имеющий связь с инфраорбитальным отверстием. Но, что замечательно, и не наблюдается, обыкновенно, ни у одного из парнокопытных, это канал внутри рострального рога, который начинается в основании рога и выходит сбоку в основании вильчатого верхнего деления рога. Два задних рога расположены позади орбит; они сильно изогнуты и отклонены назад. Особенно характерным для этого рода является крайняя редукция верхне-коренных зубов. Нет ни резцов, ни клыков; из ложно-коренных зубов на черепе развивается только P^4 , а из коренных зубов $M1-3$. Зубы брахиселенодонтные.

По размерам *Synthetoceras* был крупным животным но не превышал лося. По величине своих рогов и по специализации их он превосходит *Syndyoceras*.

Таким образом, устанавливается новый удивительный ряд вымершей группы оленей (см. фигуры). *Protoceras* (фиг. А) *celer* из южной Дакоты, с полной зубной формулой $C-1, P_1-4, M-3$, с парными отростками на межчелюстных костях, расположенных по бокам носового отверстия и с фронтальным роговидным отростком. Затем, идет *Syndyoceras cooki* (фиг. В) из нижнего миоцена Небраски, у которого зубная формула еще довольно полная P_1-3, M^3 . Передние роговидные отростки уже соединяются в основании, а затем

вверху свободны и загнуты; фронтальные рога также увеличены, загнуты и вверху заканчиваются утолщением. Наконец, *Synthetoceras tricornatus* (фиг. С) из нижнего плиоцена Техаса, является, повидимому, крайним членом этого ряда с сильно развитым ростральным рогом, вверху дихотомически ветвящимся и с сильно отклоненными назад фронтальными рогами, у которых сбоку развивались шишкообразные выросты. Зубная формула редуцирована и из зубов сохранились только один ложнокоренной зуб и три коренных. Концы рогов не сохранились и реставрированы. Возможно, что они были покрыты кожей и шерстью, как у современной жирафы.

А. К. Алексева.

К истории палеонтологии. Недавно в Британском музее была устроена выставка, посвященная истории палеонтологии. Последовательно были освещены представления греков и римлян, средневековых писателей, теория „потопного“ происхождения ископаемых, эпоха зары научного исследования в области палеонтологии и, наконец первые шаги создания научной палеонтологии в XVII и XVIII веках. Среди иллюстрирующих эту эволюцию мыслы в области изучения ископаемых организмов фигурировали книги Альберта Великого, Савонаролы, репродукции рукописей знаменитого Леонардо да Винчи, труд Геснера *De rerum fossilium* (1565), с первыми иллюстрациями ископаемых организмов, первый печатный каталог геологических коллекций Кентмана (1565), работы XVII века, иллюстрирующие ископаемые Англии, как-то: Верстегена (1605), Плото, Гука, Листера, Грю, Хлюйда и др., а также более поздние каталоги и описания. Выставлены были между прочим известные подделки под ископаемые, которыми был обманут (1726) Берингер, „змеиные камни“ Уитби и др. объекты.

Подобные выставки помогают живее представить развитие науки и ту обстановку и общество, в котором они развивались. Было бы желательным и у нас осуществить эту идею, дополнив картину развития деталями, характеризующими развитие наук в условиях до-революционной России и после Октябрьской революции.

А. Криштофович.

Экспериментальная морфология

Морфогенетическая роль гормонов у рыб. Зависимость ряда признаков от гормонов половых желез в настоящее время хорошо известна у высших позвоночных. Опыты кастрации, пересадки половых желез и т. д. дали возможность определить, что одни из вторичных половых признаков вызываются половым гормоном; другие, наоборот, не проявляются при наличии гормона; третьи, наконец, формируются независимо от действия гормонов гонад. Имеются также данные (хотя и гораздо менее полные) относительно механизма появления вторичных половых признаков у амфибий. Но относительно рыб до последнего времени данные по этому вопросу были настолько скудны, что невозможно было решить, является ли указанная выше зависимость общей для всех классов позвоночных, или характерна только для высших групп. Между тем, рыбы представляют в этом отношении большой интерес. Многим из них свойственен половой диморфизм; особенно ярко он проявляется во время нереста, когда самцы получают „брачный наряд“. Это явление можно наблюдать у обыкновеннейших рыб, напр., у колюшки, голяна, горчака и др. Брачный наряд выражается в появлении у самцов яркой окраски кожи, плавников, радужины глаза, пятен на определенных местах тела и т. д. Зависят ли и здесь вторичные половые признаки от половых гормонов, и в какой мере наблюдаемые здесь соотношения сходны с теми, которые наблюдаются у высших позвоночных?

Наблюдения А. И. Бляхера (1926) над маленькой рыбкой *Lebistes reticulata* (имеющей половой диморфизм не сезонного, но постоянного харак-

тера) показали, что у нескольких самцов со слабо выраженными вторично-половыми признаками семенники оказались частично атрофированными, при чем степень их атрофии соответствовала степени побледнения окраски кожи. Подобные же косвенные указания были сделаны в отношении других рыб иностранными авторами.

Первые опыты кастрации рыб не дали убедительных результатов. Попытки кастрировать голяна (Корес 1918) и меченосца (*Van Oordrund van der Maas* 1926) показали, что эта операция технически очень трудна. Кастрированные самцы лишались окраски, но выжидали после операции не больше трех недель. Поэтому после этих опытов осталось неясным, исчезла ли окраска вследствие отсутствия гормона, или от плохого состояния организма. Более удачные опыты кастрации были произведены Боком (1928) над колюшкой и Иозавой (1929) над японским горчаком (*Acheilognathus intermedius*). Им удалось выдержать оперированных рыб большой срок и получить обезвеченных самцов при удалении семенников. При этом обнаружилась любопытная подробность: при односторонней кастрации самцов яркая окраска не исчезала, но только ослабевала. Аналогичного количественного эффекта в действии гормонов у птиц и млекопитающих обнаружено не было. Там, если порог раздражения ткани гормоном перейден, реакция осуществляется в полной мере. Это дало случай Пезару говорить о применимости в области гормональных реакций закона „все или ничего“. Гормональная реакция у рыб не подтверждает этого предположения. Не исключена возможность, что дальнейшие исследования расширят область ступенчатого действия гормонов.

В последнее время появились две важных работы по этому вопросу. Цаль и Дэвис оперировали крупного американского ганоида *Amia calva* (P. Zahl and D. Dwight Davis. Effect of gonadectomy on the secondary sexual characters in the ganoid fish, *Amia calva*. Journ. of exper. zool. Vol. 63, 1932). Половой диморфизм у этой рыбы хорошо выражен: на хвостовом плавнике у самцов в течение круглого года наблюдается темное пятно, которого нет у самок. Ко времени нереста оно становится интенсивно черным, бархатистым и окружается ярким оранжево-желтым ореолом. Кроме того, часть плавников и брюшная поверхность самцов в брачном наряде имеет зеленоватую окраску. Кастрация производилась у обоих полов, при чем оперировались рыбы до 50 см в длину. При соблюдении известных условий оперированных рыб удавалось выдерживать более шести месяцев. При этом оказалось, что кастрированные самцы сохраняют темное пятно на хвосте, но ко времени нереста оно не темнеет и не окружается цветным ореолом: плавники также не зеленеют. Особенно интересны опыты с самками. Через 3—5 недель после кастрации на хвосте у них появляется темное пятно, которое обычно свойственно лишь самцам. Только в очень редких случаях оно есть и у самок, но тогда можно обнаружить патологические изменения в их яичниках. Следовательно, темное пятно на хвосте у *Amia calva* потенциально свойственно обоим полам, но проявляется в норме только у самцов, так как у самок его образование тормозится овариальным гормоном. В контрольных опытах у рыб вскрывалась полость тела, но

гонады не экстирпировались. В этом случае никаких изменений в наружных признаках не происходило. Таким образом, этой работой доказано, что у рыб существует не только стимулирующее, но и тормозящее действие половых гормонов на вторичные половые признаки, как это имеет место и у высших позвоночных.

Другая работа принадлежит Вундеру (Wunder „Experimentelle Erzeugung des Hochkleides im Bitterling durch Einspritzung von Hormonen“. Zeitschr. f. vergl. Physiol., 13 Bd., 1931). Этот исследователь подошел к разбираемому вопросу с другой стороны. Он впрыскивал под кожу самцам маленькой пресноводной рыбки, горчача (*Rhodeus amarus*) различные гормоны и другие химические раздражители. Главным образом, он изучал действие инъекции семенной экстракта, взятого от быка. Уже через 10 минут после инъекции препарата (*extractum testiculi*) можно было заметить появление темно-синих тонов на спине, затем начинали краснеть плавники, а через час скромно окрашенная прежде зеленоватая рыбка блистала яркими красками вполне развитого брачного наряда. Эти краски оставались неизменными лишь в течение 8 часов, после чего начиналось потускнение, и через 10 часов после впрыскивания горчачи приобретали свой прежний вид. Оказалось, что реакция на гормон зависит от сезона; впрочем, эта сторона дела изучена пока плохо. Точно так же интенсивность окраски зависит от количества введенного гормона и его концентрации: при впрыскивании 0.025 куб. см реакция вдвое слабее, и вдвое скорее происходит возврат к исходному состоянию по сравнению с реакцией после впрыскивания 0.1 куб. см экстракта. Таким образом, упомянутые выше данные о ступенчатом характере гормональной реакции у рыб подтверждаются и этими опытами.

Далее оказалось, что возникновение брачного наряда у горчача отнюдь не есть специфическая реакция на мужской гормон. Реакция (правда

очень слабая и быстро проходящая) наступает также после инъекции физиологически индифферентных веществ, например, раствора поваренной соли. Но некоторые другие вещества, как, например, растительный алкалоид иогимбин в разведении 1:10 000 в количестве 0.1 куб. см действует несравненно сильнее семенной вытяжки, и пышный брачный наряд после введения под кожу этого вещества длится до 10 дней. Адреналин действует немногим слабее семенной экстракта, но женские гормоны совершенно не активны (иногда получается слабая реакция, сходная с результатами после введения раствора поваренной соли).

Брачный наряд у горчача — явление не тождественное с постоянными вторично-половыми признаками. Вообще, окраска многих рыб зависит от раздражителей, исходящих из нервной системы (как и у многих других животных, напр., у хамелеона некоторых ракообразных и др.). Еще Фриш (1910) показал, что перерезка *nervus sympathicus* вызывает исчезновение яркой окраски у многих рыб. Надо думать, что гормоны и другие химические раздражители действуют не непосредственно, но через нервную систему. Однако, прямых опытов по этому вопросу еще нет.

Таким образом, работы по вопросу о факторах развития вторичных половых признаков у рыб с одной стороны показали, что здесь вполне приложима схема, разработанная для птиц и млекопитающих, но с другой стороны выдвинули ряд новых проблем по вопросам о гормональных воздействиях. Возможность легкой замены полового гормона другими раздражителями указывает на большую анархичность этой реакции по сравнению с высшими позвоночными. Предполагаемая же связь с нервной системой, а также „ступенчатое“ действие гормонов имеют большое значение для дальнейшего изучения способа действия гормонов при морфогенетических реакциях.

П. Светлов.

О ВИТАМИНАХ

П. КАРПЕР

Доклад, прочитанный на заседании Цюрихского Общества естествоиспытателей 29 февраля 1932 г. (*Vierteljahrsschrift der naturforschenden Gesellschaft in Zürich. 77. Jahrg. 1932. H. 1/2*)

Что такое витамины? В конце семидесятых годов прошлого столетия один молодой американец, сын фермера, по имени Вавсок отправился в Германию с целью заняться там изучением общей и сельскохозяйственной химии и ознакомиться с новейшими достижениями науки.

Здесь он узнал, между прочим, что домашних животных нужно кормить по строго выработанным наукой законам, давая им в пищу определенное, признанное необходимым, количество белков, углеводов и жиров.

По возвращении в Америку Вавсок получил место ассистента на одной сельскохозяйственной опытной станции в Женеве, в штате Нью-Йорк; здесь ему пришлось ставить опыты над пище-

варением у коров и анализировать пищу и экскременты. При этом он впервые заметил (1881), что при определенном образом составленной диете баланса обмена веществ не получается, однако это не было прослежено дальше. Вавсок перешел в другой институт, в Висконсине, и открыл там новый метод для определения содержания жира в молоке.

Прежние опыты с обменом веществ он возобновил лишь в 1907 году, когда Hart и Humphrey стали его сотрудниками. Тут у него возникла блестящая мысль испробовать одновременно на большом количестве коров различные односторонние корма, из которых каждый содержал бы достаточное количество белков, жиров

и углеводов. 4 молодых коровы получали только маис и маисовую солому, 4 — овес и овсяную солому и 4 — пшеницу и пшеничную солому. Как будто все коровы росли и благодествовали. Когда же через год их попробовали случить — лишь коровы, питавшиеся маисом, принесли здоровых телят; потомство остальных коров погибло в ближайшие дни. В течение следующего года и сами коровы, бывшие на овсе и пшенице, заболели и некоторые из них сохли. Тогда Hart и Humphrey посадили больных животных на маисовый корм — они вскоре поправились. Таким образом, Вавсcock доказал, что одна калорийная ценность пищи еще не определяет ее питательную ценность, но что существуют еще какие-то неизвестные другие факторы, необходимые для роста животных, факторы, которые присутствуют в маисе в достаточном, а в пшенице и в овсе — в недостаточном количестве.

Примерно в то же время, когда Вавсcock ставил огульную свои первые опыты, голландец Eijkman кормил голубей полированным (очищенным) рисом и установил, что через некоторое время эти животные тяжело заболели, причем симптомы болезни напоминали человеческую болезнь бери-бери. Позднее, приблизительно в начале настоящего столетия поляк Казимир Функ излечивал таких голубей, заболевших от питания полированным рисом, давая им в пищу рисовые отруби, которые удаляются при полировке риса. Это целебное вещество, находящееся в рисовых отрубях, он назвал витамином.

Тут с разных сторон стали поступать сведения о таких же наблюдениях. Англичанин Hopkins нашел, что молодые крысы, которые не росли при питании чистым белком, чистым жиром и чистым сахаром, начинали нормально развиваться, когда к пище прибавляли 1 каплю молока. Норвежец Holst показал, что морские свинки, которые получали лишь зерно, заболели при симптомах, свойственных дынге: десны воспаляются, зубы выпадают. Когда этим животным прибавляли к их одностороннему корму репу или дикий цикорий, они быстро поправлялись; стало быть, и репа, и дикий цикорий содержали целебное вещество. Американцы Mc Collum, Mendel и Osborne, ученики Вавсcock'a, признали, что крысы, которых они кормили чистыми пищевыми средствами, не росли, заболели воспалением конъюнктивы (Xerophthalmie) и в конце концов погибали; что, однако, больные животные быстро поправлялись, когда к их еде прибавляли немного масла или рыбьего жира.

В 1913 г. в Америке начались исследования Steenbock'a, которые оказались чреватые последствиями. Он кормил козу отрубями, рисом, пшеничным крахмалом и овсянкой и производил точные анализы этих веществ, а также и экстракментов козы, причем установил, что животное теряло больше известии, чем получало ее в пище. Одновременно наступали также тяжелые болезненные симптомы. Когда же заболевшую козу переводили потом на луге пастбище, она быстро выздоравливала. Однако, для этого опыта не было найдено правильного объяснения. В это время разразилась мировая война, и в некоторых странах, особенно в центральных государствах, распространился рахит; тогда вспомнили, что при лечении этой болезни часто получались

хорошие результаты от применения рыбьего жира, а также, что пребывание в горах, на солнце, значительно улучшало состояние детей. Тогда впервые было испробовано лечение искусственным горным солнцем, ультрафиолетовыми лучами. Результаты оказались выше всяких ожиданий.

Таким образом получалось, что в рыбьем жире содержится 2 витамина, из которых один действует антирахитически, а другой — антиксерофтальмически.

Каким образом могло случиться, чтобы две таких различных вещи, как рыбий жир и ультрафиолетовые лучи благотворно влияли на одну и ту же болезнь? Гипотеза, что активное начало солнечных лучей и активное начало рыбьего жира идентичны, разумеется, не нашла сочувствия. К тому же появились, новые, запутывающие дело, наблюдения, которые еще больше усложнили вопрос. McCollum пропускал воздух через кипящий рыбий жир и нашел, что такой рыбий жир, правда, излечивал рахит крыс, но не устранял у них воспаление соединительной оболочки глаза. С другой стороны Стинбок доказал, что больные крысы, которых облучали ультра-фиолетовыми лучами, в начале прибавляли в весе и излечивались от рахита, но в конце концов погибали при явлениях инфекции глаз и падения веса.

Таким образом, свет дает лишь часть того, что дает рыбий жир.

В 1923 г. англичанка Нитте сообщила новое, удивительное, открытие: если освещать клетку, в которой находятся подопытные животные, кварцевой лампой, крысы не заболевают рахитом. Она приписала это явление тому, что воздух в клетке от освещения стал активным. К счастью подобное объяснение не всем показалось убедительным. Несомненная заслуга Стинбока в том, что он на основании опыта Нитте высказал предположение, что при освещении крысиных клеток она одновременно облучала и крыс. Он тут же поставил решающий опыт, облучил кварцевой лампой корм, который до этого давал рахит, и показал, что животные, выросшие на этом корме остались здоровые (1924).

Теперь уже напали на верный след. Вскоре было установлено, что как в рыбьем жире, так и во многих других пищевых средствах, антирахитический фактор может быть повышен облучением и что это активное вещество содержится в неомыляемой фракции рыбьего жира.

Hess в Нью-Йорке и O. Rosenheim в Лондоне изолировали из неомыляемой фракции рыбьего жира холестерин и показали, что он посредством облучения становится антирахитическим. Эту способность к активированию он не теряет и после 50—100 перекристаллизаций. Тем не менее, оба исследователя отнесли к этому факту скептически, полагая, — как позднее оказалось, — с правом, что провитамином является не сам холестерин, а какое-то сопровождающее его вещество. На этой фазе исследования они привлекли к совместной работе Windaus'a из Геттингена, которому и удалось доказать это предположение. Он выделил, как сопроводителя холестерина, эргостерин и точно установил, что этот широко распространенный в растительном царстве стерин, становится при облучении антирахитическим. Он, таким образом, есть прови-

тамин, провитамин D; продуктом его облучения является витамин D.

Я рассказал несколько подробнее историю исследования витамина D, с одной стороны, чтобы показать, какие трудности пришлось преодолеть, пока удалось достигнуть правильной постановки проблемы, с другой стороны также и потому, что ныне в известных кругах возносятся лишь конечные достижения, тогда как они являются лишь последними шагами в боевом наступлении науки, первые шаги которой были не менее трудны и славны.

История исследования витамина A не менее увлекательна. A — это витамин, необходимый для роста и предотвращающий ксерофтальмию. Мы уже упоминали, что американцы Mc Collum, Mendel и Osborne установили его присутствие в рыбьем жире и что впоследствии оказалось, что рыбий жир теряет свою активность, когда через него пропускают воздух. Steenbock и его школа подвергли этот вопрос всестороннему обследованию. Многочисленные растения, пищевые средства и экстракты из растений были исследованы с точки зрения их A-витаминной ценности. Все данные, казалось, говорили за то, что анти-ксерофтальмический витамин должен стоять в какой-то связи с желтыми растительными пигментами, каротиноидами, ибо действие витамина A можно было проследить лишь там, где они имелись в большом количестве. Steenbock испытал самый каротин и нашел его активным. Однако, английский физиолог Drummond высказался за то, что чистый каротин не проявляет никакой активности и что положительные результаты Steenbock'a должны быть отнесены за счет загрязнения его препаратов. В течение ряда лет точка зрения Drummond'a оставалась общепризнанной и, казалось, уже не может больше подняться вопрос о каротине, как о витамине A. Но в 1927 г. Euler указал, что в опыты Drummond'a вошло одно упущение, а именно: получая дистилт Mc Collum'a и каротин, крысы были лишены витамина D. Каротин же может проявить свое ростопобуждающее действие лишь при одновременном присутствии витамина D, тогда он равняется по активности рыбьему жиру. Однако, эти открытия не только не получили общего признания, но вызвали даже борьбу. Drummond не отказывался от своей теории, что абсолютно чистый каротин не обладает A-витаминной активностью, а с другой стороны было безусловно доказано, что в рыбьем жире, этом общеизвестном богатом источнике витамина A, не содержится каротина.

Первое возражение постепенно отпало, благодаря тому, что препараты каротина становились все чище и чище, причем например точка плавления этого соединения могла быть повышена на целых 12°. Чем чище становился препарат, тем выше была его активность, тогда как маточный раствор, из которого кристаллизовался каротин, давал меньшую активность. Второе возражение было устранено работами Th. Moore'a, который показал, что витамин A образуется в печени лишь тогда, когда животному перед этим был дан каротин. Таким образом, каротин должен быть обозначен, как провитамин A, который в животном организме превращается в витамин A.

Тем самым я возвращаюсь к моему исходному вопросу — что такое витамин? Под этим названием понимают вещества, которые безусловно необходимы животному для нормального развития организма в чрезвычайно малых дозах. Однако, это определение требует дальнейшего объяснения и некоторых ограничений. Количество веществ, без которых животный организм не может обойтись, очень велико; среди них находятся и такие, которые необходимы в очень малых количествах и которые обыкновенно не причисляют к витаминам, например иод. Определение „витамины“ относится к определенным органическим соединениям, которые необходимы животному организму и обладают относительно сложным составом и известной нестойкостью. Животный организм лишен способности синтезировать их из основных простых соединений; они либо принимаются с растительной пищей, либо возникают в животном организме путем превращения из сравнительно сложно построенных соединений растительного происхождения.

В настоящее время различают по меньшей мере 5 витаминов, из которых один (витамин B) может быть разделен на несколько компонентов. Эти 5 витаминов обозначают буквами от A до E; компоненты витамина B различают обозначениями B₁, B₂, B₃ и т. д. (в Америке как B, F, G).

Витамин A — витамин роста, B — витамин, предотвращающий болезнь бери-бери (анти-нервический витамин), C — антицинготный фактор, D — антирахитический и E — витамин размножения. Компоненты B₂ и B₃ также как-будто являются факторами роста.

Очищение и химическое исследование этих витаминов сделали за последние 4 года значительные успехи, так что крайней мерой относительно 3 из них мы можем сказать кое-что положительное. Полученные данные принадлежат к числу интереснейших открытий, добытых до настоящего времени физиологической химией.

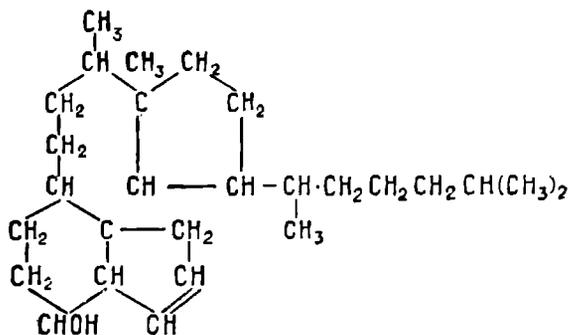
Я начинаю с краткого изложения современного состояния вопроса о витамине D. После того, как в 1926 г. Windaus'y и его сотрудникам удалось получить доказательство того, что витамин D образуется из растительного эргостерина путем облучения, дальнейшая задача состояла в том, чтобы выделить чистый витамин из сырых продуктов облучения. Эта задача потребовала больше времени, чем это ранее предполагалось. В начале 1930 г. английские исследователи, Bourdillon с сотрудниками, сообщили, что им удалось добыть путем дистилляции сырого продукта облучения этого стерина в высоком вакууме кристаллизирующийся дистиллат. Выкристаллизовавшееся вещество оказывало сильное антирахитическое действие; оно получило название кальциферол и стало рассматриваться как витамин D. Сначала Bourdillon имел в распоряжении лишь несколько мг этого вещества, но через 2 года удалось так наладить методику, что соединение это могло получаться уже граммами.

В 1931 г. Windaus'y удалось из сырых продуктов облучения эргостерина путем применения другого приема очищения (отделения сопровождающих веществ ангидридом малеиновой кислоты) получить кристаллический, очень активный препарат витамина D. Из маточного раствора этого, названного витамином D₁ соеди-

нения, Linsert изолировал в Фарбениндустри второй кристаллический активный продукт — витамин D₂. Кальцифероль, витамин D₁ и витамин D₂ дают совершенно разные физические константы. Затем школе Bourdillon'a удалось разделить свой кальцифероль на 2 компонента, причем разделение выполнено было через эстер динитробензойной кислоты. Один из компонентов антирахитически неактивен, другой же (новый кальцифероль) обладает очень высокой активностью. Применяя предложенный Bourdillon'ом прием очищения, Windaus смог разложить и свой витамин D₁ на 2 части, из которых одна, люмистерин, была неактивна, а другая, витамин D₁, обладала сильным антирахитическим действием. Наконец, выяснилось, что очищенный „новый кальцифероль“ английской школы идентичен с очищенным витамином D₁ Windaus'a и витамином D₂ Linsert'a. Таким образом, мы знаем один единственный кристаллический продукт облучения эргостерина, оказывающий антирахитическое действие. Это действие чрезвычайно высоко и превосходит активность интернационального стандартного препарата в 4 раза; 0.0092 мг в день достаточно, чтобы навстречка защитить крысу от рахита, т. е. 1 г — достаточная дневная доза для 50 миллионов крыс.

Ранее упомянутый люмистерин возникает, повидимому, как промежуточный продукт при переходе эргостерина в витамин D, так как он при облучении также превращается в последний.

Кальцифероль или витамин D есть изомер эргостерина. Обоим соединениям приписывают в настоящее время общую формулу C₂₇H₄₄OH. Витамин D содержит 3 двойных углеродных связи и получается из эргостерина, вероятно, путем смещения этих двойных связей. Что касается строения этого стерина, то об нем мы сейчас знаем очень мало; вещество это принадлежит к группе стероидов и содержит четыре углеродных кольца. Холестерину, одному из наиболее исследованных веществ этой группы, приписывают в настоящее время следующую формулу:



Но и она во многих пунктах неточна и недоказана. Вопреки чрезвычайно многочисленным работам в этой области, которыми мы обязаны главным образом Wieland'у, выяснение строения стероидов делает лишь очень медленные успехи. Можно думать, поэтому, что пройдет еще много времени, прежде чем мы будем обладать определенным представлением о структуре витамина D.

Еще меньше известно относительно того, каким образом этот витамин выполняет свое характерное действие — кальцификацию костей. До сегодняшнего дня еще с точностью не доказано, что витамин D рыбьего жира идентичен с продуктом облучения эргостерина, так как из рыбьего жира еще не удалось изолировать это соединение. Тем не менее, весьма вероятно, что в искусственно получаемом продукте находится то же вещество, как и в витамине D рыбьего жира.

При получении чистого витамина D удалось решить один давнишний спорный вопрос, а именно вопрос о том, к чему отнести ядовитость, которой обладают большие дозы сырых продуктов облучения и которая при терапевтическом применении таких препаратов нередко дает различные повреждения, — к самому ли витамину, или к сопровождающему веществу. Выяснилось, что кристаллический кальцифероль действует в небольших дозах столь же ядовито, как и сырые продукты облучения, и что, следовательно, это свойство принадлежит самому витамину D.

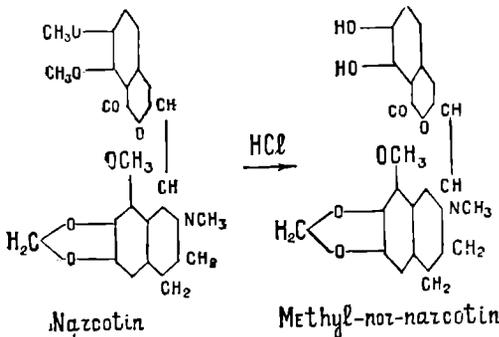
Второй витамин, о котором наши знания значительно расширились за последние годы — это антибери-берический фактор В₁. Много лет тому назад Jansen и Donath сообщили, что им удалось изолировать из шелухи рисовых зерен антиневритический витамин В₁ в кристаллизованном виде. Однако, из этих кратких сообщений еще не было ясно, достаточно ли обоснованы выводы голландских авторов, действительно ли они имеют в руках чистый активный принцип, или здесь дело идет о каком-то другом кристаллическом веществе, которое присоединилось к витамину В₁, как загрязняющая примесь. Работы последнего года, однако, как будто подтверждают, что уже эти ранние препараты Jansen'a и Donath'a содержали активный принцип в высококонцентрированной форме.

Изолирование витамина В₁ — вещь в высшей степени длительная и трудная. Из 100 кг шелухи приготавливался водный экстракт; затем перешедший в раствор витамин В в адсорбировался кислым глиноземом, затем снова освобождался баритом, потом заново осаждался фосфорно-вольфрамовой или кремнеземно-вольфрамовой кислотой, снова элюировался и, наконец, превращался в платиновую или золотую соль. Полученное этим путем кристаллическое вещество разнялось лишь 30 мг, хотя Jansen вычисляет общее его содержание в 100 кг рисовой шелухи в 1.5 г. Jansen и Donath дали сперва для антиневритического витамина общую формулу (Bruttoformel) C₆H₁₀ON₂, которую они позднее изменили. Windaus, который за несколько недель перед тем изолировал витамин В₁ из дрожжей, пользуясь теми же приемами изолирования, которые разработали Jansen и Donath, тем не менее устанавливает точно, что соединение это содержит серу. Он предлагает для него на основе анализа формулу C₁₂H₁₇N₂OS, которая, возможно, все же подвергнется еще дальнейшим более мелким изменениям. Но и в этом случае речь идет о веществе очень значительного молекулярного веса. О его отношении к другому роду соединений ничего ближе еще неизвестно. Витамин В₁ очень стоек против кислот, особенно против азотной кислоты и азотистых кислот, стоек против окисляющих и редуцирующих веществ, но чувствителен к щелочам.

Самые чистые препараты V_1 излечивают голубей, больных бери-бери при дозах от 0.0024 мг в день. Каким путем получается это излечение, еще неизвестно; возможно, что изолированный из риса и дрожжей витамин V_1 есть собственно провитамин, подобно, например, эргостерину или каротину, и что он превращается в истинный витамин лишь в организме животного.

Все же можно в настоящее время со всей уверенностью сказать, что теории, рассматривающие бери-бери как недостаток в катализаторах тяжелых металлов, особенно же соединений железа, лишены основания. Как и у остальных витаминов, так и у витамина V_1 мы имеем дело с точно определенным органическим веществом.

Обратимся теперь к антицинготному фактору, витамину С. В начале 1932 г. специально и общему прессу обшло сообщение будто бы норвежский ученый Rygh получил синтетически антицинготный витамин. Он подверг аналитическому исследованию давно известный своим богатством витамином С лимонный сок и будто бы получил из сока незрелых лимонов алкалоид наркотин; во время созревания плодов содержание наркотина сильно падает. Rygh добавляет далее, что можно изолировать в малых количествах наркотин также из томатов и из капусты, которые содержат витамин С. Уже это



утверждение, которое, конечно, подкреплено аналитическими данными, кажется крайне односторонним, так как какой-нибудь определенный алкалоид обычно ограничен совершенно определенным растением и лишь крайне редко встречается в различных родах растений. Изолирование наркотина из растений, известных своим богатством С-витаминным содержанием, привело Rygh'a к мысли, что в антицинготном факторе может быть заложен дериват наркотина. Сам наркотин оказался неактивен. Зато, как сообщает Rygh, алкалоид приобретает антицинготные свойства после освещения его ультрафиолетовой лампой, и некоторые дериваты наркотина, которые могут получаться из него путем искусственных процессов превращения, показывают особенно сильное С-витаминное действие. Лучшим соединением этого рода Rygh считает метил-нор-наркотин, который вместе с другими соединениями получается из натурального алкалоида, путем многодневного нагревания с соляной кислотой. Этот процесс превращения есть метилирование и может быть выражен приведенной формулой.

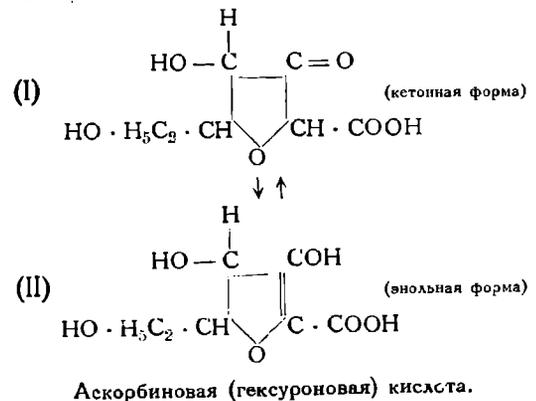
Между тем появилась уже проверка данных Rygh'a: английский физиолог Zilva испробовал метил-нор-наркотин на дыглотных морских свинках, однако с отрицательным результатом. Таким образом, в настоящее время одно утверждение стоит против другого, и нужно ждать дальнейшего развития вопроса. Нужно сказать, что в высшей степени невероятно, что витамин С идентичен с метил-нор-наркотином, так как витамин С известен как весьма нестойкое, легко окисляющееся вещество, которое при кипячении растворов в течение всего нескольких часов целиком разрушается. А между тем метил-нор-наркотин получается, как уже указано, как раз путем многодневного нагревания наркотина с крепкой соляной кислотой.¹

О витамине размножения Е мы знаем на сегодняшний день очень мало; мы знакомы лишь с его действием; опыты же с его обогащением или очищением еще отсутствуют. Некоторые исследователи полагают, что он принадлежит к группе стероинов. Среди известных нам витаминов он является, по видимому, наиболее устойчивым. Особенно богаты им масло и зародыши ржи и пшеницы.

Теперь я перехожу к пятому витамину—витамину А, который принадлежит к факторам роста и предотвращает кератальмию. Уже было упомянуто, что после многолетних разногласий, наконец победило мнение, что растительный пигмент каротин обладает витаминным действием, а именно, в нем мы имеем провитамин А, который переходит в самый витамин А в животном организме.

О строении каротина мы осведомлены в настоящее время достаточно хорошо. Находящийся в растениях пигмент представляет часто смесь 2 изомерных форм, различающихся как α - и β -каротин. В количественном отношении сильно перевешивает обычно β -форма, так что в некоторых растениях она представлена

¹ В настоящее время большинство ученых склоняется к мысли, высказанной впервые Szent-György, что витамин С является производным аскорбиновой (гексуруновой) кислоты. Michel из Геттингенской химической лаборатории (Hoppe-Seyler's Zeitschr. f. phys. Chemie. B. 216. 1933) придает витамину С следующую структуру:



Прим. редакци.

Кура (после откармливания травой с каротином)	400—500
Туكان (<i>Rhamphastos</i>)	67

Рыбы

Щука (<i>Esox lucius</i>)	30
Речной окунь (<i>Perca fluviatilis</i>)	29
Плотва (<i>Leuciscus rutilus</i>)	27
Камбала „морск. язык“ (<i>Solea solea</i>)	350
Лосось (<i>Salmo salar</i>)	143
Палтус (<i>Hippoglossus hippoglossus</i>)	200
Скумбрушка (<i>Scombrosox saurus</i>)	500
Морская камбала (<i>Rhombus maximus</i>)	800
Морской окунь (<i>Stereolepis ischinagi</i>)	са. 3000

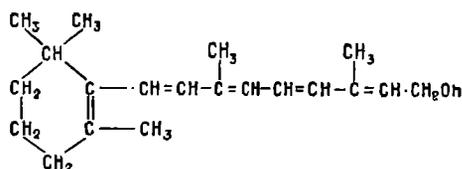
Пресмыкающиеся

Полоз полосатый (<i>Coluber quadrilineatus</i>)	0
Бразильская ящерица	45
Псаммодром (ящерица) (<i>Psammotromus algirus</i>)	70
Глазчатая ящерица (<i>Lacerta ocellata</i>)	200
Американская ящерица (<i>Basiliscus americanus</i>)	440

Амфибии

Аксолотль (<i>Amblystoma</i>)	0
---	---

Лишь после того, как были найдены очень богатые витамином А рыбы жиры, как например, у камбалы, скумбрушки, морской камбалы и морского окуня получились возможность начать изолирование витамина А. Путем применения определенных приемов фракционирования (вымораживание при очень низких температурах, фракционная адсорбция и т. д.) удалось получить препараты витамина А, не изменяющие своего химического состава при дальнейшем фракционировании, которые, следовательно, могут рассматриваться как почти совершенно очищенные. Витамин А — это светло-желтое густое масло, которое делается текучим только в тепле. Химическое исследование дает для него следующую очень вероятную формулу:



Она опирается, между прочим, на результаты окислительного распада, при котором, как и из каротина, получается героновая кислота и 3 молекулы уксусной кислоты; гидроксильные группы доказываются получением эстеров.

Вышеприведенная формула витамина А представляет систему 5 соединенных двойных связей. Это представление опирается на опыты с гидрированием, в которых воспринимается около 5 молекул H_2 , так же, как и на спектр поглощения этого соединения. При сравнении спектра поглощения ряда веществ, отличающихся друг от друга повышающимся числом соединенных двойных связей (от 2 до 8), можно показать, что абсорбционные полосы с повышением числа соединенных двойных связей сдвигаются в направлении все больших и больших длин волн и что абсорб-

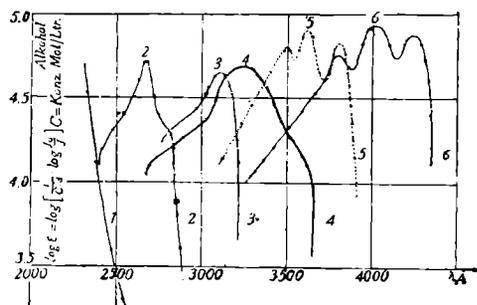
ционный максимум витамина А лежит между максимумами декатетраэнола с 4-мя и дигидрокроцетина с 6-ю соединенными двойными связями.

Сравнение формулы каротина с формулами, предложенными для витамина А, показывает, что последнее соединение может получаться путем окислительного распада каротина в середине его молекулы. Таким образом, мы в настоящее время довольно хорошо осведомлены о структурных соотношениях провитамина А (каротина) и собственно витамина А.

Едва ли существует в проблеме питания другой вопрос, который больше бы обсуждался, чем вопрос о том, как поставить свое питание, чтобы снабдить организм достаточным количеством витаминов. Конечно, этот вопрос в первую голову касается не химика, а физиолога и врача. Поэтому я здесь выскажусь лишь вкратце.

Распространение витаминов в растительном и отчасти также в животном мире чрезвычайно широко, так что при сколько-нибудь смешанной пище человеческий организм в большинстве случаев и получает достаточное количество витаминов.

При нормальном питании авитаминозы бывают очень редко, чаще других наблюдается рахит, причиной которого часто, быть может, является не столько недостаток витамина D, сколько погрешности против гигиены — рахитичные дети слишком мало бывают на солнце, так что присутствующий в их организме в достаточном количестве эргостерин не может превратиться в витамин D.



1. $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}\cdot\text{CH}_2\text{OH}$ Sorbinalkohol, 2 F;
2. $\text{CH}_2\cdot\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}\cdot\text{CH}_2\text{OH}$, Octatrienol, 3 F;
3. $\text{CH}_3\cdot\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}\cdot\text{CH}_2\text{OH}$, Decatetraenol, 4 F;
4. Vitamin A;
5. Dihydro crocetin, 6 F;
6. Dihydro-Bixinmethylester, 8 F.

Другой вопрос — насколько убавляется витаминное содержание пищи при варке и стерилизации и насколько оправдывает себя одностороннее питание сырыми продуктами. Этот вопрос будет решен, когда будет исследована стойкость различных витаминов при температуре кипения. Некоторые витамины, а именно факторы B_1 , D и C претерпевают при нагревании лишь незначительное ослабление; их нужно обозначить как относительно стойкие, так как при варке они лишь мало разрушаются.

Чувствительнее витамин А, который при нагревании в присутствии кислорода воздуха быстро разрушается; пока провитамин А заключен в клеточном веществе, он предохранен от разрушения, так что и вареные кушанья содержат еще богатые количества каротина, которые, во всяком случае, покрывают потребность организма в витамине А.

Самый нестойкий из всех известных витаминов — это витамин С; его разрушение при нагревании происходит довольно быстро, так что вареное кушанье сравнительно бедно витамином С. Но как раз этим витамином очень богаты фрукты, которые едят сырыми, например лимоны, апельсины, помидоры, смородина, особенно черная и т. п., так что в смешанной пище и антицингот-

ный фактор присутствует в достаточном количестве. Наименее искусственный состав пищи и здесь является наилучшим.

Химия витаминов сделала за последние годы большие успехи; она догнала химию гормонов и далеко оставила за собой химию ферментов. Скоро мы продвинемся настолько вперед, что уже можно будет высказывать кое-что положительное о химической природе витаминов. Тогда химик сможет вновь передать эту проблему физиологу, чтобы тот установил, каким образом эти вещества развивают свое действие в организме. Когда физиология решит эту проблему, она обогатится одним из самых великих своих открытий.

Перевод Э. Кусовой.

НАУЧНЫЕ СЪЕЗДЫ И КОНФЕРЕНЦИИ

V Кавказский съезд физиологов. 8—12 июня с. г. в Ростове на Дону состоялся V съезд физиологов Северного Кавказа и Закавказья. Возникнув, как сев. кавказское объединение, эти съезды, постепенно вовлекая в круг научного общения физиологов, биохимиков и фармакологов и Закавказских республик.

Первый съезд северо-кавказских физиологов собрался 19—21 декабря 1926 г. под влиянием растущей активности местных научных сил и решения Всесоюзного съезда, в отношении организации филиалов Республиканского общества физиологов, по принципу местных объединений. Этот съезд объединил физиологов гг. Новочеркасска, Ростова, Краснодара и Владикавказа, вызвав живой интерес во всех участниках. Однако принятое постановление о созыве следующего съезда в г. Краснодаре не могло быть выполнено, и II съезд был созван в 1929 г. 27—30 января снова в г. Ростове на Дону. На этом съезде присутствовали уже не только представители Сев. Кавказа, но и представители Закавказских республик, по предложению которых решено было сделать попытку вовлечь в сев.-кавказское объединение и закавказских физиологов. С этой целью было принято решение III съезд созвать в г. Баку, но в силу ряда обстоятельств съезд был организован снова в г. Ростове в январе 1930 г. На этом съезде, кроме представителей сев.-кавказских и закавказских физиологов, присутствовали физиологи Донбаса (гг. Сталино, Макеевка, Шахты), а также от гг. Воронежа, Харькова и Казани. IV съезд уже как II Кавказский, собрался 24—29 мая 1931 г. в г. Боржоме. Орг. комитет, выбранный на этом съезде, имел поручение, в согласии с приглашением представителей г. Баку, собрать очередной съезд на территории Азербайджана в январе 1933 г., но и это решение не могло быть осуществлено вследствие инертности бакинских товарищей, и V съезд был созван

в г. Ростове на Дону 8—12 июня нынешнего года. Несмотря на целый ряд материальных затруднений, съезд организационно прошел вполне удовлетворительно, благодаря активной помощи Сев.-кавказского Крайисполкома, обеспечившего помещение, питание и печатание тезисов докладов. Съезд объединил около 130 членов при 120 заявленных докладах и привлек значительное количество гостей из Украины (Киев, Харьков, Днепрпетровск, Сталино), Воронежа и Москвы. Ввиду невозможности заслушать все доклады и нежелания делить съезд на секции, орг. комитет принял решение сделать все заседания пленарными (исключение было сделано для биохимии), подчинив каждое определенной теме и соответственно сгруппировав доклады не более 6—8 в одно заседание.

Работа съезда открылась 8 июня торжественным заседанием, на котором, после обмена приветствиями, от Сев.-кавказского Краевого Исполнительного Комитета, выступил тов. С. А. Ронин с характеристикой положения науки и физиологических дисциплин в СССР и капиталистических странах. Подчеркнув всю важность развития биологических наук для социалистического строительства, тов. Ронин выразил уверенность, что собравшиеся научные работники, вооружившись единственно правильной методологией диалектического материализма, отдадут все свои силы на развитие советской физиологии. Затем был заслушан доклад акад. А. В. Палладина „Работа мышцу и окислительные процессы“.

Утреннее заседание 9 июня было посвящено вопросам профтоксикологии нефтепродуктов и нитрокрасок. Сообщения группировались около докладов проф. Черникова (Баку) „Новое направление и старые ошибки токсикологии“, и проф. Цитовича (Ростов) „Методы экспериментальной установки на человеке предельно допустимых концентраций летучих профвредностей“.

9 июня вечером, были заслушаны доклады по вопросам питания. Из наиболее интересных и ценных нужно в первую очередь отметить доклад проф. Рожанского (Ростов) „О показателях ценности белков пищи“. Стержневая мысль доклада состояла в том, что показатель ценности того или иного белка не есть величина постоянная и зависящая только от качества исследуемого белка, но что показатель ценности меняется в зависимости от изменения отношения к нему организма, а этот последний может изменить свое отношение к данному белку в зависимости от прочих ингредиентов пищи. Если, например, к пище прибавлять в течение некоторого времени картофель, то это улучшает отношение организма к пшеничному белку на довольно продолжительное время и после кормления картофелем. Чрезвычайно также интересны указания, что условия питания могут снизить показатели мясного белка до величин, стоящих значительно ниже показателей пшеничного белка. Затем следует указать на доклад проф. Эбарского (Москва) „Роль эритроцитов в промежуточном обмене“, в котором автор указывает на эритроциты, как регуляторов концентрации аминокислот в крови. Эту функцию эритроциты, по данным автора, выполняют благодаря способности удерживать значительные количества аминокислот на своей поверхности, при наличии их в крови, и освобождать их по мере обеднения крови аминокислотами.—Проф. Цитович (Ростов), в докладе „Новые пути в борьбе с авитаминозами“, делает попытку определения клиники предавитаминозных состояний с целью диагностирования гипоавитаминоза для своевременного принятия мер профилактики.

На утреннем заседании 10 июня были заслушаны доклады по вопросам пищеварения. Здесь нужно отметить доклад проф. Фольборта (Харьков) „Процессы истощения и восстановления“. Работа проведена на слюнных железах собак причем установлено, что, при повторной истощающей работе желез, количество плотного остатка в слюне, после значительного снижения в начальном периоде, в дальнейшем не дает картины постоянного снижения, но зато длительное истощение резко затягивает процесс восстановления на дни и даже месяца. Если же после каждого истощения давать железу восстанавливаться до нормы, то наблюдается явление тренировок, и процесс восстановления происходит скорее.

Вечернее заседание было посвящено физиологии труда, причем в работе принимали участие представители технормирования. Инж. Каневский (Ростов), в докладе „Практика технико-нормировочной работы и увязка ее с физиологией труда“, указывал на необходимость физиологического исследования для правильной работы технормирования, но не дал определения, что именно, в тех или иных случаях, физиологи должны обследовать. Проф. Рожанский (Ростов), в своем докладе „Физиологические основы нормирова-

ния“, подходит к разрешению вопроса в разрезе изучения тяжести работы не в смысле абсолютной тяжести, а в смысле тяжести для работающего, так как физиологически тяжесть операции зависит и от качества рабочего, его конституции, пола, возраста, стажа и от условий работы. Отсюда вытекает необходимость получения кривых тяжести для различных групп рабочих, на протяжении дня, недели и при различных условиях труда.

В развернувшихся прениях было указано на недостаточный учет социальных факторов в работе по технормированию.

11 июня, в утреннем заседании, были заслушаны доклады по физиологии кровообращения и крови. Проф. Балаховский (Ростов), в докладе „Консервирование крови“, остановился на методах получения консервирующей жидкости, причем указал, что новый консерват дает вполне удовлетворительные результаты при переливании консервированной крови в организм.

Вечернее заседание съезд уделил центральной нервной системе. Здесь следует отметить доклад проф. Беритова (Тифлис) „Физиология и наука о поведении“, в котором автор делает попытку подойти к изучению целостного поведения животного и избежать установок как школы акад. Павлова, так и психологизма. Автор считает условный рефлекс маловажным компонентом поведения высших животных и для изучения поведения употребляет метод свободных движений, который был продемонстрирован кинофильмом. Доклад д-ра Дзидзишвили (Тифлис) „Скорость реакции у человека“ указывает, что исследования скорости правой и левой руки при работе, дали не одинаковые показатели. Д-р Ющенко А. А. (Москва), в докладе „К вопросу о парабозе в центральной нервной системе“, ознакомил с интересной методикой выключения того или иного участка центральной нервной системы, в хроническом опыте, посредством пропускания холодной воды через подведенные к мозгу трубки.

12 июня было посвящено вопросам методическим и организационным.

Как в период организации, так и на протяжении всей работы съезд пользовался большим вниманием со стороны общественных организаций, печати и правительственных учреждений г. Ростова. Только при этих условиях работа съезда могла протекать плодотворно и без каких-либо недочетов. Местное правление воздухофлота организовало, для членов съезда, полеты над городом. На организационном заседании было решено VI съезд кавказских физиологов созвать в г. Эривани в октябре 1934 г. Избранным в состав оргкомитета будущего съезда проф. Медникянцу и проф. Щербаккову поручено практическое проведение организации съезда.

Труды V съезда кавказских физиологов будут выпущены особым изданием.

А. П. Шмагина.

ЖИЗНЬ ИНСТИТУТОВ И ЛАБОРАТОРИЙ

Юбилей проф. В. Л. Якимова. 29 июня в Ленинградском Ветеринарно-зоотехническом институте состоялось торжественное заседание, на котором происходило чествование проф. паразитологии Института Василия Ларьяновича Якимова по поводу тридцатипятилетия его научной деятельности.

В. Л. родился в 1870 г. в г. Казани. Среднее образование получил в II казанской гимназии, где окончил 6 классов, после чего поступил аптекарским учеником, в 1890 г. выдержал экзамен на степень аптекарского помощника и, прослужив 3 года в аптеках, поступил в Казанский ветеринарный Институт. Уже на студенческой скамье определилась склонность его к научной работе. На IV курсе Института он написал работу на заданную Советом тему — „Влияние препаратов щитовидной железы при бешенстве у животных“, которая была удостоена золотой медали. По окончании Института В. Л. был на земской службе и с 1902 г., наконец, находит окончательный путь своей деятельности. В 1902 г. он поступает в Эпизоотологическое отделение Инст. экспериментальной медицины и под руководством проф. А. А. Владимирова приступает к работам над паразитическими простейшими (трипанозомами). С этого момента протозоология становится его основной специальностью. В 1905 г. он командировается за границу, где работает в Париже, в Пастеровском институте у проф. Лаверана. В России он развивает работы по изучению случной болезни лошадей и командировается в конюшни Гос. Коннозаводства. В это время выступает на преподавательском поприще.

С 1909 г. В. Л. командировается на 3 года за границу, где работает у Кнута в Тропическом отделении Берлинской ветеринарной школы, у Фридберга в Отделе иммунологии и экспериментальной терапии Берлинского университета, у проф. Челли в Италии, Меняля — в Париже, Неймана в Тулузе, Николая в Тунисе и Эрлиха во Франкфурте на Майне. В. Л. обратил на себя внимание Эрлиха, и тот предложил ему место своего ассистента; эта должность и была занята В. Л. с 1912 г.

В. Л. посчастливилось быть в теснейшем общении с блестящей плеядой ученых, что сказало в разнообразии направлений последующей научной деятельности его самого.

По возвращении из-за границы он едет во главе специальной паразитологической экспедиции в Туркестан, где в течение полугода изучает тропические болезни человека и животных. Плодом этого периода деятельности В. Л. является капитальный труд — его магистерская диссертация, посвященная лейшманиозам людей и животных в Ср. Азии.

Последующие годы деятельность В. Л. про-



Проф. В. Л. Якимов.

текает разнообразно, вращаясь все время вокруг вопросов протозоологии, химиотерапии и иммунологии. Позднее он занимает кафедру паразитологии в Ветеринарном институте, которую на время оставляет, и снова с 1928 г. и по сие время состоит ее заведующим. В. Л. работал также в ряде научно-исследовательских учреждений, а в 1922 г. оканчивает Гос. институт медицинских знаний со званием врача.

За 35 лет В. Л. развернул кипучую научно-исследовательскую и научно-практическую деятельность. Первый период ее характеризуется работами преимущественно над трипанозомами и трипанозомозами; затем упор им делается на изучение пироплазм и пироплазмозов; и, наконец, в последние годы он обратил большое внимание и на кокцидиозы.

Направления работ его весьма разнообразны: а) систематическое изучение простейших, б) изучение патогенеза вызываемых ими болезней, в) выяснение роли клещей, как переносчиков пироплазм, г) химиотерапия и иммунология в деле борьбы с протозойными болезнями, д) эпизоотология протозойных болезней и вопросы борьбы с ними. Без преувеличения можно сказать, что ни один ветеринар, соприкасавшийся с протозойными болезнями сельскохозяйственных животных, не миновал содействия В. Л., который весьма широко привлекает и начинающие и периферийные силы к научной работе.

При всей физической трудности жить, вследствие болезненного состояния, В. Л. проявляет

чрезвычайную любовь к жизни и к творческой деятельности, что дает ему силы для развития исключительной по размаху и продуктивности научно-исследовательской работы.

За последние годы им был проведен ряд экспедиций в Ленинградскую обл., на Сев. Кавказ, в Закавказье и в Крым по вопросам изучения протозойных болезней скота и выработки мер борьбы с ними. Это направление работ как нельзя более отвечает социалистическому заказу, выдвинутому нуждами реконструкции животноводства.

В. Л. является чрезвычайно плодовитым исследователем. Им лично и совместно с многочисленными сотрудниками напечатано свыше 420 работ. Кроме того, В. Л. даны такие важные сводки, как книга по химиотерапии и как кардинальный курс ветеринарной протозоологии.

В специальных докладах (проф. Владимирова, проф. Павловского, проф. Догеля, дир. Межобл. лабор. протоз. забол. Петрашевской и аспиранта ЗИН АН СССР Галузо) на торжественном заседании была всесторонне и детально освещена чрезвычайная по размаху деятельность юбиляра. Дружный хор приветствий и множество писем и телеграмм из всех концов СССР и из-за границы наглядно показали то огромное значение, которое имеет деятельность В. Л. Основной лейтмотив приветствий, к которому мы присоединяемся и здесь, это пожелание юбиляра еще долгие годы хранить бодрость духа и столь же плодотворно работать на дело социалистического строительства.

Проф. Е. Н. Павловский.

ПОТЕРИ НАУКИ

Карл Эрих Корренс (1864—1933). 14 февраля в Берлине-Далеме умер известный германский генетик, директор Биологического института в Далеме, Карл Эрих Корренс, 68 лет.

Корренс родился в Мюнхене в 1864 г. в семье юриста. Окончив народную школу в Мюнхене, он поступает там же в гимназию, но, вследствие слабого здоровья — туберкулеза легких, вынужден сделать большой перерыв в своем учении. Гимназию он заканчивает в 1885 г., т. е. 21 года. По окончании он в начале колеблется

работ получает степень доктора, а с 1894 г. приступает к работам в области генетики. Корренс принадлежал к числу тех генетиков, которые следили за развитием генетики и работали в области этой молодой дисциплины с самых первых ее шагов. Первая генетическая работа Корренса вышла в 1899 г., за год до обнаружения законов Менделя. Эта работа является предварительным сообщением и посвящена изучению явлений ксений у кукурузы. Он проводит эту работу путем гибридизационных опытов и изучением наследования явлений; последнее приводит Корренса не только к тем же результатам, к которым в свое время пришел Мендель, но и к тому же объяснению явлений.

В 1900 году, 24 марта де-Фриз сообщает об открытии законов Менделя, и почти одновременно с ним (24 апреля) Корренс пишет статью „[Правило Грегора Менделя о поведении потомства расовых гибридов“, в которой отмечает значение работ Менделя. Позднее в ряде последующих статей он продолжает выступать проповедником идей Менделя и в 1905 г. издает письма Менделя к Нагели, которые более четко выявляют штрихи научной деятельности Менделя.

Начав работать в области генетики, Корренс уже не сходит с этого пути, посвящая всю свою остальную жизнь, т. е. 32 г. изучению явлений наследования.

Кратце научная деятельность Корренса может быть охарактеризована следующими чертами: глубокая эрудиция в области генетики, четкость и ясность мыслей и их последовательное развитие, планомерность в постановке научных вопросов, неразбрасываемость по мелочам, а сосредоточенность на определенных темах и вместе с тем широкий охват трактуемого вопроса, умелый выбор тем, требующих научного обоснования и разрешения и умелый выбор объекта для работы, что характеризует всегда исследователя не только с глубокой эрудицией, но и высокоталантливого.



Карл Эрих Корренс

в выборе дальнейших путей своей деятельности между медициной и естествознанием. Естествознание побеждает, и Корренс начинает работать в области физиологии растений, сначала у Нагели в Мюнхене, потом у Габерланда в Граце, Швенденера в Берлине и Пфеффера в Лейпциге. В 1889 г. он на основании своих физиологических

Всего работ Корренса около 80. Главными проблемами являются две; определение и наследование пола у растений и наследование пестролистности.

Первая работа в области определения и наследования пола у растений относится к 1904 г., всего посвящено этой проблеме около 30 работ и 3 крупных сводки 1913, 1926 и 1928 г. Эти сводки включают всю литературу по данному вопросу, критический обзор ее, сводку работ автора и новые положения на основе всех этих данных. В этих исследованиях проблема пола встает во всей ее сложности. Многие авторы до Корренса подходили к изучению этой проблемы, но Корренс первый внес в нее ясность. Кратко резюмируя основные положения работ по полу, можно отметить следующее: различные растительные группы различны по полу; всего по Корренсу можно установить четыре различных по полу группы, филогенетически между собою связанные, различающиеся между собой определенными половыми формулами, определенным состоянием пола. Низшая группа — это гермафродитные мхи и равноспоровые папоротники, высшая — раздельнопольные двудомные высшие растения; гермафродиты с одной стороны и раздельнопольные двудомные с другой связаны целым рядом переходов. У одних групп пол — явление фенотипическое, изменения, наблюдаемые по полу в этих группах, зависят от внешних условий; у других пол — явление генотипическое, мало зависящее от внешних условий, в этом случае пол, как каждый признак, наследуется, а, зная механизм наследования пола, мы можем им управлять. Конечно, мы знаем, что в дальнейшем основные положения Корренса будут детализированы и изменены;¹ но основа управления полом у растений заложена Корренсом.

Вторая основная проблема — изучение наследования пестролистности. Эта проблема, как и первая, имеет не только обще-ботанический, но и общебиологический интерес. Этот вопрос Корренс начинает разрабатывать также рано; первая работа относится к 1902 г., всего около 20 работ, последняя сводка относится к 1928 г., т. е. к тому же году, как и сводка по вопросу пола, иначе говоря, 1928 г. — год последних заключительных сводок работ Корренса. В отношении проблемы пестролистности Корренс в качестве объектов для исследования с тонкой наблюдательностью привлекает целый ряд растений, интересных по данному вопросу, и, изучая наследование пестролистности приходит к заключению, что не всегда имеет место обычное менделевское расщепление. Во многих случаях это осложнено, во-первых, тем, что по гипотезе Корренса в некоторых случаях наблюдается мутация одного из генов пестролистности обратно в состояние *typica*, что в результате дает больший процент зеленых растений, чем это следовало бы ожидать; во-вторых, менделевское наследование осложнено тем, что следует допустить влияние

плазмы и наследственную передачу через плазму. Так, у одной формы *Mirabilis jalapa* наследственность зависела исключительно от происхождения яйцеклеток; происхождение пыльцы не играло никакой роли.

В сводке 1928 г. Корренс, главным образом на основе своих данных, говорит о не-менделевском наследовании, понимая под таким наследованием — наследование через цито-идиоплазму, через плазмон. Можно подумать, что Корренс начал с защиты идей Менделя и кончил защитой не-менделевской наследственности. Но это не отрицание менделевских основ, а лишь детализация их и углубление, которое характеризует Корренса, как исследователя, ищущего новых путей, идущего все время вперед. Корренс сам говорит, что признанием не-менделевской наследственности значение менделизма не суживается: „менделизм это не теория, а группа фактов, не отрицаемая“.

Кроме этих основных проблем, Корренс в своих работах затрагивает и ряд других которые всплывают мимоходом по пути исследований. Так, в связи с вопросами пола он захватывает вопросы стерильности и их наследования, вопросы наследования рас с различными типами цветка, наконец, даже вопросы внутрисортовой конкуренции у пестролистной и обыкновенной расы *Urtica urens*.

Следует еще отметить, что Корренсу принадлежит приоритет в высказанной им, еще в работе 1902 г. о гибридах гороха, мысли о линейном расположении ген.

Таковы краткие данные по научной деятельности Корренса. Кроме научной работы, Корренс был одним из главных редакторов крупного генетического журнала *Zeitschrift für Inductive Abstammungs und Vererbungslehre* и биологического — *Biologisches Zentralblatt*. Он не был чужд и педагогической деятельности, несая в 1892 г. звание приват-доцента Тюбингенского университета, в 1899 г. экстраординарного профессора, в 1902 г. ординарного профессора в Мюнстере, с 1914 г. заслуженного профессора в Берлине.

Хотя научные исследования Корренса в области генетики начались не с самых первых шагов его деятельности, а тогда, когда ему было уже 35 лет, он сделал в этой области чрезвычайно много.

Это объясняется тем, что, кроме высокой талантливости, характерной его чертой была любовь к труду. Он трудился все время неустанно, с упорством настоящего исследователя, поставившего себе целью завоевание науки. Когда один из сотрудников попросил его написать какое-нибудь изречение на фотографической карточке, Корренс написал: „*Labore non lauro laetor*“ („Радует не лавр, а труд“). В этом изречении сказались весь Корренс.

Работы Корренса в области генетики — классические: они войдут в историю науки. Молодые наши генетики должны знать эти работы, освоив то глубоко ценное, что заключается в них, для дальнейшего движения вперед, для дальнейших завоеваний науки.

М. Резанова.

¹ В настоящее время мы не проводим резких границ между фенотипическим и генотипическим состоянием пола.

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

Август Копф. Основы теории относительности Эйнштейна. Гос. Техничко-Теорет. издат., Л.—М., 1933, 176 стр. Ц. 6 р. 50 к.—1 р. 50 к.

Недавно вышедшая в русском переводе книга немецкого астронома и физика А. Копфа представляет собой весьма ценное пособие при изучении теории относительности.

В небольшой по объему книжке Копф попытался дать сжатый очерк основных идей как специальной, так и общей теории относительности Эйнштейна.

Нельзя, однако, сказать, чтобы ему это удалось полностью. Если в изложении специальной теории Копф проявляет большое дидактическое мастерство и умеет изложить трудный идейный материал и достаточно полно, и достаточно глубоко для читателя, на которого рассчитана его книга, то изложение более трудной в формальном отношении общей теории относительности менее удалось автору, и работа над последними главами его книги будет полезна, пожалуй, преимущественно уже несколько подготовленному (владеющему методами тензорной алгебры и анализа) читателю.

Среди немногих появившихся на русском языке доселе книг по теории относительности, книга Копфа, пожалуй, единственная в своем роде, представляя не один из образцов так называемой популярной литературы по теории относительности, столь частый на нашем рынке в прежние годы (и столь ненужной, там как усвоение теории относительности без математического аппарата сколько-нибудь глубоко невозможно), а образец хотя и элементарного, но все же достаточно обоснованного математического введения в тему книги.

Указанные особенности книги заставляют отметить выпуск ее в свет, а также внести следующие необходимые пожелания, касающиеся 2-го издания ее, необходимость которого бесспорна, так как тираж (3150 экземпляров) рецензируемого издания был раскуплен в несколько дней, удовлетворив лишь совершенно ничтожную часть существующего огромного спроса на книги по серьезному изложению теории относительности.

О качестве издания книги Копфа надо сказать, что бумага, обложка и шрифт вполне удовлетворительны. Однако, в тексте и в формулах встречаются весьма досадные опечатки, иногда совершенно искажающие смысл. Что касается качества перевода, то в общем удовлетворительный, перевод вызывает в нескольких местах недоумение как в стилистическом, так и (что важнее) в терминологическом отношении.

Редакции перевода в лице проф. В. К. Фредерикса пришлось, конечно, достаточно много внимания уделить русскому переводу ряда общепотребительных в теории относительности тер-

минов, при чем в целом справилась с этой легкой задачей. Однако, перевод терминов типа *Ruhegrösse*, как *Ruhevolum* и других, словами „объем покоя“ и т. д. нам кажется неправильным, и была бы предпочтительнее замена их на „покоящийся объем“ и т. п., если, вообще, не обойтись самым перевод таких чисто немецких терминов. Далее (и это значительно важнее), нельзя не сожалеть, что при переводе книги редакция не сочла нужным ввести в изложение Копфа примечаний (комментариев), которыми снабжены, напр., также недавно вышедшие книги по волновой механике. Эти комментарии, во-первых, помогли бы читателю разобраться в более трудных вопросах, излагаемых Копфом (в особенности это относится к разделу по общей теории относительности); во-вторых, нам представляется необоснованным оставление редактором вне примечаний тех экспериментальных результатов, которые появились за 11 лет с момента выхода в свет 2-го немецкого издания книги Копфа, с которого был сделан рецензируемый русский перевод; в частности это вытекает из того факта, что Копфом все время в тексте делаются неоднократные ссылки на экспериментальную сторону вопроса, современную эпохе написания его книжки, и отсутствие свежего (и столь решающего для проверки теории относительности) экспериментального материала, который как раз за последние 10 лет был получен астрономами и физиками, дезориентирует начинающего читателя, невольно внушая ему, что состояние дела с экспериментальной проверкой теории относительности находится и поныне в стадии 1921—1922 гг.

Менее ощутимо, как справедливо указывает редактор книги, отсутствие в этом введении новых теоретических результатов, хотя, все же, нельзя не подчеркнуть, что неупоминание в переводе новейших космологических теорий и новых астрономических фактов, считающихся их подтверждением, опять-таки, не позволит начинающему читателю представить себе причины имеющегося в настоящее время повышенного интереса именно к космологическим результатам общей теории относительности.

Наконец, нельзя не отметить беспартийный в идеологическом отношении характер выпуска этой книги издательством, не озаботившимся снабжением ее хотя бы некоторым методологическим введением и комментариями. Книга Копфа выгодно отличается от других, вышедших на Западе книг, почти полным отсутствием в ней скверной философии махистского или неокантианского типа, которая частью буржуазных ученых считается неотрывной чертой физического релятивизма. Однако, несмотря на это, впрочем, скорее негативное достоинство, даже учебная книга Копфа ставит и как-то отвечает на важнейшие

для философии вопросы о материи и энергии, пространстве, времени и движении, причинности, „конечности“ мира и пр. Вскрыть правильный, хотя и стихийно-материалистический подход автора к ряду проблем общего порядка и показать, где, увлекаясь формализмом существующих теорий относительности, он сгланвится проводником идеализма, и должна сделать методологическая редакция во всех книгах, писанных на столь ответственную тему.

Отсутствие такой редакция, как это имело место, в частности, при выпуске рецензируемой книги, не может не дезориентировать советского читателя, показывая, что Издательство, повидимому, солидаризируется со всеми, в том числе и с отчасти совершенно неприемлемыми по духу и букве установками хорошего эрудита и педагога, но буржуазного ученого Копфа.

Отмечая выход в свет этой прекрасной книжки, остается пожелать, чтобы в ожидаемом в близком будущем втором издании ее были устранены указанные выше недостатки.

М. Эйенсон.

Г. А. Стадников. Химия угля, 2-е издание, Госхимтехиздат. М.-Л., 1933, стр. 299. Ц. 7 р.

Говорить о значении угольных богатств любой страны в ее экономической жизни — значит повторять старую заученную истину. В одной из своих речей Ллойд Джорж, которого нельзя заподозрить в отсутствии изящества и традициям английской нации, прямо заявил, что истинным королем Англии является уголь. Одним из выражений этого признания могущества угля, в известной мере определяющего политическую и экономическую мощь государства, было возникновение обширной журнальной литературы и появление целого ряда более или менее крупных монографий как в Западной Европе, так и в САСШ, посвященных разнообразным вопросам познания и использования ископаемых углей. Заслуженной и почетной известностью пользуются многочисленные труды Мюльгеймской школы углехимических исследователей во главе с Фр. Фишером; весьма обстоятельны и многочисленные работы англичан, возглавляемые такими мастерами, как В. А. Бонн и Р. В. Уилэр; каждому практику аналитики превосходно известны хотя бы только методологические исследования американца Парра (Parrr).

За последнее время научная периодика всех стран чрезвычайно высоко ставит и работы нашего соотечественника, московского профессора Г. А. Стадникова. Можно смело сказать, что имя Стадникова в углехимических кругах Запада не менее авторитетно, чем имена названных выше корифеев. У нас же, насколько известно автору этих строк, ни одна из фундаментальных монографий Г. А. Стадникова не послужила объектом сколько-нибудь обстоятельного отзыва.

Настоящая заметка не претендует на исчерпывающий обзор деятельности Г. А. Стадникова в области углехимических исследований, — такая задача могла бы составить предмет самостоятельного критического труда, — ее цель отметить лишь появление на нашем книжном рынке 2-го издания „Химия Угля“. 1-е издание этой моно-

графии, вышедшее в 1932 г., несмотря на исключительно неряшливое его оформление Гос. научн.-технич. издательством, уже все разошлось, что и побудило автора выпустить в свет 2-е, снабдив его некоторыми, правда немногочисленными дополнениями.

Нужно отметить, что еще раньше русского, в 1931 г. вышло немецкое издание, с внешней стороны вполне отвечающее всем требованиям, предъявляемым к серьезной книге большого научного значения.

Те громадные успехи, которые сделало за последние 15—20 лет исследование ископаемых углей, создали необходимость самого глубокого пересмотра имевшихся представлений по вопросам их происхождения и химического состава. Как совершенно правильно отмечает Г. А. Стадников в предисловии к 1-му изданию, ни известная книга Мука (переработанная в 1916 г. Гинриксеном и Тачак), ни превосходная „Химия Угля“ Штрах и Ланта (1924 г.) уже не отвечают современному состоянию знания о химической природе угля.

В 1931 г. вышел капитальный труд В. Фукса „Химия углей“, в котором нашли свое отражение все новейшие работы в этой области. Однако обилие материала привело к тому, что, будучи прекрасным справочником, эта книга лишена строгого критического духа, и в ряде случаев ограничивается краткой аннотацией работы того или иного исследователя, не оттеняя ее удельного веса и значения. Иначе построена книга Г. А. Стадникова. Совершенно отказавшись от рассмотрения в своей книге каких-то ни было технологических вопросов, автор сконцентрировал все внимание на изложении основ чисто теоретической стороны химической природы угля, справедливо полагая, что „углубленное изучение химии углей непременно даст толчок к новым исследованиям в этой области и к новым успехам в деле использования этих ископаемых“.

Нет нужды доказывать, насколько в этой области, еще молодой и находящейся в периоде бурного роста и развития, непронзводительны и бесплодны одни эмпирические искания, не опирающиеся на прочный научный фундамент. Таким фундаментом для химии угля является прежде всего органическая химия. Здесь уместно вспомнить энергичный призыв выдающегося английского исследователя В. А. Бона F. R. S., высказывающего в одной из своих статей, посвященных химической природе углей, взгляд, что эта область исследований „слишком долго находилась в руках геологов, палеоботаников, инженеров и (надобно добавить) теплотехников, которые, располагая малым химическим чутьем, повидимому, довольствуются знанием морфологической характеристики, элементарного анализа, коксующей способности и продуктов карбонизации угля. Пришло время, когда органики должны силою сами занять область, бесспорно им принадлежащую, систематически борясь за строение угля, так, как они это сделали в отношении других органических природных продуктов“.

Разбитая на двенадцать глав книга Г. А. Стадникова, с первых же страниц, вводит читателя в круг идей, лежащих на грани геологии и химии, устанавливая понятие о химическом

и геологическом возрасте углей и давая определение мало у нас известным представлениям о торфяной, бурогольной и каменноугольной стадии превращения отмершего растительного материала. При изложении теории происхождения угля затронуты вопросы о составе растительных организмов в размере, достаточном для выяснения различных направлений их превращения в процессах природного углеобразования. Автор вполне разделяет господствующую точку зрения на лигнитное происхождение гумусовых углей — взгляд крайне быстро укрепившийся среди большинства химиков, но не могущий во всех случаях расцениваться на универсальность. Чрезвычайно оригинальны и значительны построения Г. А. Стадника там, где он касается происхождения и состава сапропелитовых углей, подробно развитые на всем протяжении книги. Работы Г. А. Стадника в этой области являются руководящими, и все их значение будет понято у нас лишь тогда, когда получение искусственного жидкого топлива из твердого получит, наконец, реальное практическое осуществление. Подробно остановившись на воде, содержащейся в ископаемых углях, с точки зрения коллоидной химии, автор далее переходит к самому веществу углей, при чем особенно интересным является глава пятая, посвященная битумам углей, извлекаемым из них органическими растворителями. С несравненным мастерством автор показывает, как путем изучения этих битумов, а также продуктов полукочкования (гл. 8), могут быть получены ответы на вопросы о происхождении и возрасте того или иного угля и определено его положение в естественной классификации (гл. 11), созданной автором и являющейся прекрасным венцом его работ.

Значительно менее подробно рассмотрено коксование углей при высокой температуре, что вполне понятно, так как процесс столь грубого термического воздействия, чрезвычайно интересный сам по себе, почти ничего не дает для понимания тонких деталей строения органического вещества углей. В то же время процесс гидрирования углей (гл. 10), на который, к сожалению, укореняется взгляд как на чисто технологический прием облагораживания топлив или как на область для всяческих физико-химических построений, вскрыт автором, как мощный метод познания химической природы угля.

В кратком обзоре трудно перечислить все те фундаментальные вопросы, которые затронуты Г. А. Стадником в его небольшой по объему, но необычайно богатой и глубокой по содержанию книге.

Изложение ясное, слог может служить образцом того, ныне в значительной мере утраченного совершенства, каким владеют истинные мастера знания.

Книга носит на себе яркую печать мощной индивидуальности ее автора и прочтется всяким интересующимся вопросами химии естественных продуктов с большой пользой и удовольствием.

По сравнению с 1-м изданием, 2-е много лучше. Для книги, самое широкое распространение которой является настоятельно необходимым, цена (7 руб.) должна быть признана слишком высокой.

Н. А. Орлов.

Карта отложений четвертичной системы Европейской части СССР и сопредельных с ней местностей. Издание Союзгеоразведки (1932) в 2 листах с приложением объяснительной записки. Ц. 25 р. 60 к. Масштаб — 1:2 500 000.

Вышла в свет обзорная карта четвертичных отложений Русской равнины, Кавказа, Крыма, Урала, частей Западной Сибири и Казакстана и соседних с СССР Западно-Европейских государств.

Для страны, где географические ландшафты, состав и плодородие почвы зависят в значительной мере от характера четвертичного покрова издание карты четвертичных отложений является не только крупным фактом научной важности, но имеет и глубоко практическое значение. Последнее усиливается в особенности в настоящий исторический момент, когда страна развивает великое строительство по сооружению мощных гидростанций, колоссальных плотин, водных соединительных каналов и обширных ирригационных мероприятий, успех которых зависит, помимо других факторов, и от строения четвертичных пород, на которых возводятся указанные сооружения.

Учитывая столь важное практическое значение карты четвертичных отложений, составители ее придали ей отличный от обычных геологических карт вид, обозначив на ней не только стратиграфию, но и литологический состав и генезис четвертичных отложений, а частично и морфологию. В этом отношении издания карта является новшеством не только в нашей, но и в западно-европейской и американской литературе, где подобных обзорных карт еще нет.

В стратиграфическом отношении на карте проведено подразделение отложений только на два отдела: отложения ледникового и послеледниковых отделов. Провести более дробное стратиграфическое подразделение не представлялось возможности в силу того, что детальная стратиграфия четвертичных отложений разработана у нас только для отдельных местностей, большая же часть Союза еще мало исследована, и четвертичные отложения в различных частях ее не поддаются синхронизации.

Значительно большее внимание уделено на карте генезису отложений.

По генезису четвертичные отложения подразделены на ледниковые флювио-гляциальные, гляциально-озерные, морские, элювиальные, элювиально-делювиальные, делювиальные, пролювиальные, эоловые, химические и изверженные.

Обозначение генетических типов четвертичных отложений дает возможность чтения на карте создавших их геологических процессов, в силу чего карта получает возможность выражения не только последовательности напластований, как это имеет место на обычных геологических картах, но и динамики прошлого.

Так, например, на представленной обзорной карте четвертичных отложений сразу можно видеть местности, бывшие в ледниковый период под покровом льда, и местности, где в то же время господствовали другие геологические процессы, как-то: ветер, субэральные деятели, речная эрозия или деятельность моря. Точно так же, судя по генезису осадков, можно сказать, какие геологические деятели заступили место

ледникового покрова, как возникали и исчезали при его отступании подпруженные озера, когда начали свою деятельность современные реки, где были исчезнувшие в настоящее время морские проливы и т. д.

Кроме того, генезис отложений в значительной степени свидетельствует о характере самих отложений и дает основания заключать об их составе, химических и физических свойствах, что имеет большое практическое значение для планирования различного рода хозяйственных мероприятий в агрономии, почвоведении, мелиорации, в лесоводственном деле и в колонизационном вопросе.

Холмистые моренные ландшафты истари были у нас излюбленными местами для „населенников“, и занимались под земледельческую культуру, тогда как зандровые пространства всегда были областями лесохозяйственного пользования. Аллювиальные отложения рек почти всюду запускаются под луга и используются под травяное хозяйство, а золотые пески в долинах рек или вне их служат местом разведения сосновых лесов. Еще Гюмбель сказал, что от тонкого слоя лёсса для Баварии простирается больше богатств, чем от всех ее рудников вместе взятых. Область лёссовых пород в СССР во много раз больше, чем в Баварии, и толщина его достигает 100 метров. Карта, показывающая области распространения лёсса, в то же время говорит и о местностях, наиболее благоприятных для земледельческой культуры.

Но лёссовые породы не везде однородны: в зависимости от того или другого происхождения лёсса меняется их механический состав, пористость, количество углекислого кальция. Типичные золотые лёссы распространены у нас на юге-западе и западе Украины, к востоку же, где золотые лёссы сменяются элювиально-делювиальными, они делаются более глинистыми, что отражается на характере образующихся на них почв, а, следовательно, и на разводимых на них сельско-хозяйственных культурах.

Суждения о возможности того или другого использования четвертичных отложений, исходя из генезиса их, пополняются еще литологическими данными карты. Из литологических обозначений на карте показаны: пески, супеси, суглинки и глины, галечники, валуны, щебневатые породы, валунные суглинки, валунные супеси, валунные пески и лёссы.

Из-за мелкого масштаба обзорной карты, нанесенные на ней литологические обозначения могут иметь лишь ориентировочное значение при разрешении практических вопросов, и главным образом, для крупных ирригационных сооружений, вроде постройки железных и шоссейных дорог, водных каналов, крупных ирригационных сооружений, гидростанций. Так, например, зная свойство лёсса давать просадку при сильном увлажнении закладываемых в нем котлованов и выемок, исходя из обозначения этой породы на карте, заранее можно предвидеть — в каких местностях придется встретиться с этим явлением, причинившим так много осложнений, например, при проведении Курско-Марийского канала на Кавказе.

Такое же предвидение карта может дать по части местонахождения пород, могущих давать

плывуны, удорожившие, например, Кондопожское строительство больше, чем в два раза.

Точно так же литологические обозначения на карте могут быть использованы строительной и технологической промышленностью в направлении указаний местонахождений различных видов минерального сырья, как глины, песка, гравия, валунов, щебня и т. д. Некоторые из этих материалов, несмотря на кажущуюся их распространенность, являются остродефицитными в особенности по соседству с крупными индустриальными центрами: так, например, Ленинград в настоящее время испытывает гравийный голод, Москва — глиняный и т. д.

Не менее велико и научное значение изданной карты. В ней сконцентрировано все то, что в течение около столетия собиралось трудами русских ученых по части познания последней главы земной истории на пространстве европейской части СССР и сопредельных с ней местностей. Изображение на карте четвертичных отложений соседних с СССР частей западно-европейских государств — Финляндии, Швеции, Норвегии, Эстонии, Латвии, Литвы, Германии, Польши и Румынии расширяет ее значение из унитарно-государственного в значительной степени и в обще-европейское.

Из сводки на карте всех имеющихся и разбросанных по различным изданиям сведений о четвертичных отложениях Русской равнины и соседних с ней местностей получилась общая картина четвертичного покрова, на котором выпукло выступил целый ряд новых научных данных, которые ранее оставались незаметными при отдельных описаниях.

Так, впервые на этой карте выступила ясная картина поясов конечно-моренных образований Скандинавского ледника, переходящих к нам из Германии и Польши и протягивающихся на северо-восток через всю среднюю и северную часть Русской равнины в форме сложных гирлянд, обращенных выпуклостями к юго-востоку. По расположению поясов конечно-моренных образований можно определить число фаз останков ледника при его отступании от максимальной границы распространения до центра оледенения на Скандинавском полуострове. Всего таких фаз было не менее 11.

Далее на карте нанесено северо-восточное продолжение Финляндских салпауслек, из которых внешняя идет к южному берегу Белого моря, очерчивая дуги кругом Онежской и Двинской губ, а внутренняя — к Кольскому полуострову, где ее продолжение обозначено впервые нанесенной на карту конечной морене по южной и восточной окраине Кольского полуострова. Очень выпукло выступил последний центр оледенения на Кольском полуострове в Хибинской и Монча тундрах, благодаря окружению его кольцом конечно-моренных образований.

Рельефно вырисовался на карте Уральский ледник. Центр этого оледенения располагался в Северном Урале; от этого центра льды шли на северо-запад в сторону Большеземельской тундры и на юго-восток в Западную Сибирь. Конечные морны в Большеземельской и Малоземельской тундрах показывают пределы этого ледника на северо-западе, а ряд конечных морен в Западной Сибири свидетельствуют о распространении и

фазах отступления Уральского ледника по западную сторону Уральского хребта.

Точно так же впервые на изданной карте нанесены точно границы и Кавказского оледенения.

Реки Западной Европы, стекавшие с Альп и Карпат на Север, в ледниковый период встречали на своем пути ледниковый покров и, обходя его, текли на Запад, прокладывая себе широкие долины прапотоков (урштромы) — вдоль края ледника. На Русской равнине такой преграды для гидрографической сети в ледниковый период не было. Это различие условий стока речных вод в ледниковое время в Западной Европе и на Русской равнине вышло на карту в переходах с запада на восток долин урштромов в „полюсья“.

Полоса „полюсья“ идет вдоль края фазы оледенения Варта-Вычегда и, затем, по мере отступления ледника смещается к Северу.

К северозападу, за область главного конечно-моренного пояса, в значительной своей части совпадающего с поясом Прибалтийской возвышенности, сток вод и в Русской равнине был подпружен ледником, в силу чего здесь возникли обширные подпруженные озера, как о том свидетельствуют на карте обширные области озерно-гляциальных ленточных глин и песков.

Одно из таких обширных ледниковых озер возникло после разрыва Скандинавского и Уральского ледников в области Верхней и Средней Печоры. При дальнейшем отступлении Скандинавского ледника на северо-востоке вдоль его края в силу отклонения стока вод Тиманским хребтом возникли обширные, подобно северно-германским, долины прапотоков: Вычегды, Выми, Мезени, Вашки. К северу в силу равнинности местности эти долины прапотоков перешли в обширные полюсья (Северно-Печорское „полюсье“; полюсье по реке Пезе).

Такое же полюсье намечается на карте и в Западной Сибири по краю Уральско-Сибирского ледника в бассейне реки Конды, и нижнего течения

Иртыша, причем сток вод этого полюсья, как это можно судить из характера осадков, происходил не к северу, где тогда был ледник, а к югу по направлению долин р. Иртыша, Тобола. через систему озер — Убагам, Аксуан и по Тургаю в Аральское море.

Последнее в свою очередь аллювиальными наносами приустьевых частей Аму-Дарьи связывается с озерными отложениями по Узбою, а через последний — с Каспийским морем. Таким образом намечается один из путей стока талых вод Уральско-Сибирского ледника, что вместе с тальми водами восточной части ледника Русской равнины могло послужить одной из причин Каспийских трансгрессий.

Совершенно иначе, чем на других геологических картах, на данной карте показана бореальная трансгрессия. Согласно взглядам позднейших исследователей, возраст последней определяется как межледниковый, а не послеледниковый, как это ранее полагал Ф. Н. Чернышев и др. исследователи. В силу этого вместо обширных площадей, показанных под бореальной трансгрессией на севере Русской равнины на прежних геологических картах, на карте четвертичных отложений бореальная трансгрессия нанесена узкими полосками морских отложений вдоль рек, где имеются действительно выходы бореальных осадков.

Новостью является нанесение на карте позднеледниковой (Иольдиевой) трансгрессии по побережью Ледовитого океана и, затем, позднее-ледникового пролива между Белым морем и Балтикой.

Таковы те беглые выводы, которые можно сделать из карты четвертичных отложений. Они еще далеко не исчерпывают всего научного материала, нанесенного на карту, которую, по выражению одного из иностранных членов недавно состоявшейся Международной конференции по изучению Четвертичного периода, надо будет изучать и которая даст материал еще для многих научных выводов и заключений.

С. Яковлев.

Напечатано по распоряжению Академии Наук СССР

Сентябрь 1933 г.

Непременный секретарь академик *В. Волин.*

Ответственный редактор академик *А. А. Борисяк.*

Члены редакционной коллегии { *Акад. С. И. Бабилов, акад. Б. А. Келлер, проф. Я. М. Урановский (зам. отв. редактора), проф. А. Ю. Харит.*

Ответственный секретарь редакции д-р *М. С. Королюцкий.*

Обложка работы худ. *А. А. Ушина.*

Технический редактор *А. Д. Похровский.* — Ученый корректор *М. М. Севастьянов.*

Сдано в набор 17 августа 1933 г. — Подписано к печати 17 сентября 1933 г.

Формат бум. 72×110 см. — 9 печ. л. — 72800 тип. зн. — Тираж 6500

АНИ № 265.

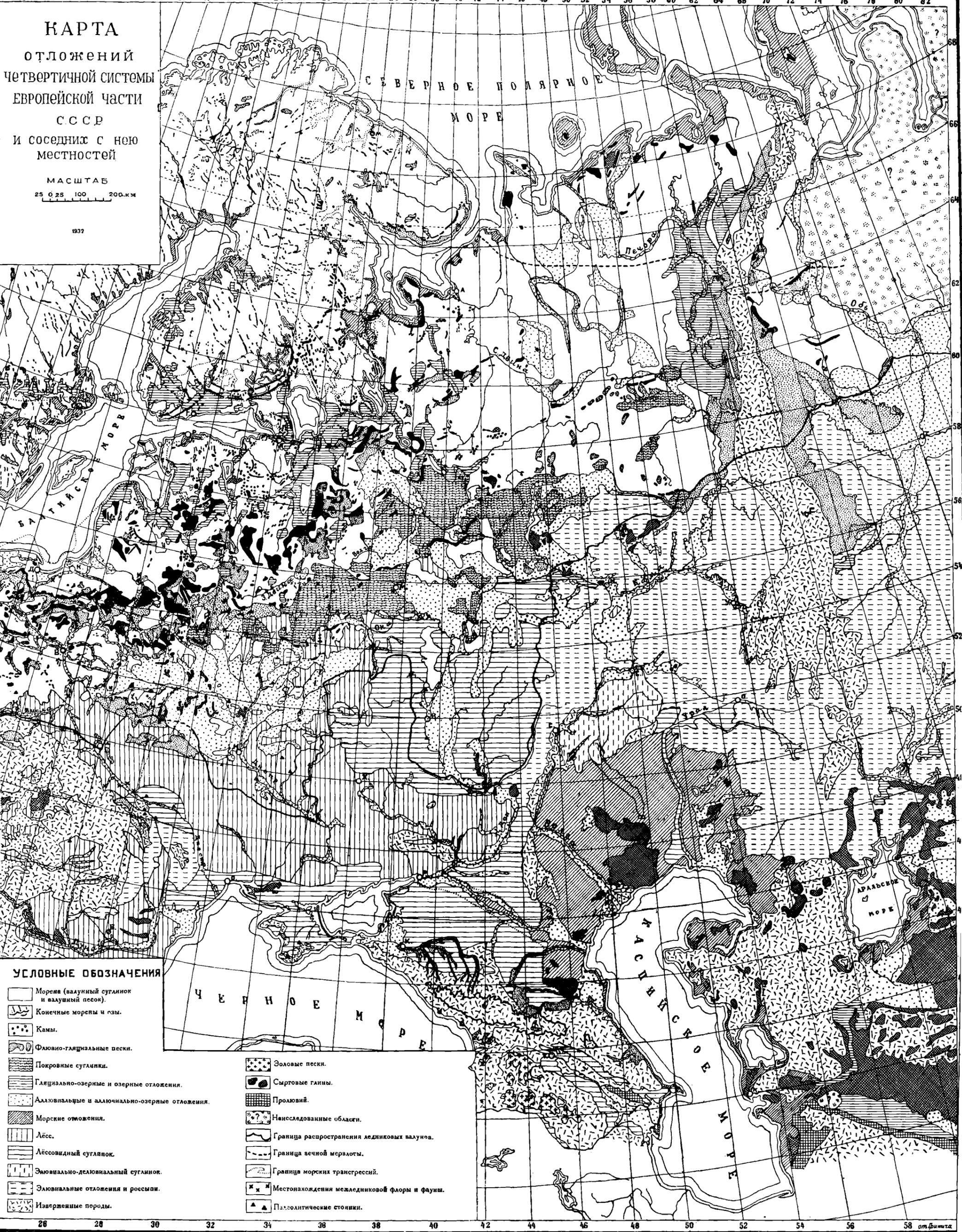
Заказ № 1466.

4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 26 28 30 32 34 36 38 40 42 44 46 48 50 52 54 56 58 60 62 64 66 68 70 72 74 76 78 80 82

КАРТА ОТЛОЖЕНИЙ ЧЕТВЕРТИЧНОЙ СИСТЕМЫ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ СССР И СОСЕДНИХ С НЕЮ МЕСТНОСТЕЙ

МАСШТАБ
25 0 25 100 200 км

1937



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

- Морена (валунный суглинок и валунный песок).
- Конечные морены и глыбы.
- Камы.
- Флювио-гляциальные пески.
- Покровные суглинки.
- Гляциально-озерные и озерные отложения.
- Аллювиальные и аллювиально-озерные отложения.
- Морские отложения.
- Лесс.
- Лессовидный суглинок.
- Элювиально-делювиальный суглинок.
- Элювиальные отложения и россыпи.
- Изверженные породы.
- Золотые пески.
- Сырцовые гины.
- Проловий.
- Навислованные области.
- Граница распространения ледниковых валунов.
- Граница вечной мерзлоты.
- Граница морских трансгрессий.
- Местонахождения межледниковой флоры и фауны.
- Палеолитические стоянки.

26 28 30 32 34 36 38 40 42 44 46 48 50 52 54 56 58 от Дмита

ПРОДОЛЖАЕТСЯ ПОДПИСКА НА 1933 г.

НА ПОПУЛЯРНЫЙ
ЕСТЕСТВЕННО-ИСТОРИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
ИЗДАВАЕМЫЙ АКАДЕМИЕЙ НАУК СССР „ПРИРОДА“

Ответственный редактор акад. А. А. Борисяк. Члены редакционной коллегии: акад. С. Ч. Вавилов, акад. Б. А. Келлер, проф. Я. М. Урановский (зам. отв. редактора), проф. А. Ю. Харит.
Отв. секретарь редакции д-р М. С. Королицкий.

Журнал популяризирует достижения современного теоретического естествознания в СССР и за границей и освещает их связь с социалистическим строительством. Наряду с эмпирическим материалом журнал дает статьи, которые трактуют методологические проблемы, преодолевая реакционные направления в теоретическом естествознании. В журнале представлены все основные отделы естественных наук, организованы также отделы: История и философия естествознания, Новости науки, Научные съезды и конференции, Жизнь институтов и лабораторий, Критика и библиография.

ПОДПИСНАЯ ЦЕНА: НА ГОД . . . 15 р. — к.
НА 1/2 ГОДА . . . 7 р. 50 к.

ПОДПИСКА ПРИНИМАЕТСЯ в Секторе распространения Издательства Академии Наук СССР

Ленинград, 1, В. О., Тучкова наб., д. 2, тел. 5-92-62

Редакция: Ленинград, 1, В. О., Таможенный пер., д. 2, тел. 669-38 и 555-78

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР

ВСЕМ НАУЧНЫМ РАБОТНИКАМ СССР

— ОТКРЫТА ПОДПИСКА —

НА СЕРИЮ РЕГУЛЯРНО ВЫХОДЯЩИХ ВЫПУСКОВ ИЗДАНИЯ

ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК СССР

по отделению Математических и Естественных наук

Редакционная коллегия: акад. А. А. Борисяк, акад. С. И. Вавилов
и акад. А. А. Рихтер

Имся задачей ознакомление широких кругов научных работников с последними достижениями научной мысли в области математики, естествознания и теоретической техники, ДОКЛАДЫ будут выходить с 1 октября 1933 г. в значительно расширенном виде и в строго установленные сроки — два раза в месяц.

Объем каждого выпуска — не менее 3 печатных листов.

В своем новом виде ДОКЛАДЫ должны явиться органом, интегрирующим громадную, но пока еще разрозненную работу научных учреждений Союза, и послужить основанием к сближению и согласованию опыта отдельных научных объединений.

ДОКЛАДЫ, как источник, своевременно освещающий последние завоевания науки и теоретической техники и отражающий рост научной продукции СССР, должны заинтересовать каждого научного работника, преподавателя ВУЗ'а, руководителя предприятия, инженера, врача-специалиста, квалифицированного педагога, агронома-опытника и всех, кому необходимо быть в курсе текущей научно-исследовательской работы.

Подписка на ДОКЛАДЫ принимается на три месяца, с 1 октября по 31 декабря 1933 г. В течение этого срока выйдет 6 выпусков.

ПОДПИСНАЯ ЦЕНА — 9 РУБ.

Одному и деньги направлять Сектору распространения Издательства Академии Наук СССР: Ленинград, В. О., Тучкова наб., 2 или сдавать доверенным, снабженным специальными доверенностями.

Цена 2 руб. 50 коп.