

ПРИРОДА



№

3

ИЗД-ВО АКАДЕМИИ НАУК СССР • 1934

СОДЕРЖАНИЕ

Проф. А. А. Яковкин. Основы
алюминиевой промышленности . . . 1

С. Я. Залкинд. Проблема мито-
генетического излучения.

II. Источники излучения, проявление
лучей в организме 11

Д-р Г. В. Гершуни. О некото-
рых вопросах физиологии слуха . . . 27

Проф. Н. М. Книпович. Из вос-
поминаний о В. И. Ленине 33

Д. И. МЕНДЕЛЕЕВ

К 100-летию со дня рождения (1834—1934)

Н. И. Родный. Философские
и социально-политические взгляды
Д. И. Менделеева 38

К. В. Никольский. Периодиче-
ская система элементов Д. И. Мен-
делеева в свете современной фи-
зики 48

Б. Г. Шпаковский. Работы Д. И.
Менделеева по критическому со-
стоянию вещества 66

В. Д. Басков. Д. И. Менделеев
и определение силы тяжести . . . 72

Новые материалы о Д. И. Менделееве . . . 75
Празднование 100-летия со дня рожде-
ния Д. И. Менделеева 76

НОВОСТИ НАУКИ

Физика. Экспериментальное доказа-
тельство отдачи атома при испускании света . . . 77

Химия. Использование древесины для
производства пищевых продуктов, спирта
и глюкозы (Ф. Бергнус. Chemistry and In-
dustry, т. 52, № 52, 29 XII 1933) . . . 79

Геология. Подземные пожары в Куз-
нецком бассейне 83

Физическая география. Звучание
снежного поля 85

Биология.

Зоология. Ставка на зебу. — Электри-
ческий червекопатель 85

Биохимия. Некоторые химические
аспекты жизни (Речь президента Royal So-
ciety и профессора Кембриджского универ-
ситета Ф. Г. Гопкинса, читанная перед Об-
ществом содействия науке 6 IX 1933 в Лей-
честере. Supplement to „Nature“, т. 132,
№ 3332, 9 IX 1933) 90

Физиология. Гуморальные факторы
в нервной деятельности 101

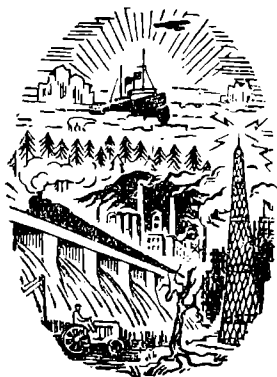
НАУЧНЫЕ СЪЕЗДЫ И КОН- ФЕРЕНЦИИ

Первая Всесоюзная Конференция по
физико-химическому анализу. — О конфе-
ренции по экспериментальной зоологии . . . 103

ЖИЗНЬ ИНСТИТУТОВ И ЛАБО- РАТОРИЙ

О работе Киевского Научно-исследова-
тельского института ботаники. — Геоологи-
ческое общество Грузии 106

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ



ПРИРОДА

ПОПУЛЯРНЫЙ
ЕСТЕСТВЕННО-ИСТОРИЧЕСКИЙ
ЖУРНАЛ

ИЗДАВАЕМЫЙ АКАДЕМИЕЙ НАУК СССР

ГОД ИЗДАНИЯ
ДВАДЦАТЬ ТРЕТИЙ

№ 3

1934

ОСНОВЫ АЛЮМИНИЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Проф. А. А. ЯКОВКИН

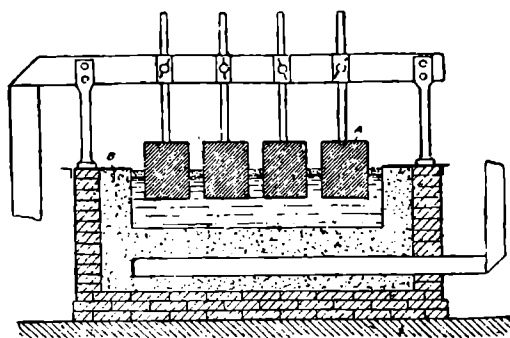
Выдающиеся открытия в области науки и изобретения в области промышленности появляются своевременно — не раньше и не позже определенного времени. В исключительных случаях прозорливые умы могут предусматривать научные истины за много лет раньше, чем они войдут во всеобщее сознание; в этих случаях эти преждевременные открытия не имеют применения в науке и остаются в забвении, пока не наступит для этого надлежащее время. Так, гениальное открытие закона Авогадро в 1811 г. оставалось в пренебрежении у химиков первой половины XIX в. до тех пор, пока исследования в области органической химии не потребовали властно возрождения этого закона. Это и было исполнено Жераром, установившим понятие о молекуле спустя почти столетие после открытия Авогадро. После этого химия начала прогрессировать весьма быстро и при том в разных направлениях. Открытие периодической системы элементов могло последовать лишь после реформы Жерара, когда на основе

понятия о молекуле были установлены правильные атомные веса элементов; и действительно, в 60-х годах прошлого столетия возникает несколько попыток установления периодического закона, завершившихся блестящим достижением гениального Д. И. Менделеева. С другой стороны лишь после реформы Жерара стало возможно установление структуры молекул органических веществ, вызвавшее блестящие открытия в области их синтеза.

Получение металлического алюминия из хлористой соли его, произведенное Эрстедом в 1825 г. и Велером в 1827 г., и попытка С. К. Девиля применить метод Велера для промышленного производства алюминия 30 лет после этого, не дали положительных результатов, так как С. К. Девиль пошел по неправильному пути. Хотя металлический алюминий, полученный заводским путем, и был экспонирован на Парижской выставке 1855 г. как „серебро из глины“ и как „металл будущего“, тем не менее из попытки С. К. Девиля не могло возникнуть промышленное производство

алюминия, так как в обширных размерах его можно получать лишь электролитическим путем, и при том не из водных растворов, а из расплавленной массы его солей. Впервые правильный путь производства алюминия был намечен знаменитым Бунзеном, выплавившим алюминий электролитически из расплавленной двойной хлористой соли его с хлористым натрием еще в 1854 г. Этот путь был правильный, но он намечен был несвоевременно — слишком рано. Промышленное производство алюминия могло возникнуть лишь после развития электротехники, когда стало возможным превращать механическую энергию в электрическую. Замечательные открытия и изобретения Грамма выполнены в 70-х годах, и благодаря им Париж впервые был освещен электрическим светом в 1878 г. Потребовалось несколько лет после этого для разработки электролитического получения металлического алюминия в крупном заводском масштабе. И тогда почти одновременно в Европе и Америке возникает один и тот же способ производства алюминия, единственный практикующим почти без изменения в настоящее время. Этот способ заключается в электролитическом разложении сплава безводной окиси алюминия Al_2O_3 с криолитом Na_3AlF_6 . Чистая окись алюминия плавится весьма высоко — при 2050° и в расплавленном состоянии плохо проводит электрический ток; криолит плавится при несравненно более низкой температуре (1000°), а сплав криолита с окисью при еще более низкой температуре. Замечательно, что в Европе Эру (Hérault) и в Америке Голл (Hall) предложили для окиси алюминия один и тот же пламень — криолит, хотя они разрабатывали способ выплавки алюминия независимо друг от друга, и этот пламень применяется и ныне на всех заводах. Это служит гарантией того, что криолит действительно представляет лучший пламень.

Со времени Эру и Голла конструкция электролитической ванны осталась почти без изменения, как показывает изображенная здесь (фиг. 1) ванна в схематическом виде: ток подводится к угольным анодам А при помощи медных



Фиг. 1.

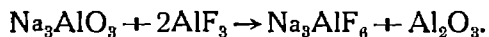
стержней и отводится от железной ванны при помощи железной шины, расположенной в угольной плите под ванной. Угольные аноды А сгорают в выделяющемся из окиси алюминия кислороде с образованием углекислого газа. Хотя конструкция ванны осталась почти без изменения, но состав ванны подвергся существенному изменению.

П. П. Федотьев в 1912 г. изучил при содействии В. П. Ильинского диаграмму плавкости составных частей криолита (AlF_3 и NaF) и нашел, что смесь из 46.5% (молекулярных) AlF_3 и 53.5% NaF плавится при наиболее низкой температуре из всех смесей этих солей, именно при 685° (алюминий плавится при 659°). Поэтому прибавление к криолиту избытка AlF_3 значительно понижает температуру плавления смеси и вообще улучшает свойства электролитической ванны. В последнее время¹ П. П. Федотьев разработал также и теорию электролитической выплавки алюминия — на основании собственных наблюдений и исследований Арндта и Каласса.

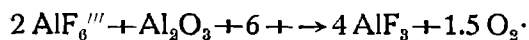
П. П. Федотьев в своей теории проводит аналогию между электролизом раствора сульфата натрия в воде и раствора криолита в расплавленном глиноземе. Подобно тому, как там чистая вода почти не проводит тока и электролитически разлагается сульфат, так и здесь сплавленный глинозем почти не проводит тока и разлагается от действия тока криолит. Как там на электродах происходят вторичные процессы,

¹ Легкие металлы, 1932, № 4 стр. 15—16.

в результате которых разлагается вода с выделением водорода на катоде и кислорода на аноде, так и здесь при вторичном процессе разлагается глинозем с образованием алюминия и кислорода. По этой теории выясняется важная роль предложенного П. П. Федотьевым избытка фтористого алюминия в электролитической ванне, прежде всего для устранения вредного влияния алюмината натрия, образующегося на катоде при вытеснении алюминия матрицей из глинозема; избыток фтористого алюминия превращает алюминий в криолит и глинозем, вследствие чего ванна принимает свой нормальный состав:



На аноде образуется анион AlF_6''' , который с глиноземом дает фтористый алюминий и кислород, сжигающий при высокой температуре угольные аноды:



Таким образом при электролизе криолита у катода образуется алюминат, а у анода фтористый алюминий, как при электролизе раствора сульфата образуются щелочь и кислота. При перемешивании ванны после электролиза алюминат и фтористый алюминий реагируют друг с другом и дают глинозем и криолит, подобно тому, как при смешении щелочи и кислоты образуются вода и подвергаемая электролизу соль.

Для получения алюминия требуется затрата значительного количества электрической энергии в виду того, что эквивалент алюминия равен трети его и без того невысокого атомного веса (27), т. е. он равен 9. Значит, для получения 9 г алюминия требуется теоретически затрата электричества в размере 96.5 тыс. кулонов; так как электролиз алюминия осуществляется при напряжении тока у электродов около 5 вольт, то для выплавки 1 кг алюминия требуется теоретически энергия в количестве $\frac{96\,500 \cdot 5 \cdot 1000}{9.60 \cdot 60 \cdot 1000}$ или около 15 киловаттчасов, а практически значительно больше. Поэтому, для выплавки алюминия применяется преимущественно дешевая энер-

гия водопадов (в СССР Волховской и Днепровской гидроэлектростанций).

Состав ванны устанавливается так, чтобы уд. вес сплава был несколько меньше, чем уд. вес сплавленного металла, который таким образом скопляется на дне ванны и время от времени, или непрерывно, отсюда удаляется, а в расплавленную ванну прибавляется глинозем. Поэтому, криолит с избытком фтористого алюминия теоретически не расходуется совсем, а практически тратится лишь в небольших количествах. Значит, материалом для получения металлического алюминия ныне служит исключительно глинозем. Так как очищение готового алюминия ныне производится лишь в редких случаях, то и алюминий получается тем более чистым, чем чище взят глинозем; если глинозем загрязнен кремнеземом и окисью железа, то и алюминий загрязняется кремнием и железом.

Эру и Голл в своем изобретении не пошли по пути, намеченному Бунзеном, и не разрабатывали способа электролитического получения алюминия из сплава хлористого алюминия с хлористым натрием. Причиной этого служит то обстоятельство, что в конце 80-х и в начале 90-х годов прошлого столетия способ получения глинозема был уже прекрасно разработан и давал в промышленном масштабе чистый глинозем, способ же получения хлористого алюминия из природных материалов и в настоящее время остается на уровне 20-х годов прошлого века, когда Эрстед впервые получил это вещество прокаливанием окиси алюминия с углем в струе хлора. Окись же алюминия в чистом состоянии и ее соединения стали готовить заводским путем еще с 50-х годов прошлого столетия, так как чистые глиноземные препараты требуются в качестве протрав для окраски волокнистого материала в красный (кумачевый) цвет. Потребность в таком материале больше всего ощущалась во Франции и в России, так как во времена Наполеона III французское войско было одето в красные шаровары, а в России кумач служил материалом для излюбленного народного одеяния. Поэтому, главные изобретения в области получения чи-

стого глинозема сделаны во Франции и в России. Инициатива принадлежит Франции, где природным материалом для получения глинозема служит боксит, найденный на юге Франции более 100 лет тому назад и залегающий там в громадных количествах. Впоследствии бокситы были найдены и в других странах; они ныне и служат почти единственным материалом для получения глинозема, из которого выплавляется алюминий. Поэтому, нам необходимо подробнее остановиться на этих залежах.

Бокситы не образуют определенного минерала постоянного состава, а скорее представляют горную породу, так как состав бокситов подвергается сильным колебаниям даже для одного и того же месторождения. Бокситы по внешнему виду похожи на глины, но отличаются от них большим содержанием глинозема и меньшим кремнезема: глины содержат глинозема 25—35% и кремнезема около 55%, а бокситы глинозема 50—80%, а кремнезема от 2% до 20%. Содержание окиси железа как в глинах, так и бокситах может быть различным, а потому и окраска бокситов и глин различна: от белой и светложелтой до темно-красной. Как бокситы, так и глины содержат некоторое количество окиси титана: бокситы — в больших количествах, глины — в меньших. Отличаются бокситы от глин и по другим признакам: глинозем из глин после прокаливания последних при 600—800° весьма легко растворяется при нагревании даже в разбавленных и слабых кислотах, между тем как глинозем в бокситах при тех же условиях трудно реагирует с разбавленными и слабыми кислотами. Кроме того, глины залегают всюду в громадных количествах, бокситы же залегают в более скромных размерах и значительно реже.

Происхождение бокситов до сих пор является недостаточно выясненным; повидимому, они образовались из глин или вместе с глинами при условиях теплого и влажного климата в те геологические эпохи, когда месторождения бокситов находились в субтропических и тропических областях.

4 Подтверждением происхождения бокситов из глин или вместе с ними служит

то соображение, что кремнезем в бокситах находится обыкновенно в виде каолина, так как после прокаливания бокситов до 600—800° часть глинозема соответственно содержанию кремнезема легко реагирует с разбавленными кислотами, остальной еще бокситный глинозем не реагирует. Значит, собственно в бокситах глинозем находится в ином состоянии, чем в каолине: в каолине он находится в виде каолинитового ядра, а в бокситах различного происхождения в двух видах: 1) или в виде гидраргиллита $Al(OH)_3$, 2) или в виде геля, имеющего состав диаспора $AlO(OH)$. Первые бокситы называются гидраргиллитовыми, а вторые — спорогелитовыми.

Лучшими бокситами для получения чистой окиси алюминия являются бокситы, содержащие возможно меньше кремнезема, так как при современных методах получения чистого глинозема труднее всего удаляется из бокситов кремнезем; содержание окиси железа имеет лишь второстепенное значение, так как железо при современных способах удаляется из бокситов сравнительно легко.

Наиболее мощные залежи бокситов и при том лучшего качества находятся на юге Франции; они и служат главным источником приготовления окиси алюминия на западно-европейских заводах; запас их около 30 млн. т.

Еще более мощные залежи имеются в Арканзасе (САСШ); запас их 50—80 млн. т; вместе с аппалачскими залежами бокситов, расположенными как по восточному, так и западному склону Аппалачского (Аллеганского) хребта, они питают глиноземный завод в САСШ, находящийся в С. Луи, с производительностью более 200 тыс. т окиси алюминия в год. Мощные залежи бокситов имеются также в Гвиане (в Ю. Америке); они питают канадские глиноземные заводы.

Меньшее значение имеют залежи бокситов в Италии, Венгрии и Югославии. Ныне добывается бокситов на всем земном шаре около 2 млн. т ежегодно.

В СССР впервые были открыты Тихвинские бокситы в Ленинградской.

области; бокситоносная область расположена в районе между Северной ж. д. и ж. д. Мга—Рыбинск, на протяжении на севере между ст. Б. Двор и Пикалевкой, а на юге до ст. Неболичи. Здесь расположено 17 отдельных месторождений бокситов; происхождение палеозойское (в. девон); запас их около 4 млн. т. Бокситы относятся к спорогелитовому типу, содержат много кремнезема (до 18% и выше); глинозема около 50%, окиси железа около 15%. Хотя эти бокситы по своему составу мало пригодны для переработки на чистый глинозем, тем не менее они и ныне питают ВАК (Волховской алюминиевый комбинат), и будут питать оканчивающийся постройкой Днепровский завод (ДАК) и начатый строиться Тихвинский завод (ТАК), расположенный близ залежей бокситов. Бокситы здесь открыты случайно в 1916 г., а надежность месторождения их выявилась лишь к 1923—1924 гг.

Открытие залежей уральских бокситов, расположенных по восточному склону Уральского хребта, явилось результатом систематических геологических разведок, начатых с 1930 г., так как существование здесь залежей бокситов было предсказано проф. К. И. Богдановичем на основании сходства в геологическом отношении бокситоносных областей юга Франции и восточных склонов Уральского хребта. Систематическими изысканиями, действительно, найдены здесь довольно мощные залежи бокситов; запас их к настоящему времени определяется примерно в 10 млн. т. На Сев. Урале (примерно на широте Денежкина камня) найдены 4 главных месторождения: 1) Красная Шапочка, 2) Богословское, 3) Ивдельское и 4) Талицкое.

Важнейшим во всем нашем Союзе является ныне месторождение „Красная Шапочка“, расположенное близ Петропавловского завода. Залежи расположены между в. силлурийскими и ср. девонскими известняками; значит, происхождение бокситов здесь палеозойское, как и других упомянутых месторождений сев. Урала; оно старше Тихвинских залежей и уступает по возрасту лишь Аппалачским залежам (в САСШ). При-

надлежит к спорогелитовому типу; содержит до 56% глинозема, около 3½% кремнезема и до 25% окиси железа, немного фосфорной кислоты (0.35%) и окиси титана (0.18%). Запас первого сорта боксита около 2 млн. т, второго сорта до 2½ млн. Анализы Богословских и Ивдельских залежей показали значительное содержание в них кремнезема и, вероятно, эти бокситы пока не будут перерабатываться на глинозем. Талицкое месторождение еще мало изучено.

Алапаевское и Режевское месторождения на среднем Урале пока не имеют значения в качестве сырья для переработки на глинозем.

На южном Урале имеется главное месторождение, расположенное близ г. Каменска, именно Соколовское, в 18 км от Каменска по течению реки Исети, на правом и левом берегу ее. Происхождение сравнительно недавнее, относится вероятно к среднему мезозою. Первый сорт содержит в среднем 3.7% кремнезема, 36% глинозема и 37% железа, а второй сорт 9% кремнезема, 36% глинозема и 22% окиси железа. Относится к гидрагилитовому типу.

Другие месторождения бокситов в СССР (Казакстан, Зап. Сибирь и В. Сибирь) еще мало исследованы. Таким образом в нашем Союзе наиболее мощными залежами бокситов являются уральские и тихвинские. В виду большей мощности залежей уральских бокситов и их лучшего качества по сравнению с Тихвинскими, глиноземная промышленность в недалеком будущем должна основаться у нас на Урале.

Выше было указано, что главнейшие изобретения в области переработки бокситов на чистый глинозем сделаны во Франции и в России. В 1855 г. Ле-Шателье во Франции (которого не следует смешивать с знаменитым физиком-химиком Ле-Шателье, так как в 1855 г. последнему было около 5 лет от роду) первый разработал способ получения чистого глинозема из мало-кремнеземистых французских бокситов с содержанием не выше 3% кремнезема. Способ состоит в спекании измельченных бокситов с содой для образования хорошо растворимого в воде алюмината 5

натрия; окись же железа остается в нерастворенном состоянии. В полученный раствор пропускается углекислый газ, образующийся, напр. при обжиге известняков на известь или при накаливании боксита с содой; при этом осаждается кристаллический гидрат глинозема формы гидрагиллита $\text{Al}(\text{OH})_3$ в чистом виде, почти совершенно свободный от железа и кремнезема, а в растворе получается сода, которая после обезвоживания вновь применяется для обработки боксита. Получаемый таким образом гидрат глинозема перерабатывается простым прокаливанием на безводную окись, а также путем взаимодействия с серной кислотой на серно-кислый алюминий $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18 \text{H}_2\text{O}$, совершенно свободный от железа, применяемый для фабрикации красного кумача. Последний способ применялся прежде и в России, при чем боксит для русских глиноземных заводов привозился из Франции.

Если в боксите содержится в заметных количествах кремнезем, то спекание боксита производится с прибавлением извести или известняка для превращения кремнезема в нерастворимый силикат кальция. Впрочем, пока глинозем служил лишь протравой для фабрикации кумача, этот метод не применялся, так как яркой окраске кумача вредит примесь железа, а не кремнезема. И только впоследствии, когда металлический алюминий стали выплавлять из глинозема, свободного не только от окиси железа, но и от кремнезема, спекание бокситов стали производить с содой и известняком. Этот способ и доныне применяется на одном из германских заводов (Lautawerk) для производства чистого глинозема из венгерских и юго-славских бокситов, содержащих больше кремнезема, чем французские (до 8%).

Этот же метод применяется ныне на Волховстрое для переработки Тихвинских бокситов, еще сильнее загрязненных кремнеземом.

В конце 80-х годов и в начале 90-х в России, именно на Тентелевском заводе (близ б. Петербурга) и на Елабужском (в б. Вятской губ.) австрийским химиком Байером разработан новый

способ получения чистого глинозема из французских бокситов (единственных разрабатывавшихся в то время). Это весьма важное изобретение появилось еще в то время, когда способ выплавки металлического алюминия из окиси не получил широкого распространения; поэтому, Байер своим изобретением имел в виду обеспечить главным образом фабрикацию кумача, а не производство алюминия. Изобретение Байера заключается в том, что боксит после слабого обжига и измельчения обрабатывается крепким (42%) раствором едкого натра уд. вес 1.45 в автоклавах при температуре около 160° — под давлением образующегося водяного пара в 5—6 атмосфер в течение нескольких часов; при этом почти весь глинозем переходит в раствор с образованием алюмината, а окись железа остается в осадке. После этого полученный раствор разбавляется водой до уд. в. 1.23 и подвергается фильтрованию для отделения нерастворимых примесей (главным образом от окиси железа). В полученном таким образом растворе молекулярное отношение глинозема к окиси натрия равно 1:1.8. В таком растворе алюминат отчасти уже подвергается гидролизу с образованием гидрата, которой и выделяется из раствора, если к нему прибавить готовые кристаллы гидрата в форме гидрагиллита и раствор размешивать в течение продолжительного времени, пока в растворе не останется такое количество алюмината, в котором отношение окисей алюминия и натрия будет равно 1:6. Этот процесс выделения кристаллов гидрата называется на заводах выкручиванием. При процессе выкручивания выделяется почти чистый гидрат глинозема, примеси же (главным образом кремнезем в виде силиката) остаются в растворе. Раствор после выделения большей части глинозема нагревается затем в автоклавах с известковым молоком для удаления кремнезема, который переходит в осадок вместе с известью и частью глинозема и окиси натрия. После этого раствор концентрируется до содержания 42% щелочи и по добавлении некоторого количества свежей щелочи служит для обработки новой порции боксита.

Способ Байера оказался более рентабельным по сравнению со способом Ле-Шателье: прежде всего здесь тратится меньше щелочи. Главная же выгода способа Байера заключается в меньшей затрате топлива для испарения щелочи и превращения бокситного глинозема в алюминат. Кроме того, отброс от производства глинозема, так наз. красный шлам, остающийся после обработки бокситов щелочью и состоящий главным образом из окиси железа, находит сбыт, преимущественно в виде краски (железного сурика). В виду этих преимуществ способ Байера ныне применяется почти на всех глиноземных заводах Западной Европы и САСШ, перерабатывающих бедные кремнеземом бокситы (французские, арканзасские и аппалачские). Но этот способ неприменим к бокситам, содержащим значительные количества кремнезема.

Производство глинозема для выплавки алюминия началось в нашем Союзе в самое последнее время (в 1932—1933 г.). В довоенное время никто не интересовался производством алюминия, так как у нас не были известны бокситы, считавшиеся в то время единственным сырьем, пригодным для промышленного производства алюминия. Интерес к производству алюминия могло проявить лишь правительство назначением премий и субсидий, но оно не делало никаких шагов в этом направлении. Во время войны была сделана робкая попытка основать производство алюминия из глины, но и она была заброшена при временном правительстве.

Открытые случайно в 1916 г. залежи Тихвинских бокситов были исследованы лишь при Советском правительстве. Когда в 1923 г. была выявлена надежность этих залежей в смысле достаточной мощности, в лаборатории ГИПХа (Госуд. Института прикладной химии) в Ленинграде, под моим руководством, стали проверяться разные способы получения глинозема из этих бокситов. Мы не задавались целью выработать новый способ производства глинозема из Тихвинских бокситов: наша роль была более скромной — разработать наиболее простой метод, который можно было бы применить к нашим бокситам, сильно

загрязненным кремнеземом. Из всех методов оказался наиболее удобным метод Ле-Шателье, сильно измененный в ГИПХе в соответствии с особым составом Тихвинских бокситов по сравнению с французскими. Способ же нужно было непременно разработать применительно к отечественному сырью. Моим сотрудником был инж. И. С. Лилеев, бывший в то время студентом Технологического института, в печи керамической лаборатории которого можно было обжигать тихвинский боксит с содой и мелом в количестве нескольких килограммов в один прием. К началу 1925 г. уже в достаточной степени обнаружилась надежность этого метода, о чем и был сделан мной доклад на конференции по основной химической промышленности в Москве. Однако субсидию для проверки способа в полужаводском масштабе нам удалось получить лишь в 1928 г., а до того времени мы работали и уточняли метод без каких-либо дополнительных ассигнований, в твердом убеждении, что алюминий скоро потребуется для нашего социалистического строительства.

В 1925 г. мы узнали, что по этому же способу в Германии работает глиноземный завод Lautawerk, но на бокситах, содержащих не более 8% кремнезема. По получении субсидии мы могли довольно быстро проверить способ в полужаводском масштабе на опытном заводе ГИПХа. На основании этих опытов уже в августе 1929 г. СТО постановил построить завод при Волховстрое производительностью в 11 тыс. т глинозема в год. По сравнению с Lautawerk нам пришлось способ на опытном заводе сильно изменить, главным образом, увеличением количества подмешиваемого к бокситу известняка; но этой прибавки оказалось недостаточно, так как при пуске Волховского завода в 1933 г. пришлось еще увеличить его количество и уменьшить количество соды; соответственно с этим, выщелачивание боксито-известково-содового плава необходимо было производить не водой, а получаемым при производстве раствором соды.

Волховский глиноземный завод (ВАК) готов был к пуску в 1932 г., и в сентябре

этого года можно было получить около 100 т первосортного глинозема по способу, разработанному ГИПХом. Окончательно завод успешно и бесперебойно начал работать менее, чем через год. Столь быстрое и успешное достижение поставленной задачи — установить производство алюминия в Союзе на Тихвинском сырье — можно лишь приветствовать, так как весьма трудному и сложному производству глинозема нам пришлось учиться с азбуки без существенной помощи инспектов, так как по выработанному в ГИПХе методу работает за границей лишь один завод, да и тот работает в секретном порядке и при том на лучшем сырье. Если наше социалистическое строительство могло разработать самостоятельно производство глинозема и из него алюминия, то этот успех служит гарантией того, что оно самостоятельно справится со всякими другими производствами, хотя бы весьма сложными. Не нужно также забывать, что и администрации завода за это время пришлось с аза изучать трудную и сложную науку управления впервые у нас установленным химическим заводом. В настоящее время завод непрерывно и бесперебойно дает до 1 тыс. т глинозема в месяц, т. е. он уже превысил намеченную проектом производительность. Весь получаемый глинозем здесь же на Волховстрое перерабатывается на первосортный металлический алюминий, которого и получается до 500 т в месяц.

После намеченного уже расширения завода он будет производить с 1934 г. 18 тыс. т глинозема в год, которые дадут 9 тыс. т алюминия.

Недостатком способа ВАК является невозможность утилизировать главный отброс производства — красный шлам, остающийся от выщелачивания боксито-известково-содового плава: он содержит столь значительное количество извести, что применение окиси железа в качестве краски совершенно исключается; переработка его на цемент также не имеет смысла, так как недалеко от завода имеются в обильном количестве сырые материалы для цементного производства (глины и известняки). Кроме того, местное топливо

8 (торф) по своей теплотворной способ-

ности дает тепловую энергию (водяной пар) по значительно более высоким ценам, чем привозной из Донбаса уголь.

Мощный завод ВАК является лишь опытным заводом для постройки новых алюминиевых заводов. Недостатки при проектировании и постройке этого завода исправляются на следующих проектируемых заводах. На месте Тихвинских залежей уже строится новый алюминиевый комбинат — тихвинский (ТАК); производительность его (50 тыс. т) превысит почти в 5 раз нынешнюю производительность его прототипа; стоимость производства по проектным соображениям должна быть на 20—25% ниже стоимости производства ВАК. При постройке и эксплуатации намечен ряд усовершенствований и улучшений производства, входящих в рассмотрение которых не позволяют размеры настоящей статьи. Окончание постройки приурочено к середине 1935 г.

Одновременно с разработкой ГИПХом описанного способа разрабатывался другой способ производства глинозема из Тихвинских бокситов; это способ А. Н. Кузнецова и Е. И. Жуковского; способ этот, заявленный к патентованию еще в 1915 г., относится к типу щелочных электротермических способов, так как удаление кремнезема из бокситов производится в электрической печи в виде ферросилиция. Прототипом этого способа является давно известный электротермический способ Голла, по которому боксит сплавляется в электрической печи с коксом и железными стружками, при чем восстановленный кремний с железом образует ферросилиций. Глинозем по способу Голла получается в крупно-кристаллическом виде, мало пригодном для выплавки алюминия. Долгое время этот способ не находил применения для получения глинозема и лишь в последние годы он стал применяться на глиноземном заводе в Канаде, работающем на гвианских бокситах, так как кристаллический глинозем удалось превратить в пригодный для выплавки алюминия материал и очистить от примесей. Кузнецов и Жуковский изменили этот способ прибавлением в шихту углекислого бария, так что при сплавлении ее в электро-

печи, кроме ферросилиция, отстаивающегося после сплавления на дне печи, образуется шлак, состоящий из алюмината бария. После обработки шлака раствором соды получается в растворе алюминат натрия, а в осадке углекислый барий, который и возвращается в производство. Из алюмината натрия уже по описанному ранее способу действием углекислого газа получается гидрат глинозема $Al(OH)_3$, а образующаяся в растворе сода после концентрирования также возвращается в производство.

Из краткого описания этого способа можно видеть, что он является более сложным, чем разработанный в ГИПХе. Хотя способ заявлен к патентованию еще в 1915 г., а в полужаводском масштабе стал испытываться с 1927 г. на царидинском (бл. Москвы) заводе Гос. Института цветных металлов, тем не менее Днепровский завод для производства глинозема по этому способу, разрешенный к постройке одновременно с Волховским, мог быть закончен лишь к ноябрю 1933 г.

Если пусковой период этого завода продлится столько же времени, как и первенца нашей алюминиевой промышленности, и если проектные расчеты о стоимости производства на ДАКе на 40% дешевле, чем на ВАКе, оправдаются, то его можно будет приветствовать столь же горячо. Этот завод уже в первые годы своего существования должен давать до 32 тыс. т глинозема, а впоследствии до 80 тыс. Весь этот глинозем должен перерабатываться на Днепростое на металлический алюминий, так что в будущем здесь образуется весьма мощный днепровский Алюминиевый комбинат (ДАК). Недостатком этого способа является значительная затрата электроэнергии. Мы раньше видели, что выплавка алюминия потребует значительного количества электроэнергии (около 20 тыс. квч на 1 т), а при способе Кузнецова и Жуковского сюда нужно прибавить еще около 15 тыс.

Видоизменением способа Кузнецова и Жуковского является практикуемый на одном из норвежских заводов способ Педерсена, в котором вместо углекис-

лого бария в шихту берется углекислый кальций. После обработки электросплава содой образующийся вновь углекислый кальций не возвращается в производство, а выбрасывается в виду его ничтожной стоимости и заменяется свежим известняком. В этом заключается одна из выгодных сторон способа Педерсена, так как шихту для сплавления в электропечи не приходится загрязнять отбросами производства (кусочками ферросилиция, силикатами и т. под.).¹

Нахождение в 1930—1931 гг. на Урале бедных кремнеземом бокситов, мало отличающихся по составу и свойствам от французских, обратило на себя внимание советских химиков, которые в Ин-те Алюминия (в Ленинграде) проверили способ Байера сначала в лабораторном, а потом в полужаводском масштабе, применительно к уральским бокситам. Способ Байера оказался вполне пригодным для переработки этих бокситов, как и нужно было ожидать этого заранее. Исследование ныне продвинуто настолько, что на Урале уже решено строить весьма крупный глиноземный завод производительностью до 70 тыс. т глинозема в год. Завод предполагается закончить постройкой уже в середине 1936 г. Завод постановлено строить не на северном Урале, а на южном, ближе к залежам Челябинского угля (в 130 км от них), именно близ залежей Соколовских бокситов. В первые годы предполагается к заводу подвозить с севера бокситы Красной Шапочки, а после ее истощения приступить к эксплуатации Соколовских залежей. Выплавку металлического алюминия предполагается производить также на Челябинском угле на месте переработки бокситов, так как отбросного водяного пара от паровых турбин для производства электроэнергии будет вполне достаточно для удовлетворения потребностей глиноземного завода. Поэтому, стоимость глинозема, определенная при проектировании, рас-

¹ В настоящем кратком очерке не описан способ получения глинозема из лейцита, а также способы Пенякова и Гаглуида, ныне мало распространенные: по способу Пенякова работает один завод в Германии, а по способу Гаглуида — также один завод в Италии.

считана на 40% ниже стоимости производства на ТАК. Но стоимость электроэнергии на Уральском комбинате (УАК) будет, без сомнения, выше, чем на ДАК; поэтому едва ли металлический алюминий обойдется на Урале дешевле, чем на Днестре (на привозном из ТАК глиноземе).

Успех щелочного метода получения глинозема из бокситов, разработанного в ГИПХе, вызвал подражания и на севере, и на юге нашего Союза: на севере его стали испытывать применительно к переработке на глинозем хибинских нефелинов, а на юге — украинских глин. Осуществление ныне находит лишь первый способ, разработанный Н. И. Влодавцем в лаборатории АН, а затем существенно измененный на опытном заводе ГИПХа под руководством И. С. Лилеева. При флотационном обогащении хибинских апатитов получается в громадных количествах тонко измельченный нефелиновый отброс, находящий применение лишь в ограниченных размерах. Этот отброс содержит до 30% окиси алюминия и 18—19% щелочей (остальные 50% почти исключительно состоят из кремнезема). При прокаливании этого отброса с известью или известняком можно получить спек, который при выщелачивании дает раствор алюмината и громадное количество отбросного шлама. Из алюмината обычным путем получается глинозем, а шлам можно переработать на цемент, столь необходимый для строительства Мурманского края; щелочи при взаимодействии с хибинским апатитом пойдут на производство термофосфатов, содержащих кроме фосфатов также и соединения калия, так как щелочи нефелинов содержат не только натрий, но и калий. Этот термофосфат особенно важен в приполярной стране в качестве земледобрытельного тука для культуры льна. Получаемые при производстве ценные отбросы могут

понижить стоимость глинозема почти на 20%.

Глиноземный завод, проектированный по этому методу, ныне уже строится в Кандалакше (в 120 км от Хибинского горска). Постройка закончится в 1936 г. Известняк предполагается подвозить с Сев. Двины, а уголь — с Шпицбергена; в виду высокой стоимости подвоза этих материалов, они лягут на производство глинозема в количестве почти 50% от общей его стоимости. В первые годы глинозем этого завода, в количестве около 40 тыс. т в год, будет перерабатываться на алюминий на Днепрострое; но в будущем для этого будет применяться энергия водопадов и порогов, которыми особенно богаты реки нашего Северного края.

Таким образом все построенные и строящиеся заводы СССР должны дать с 1937 г. до 210 тыс. т глинозема в год; часть этого глинозема пойдет на производство криолита и абразивных материалов, большая же часть пойдет на выплавку металлического алюминия, которого и будет получаться до 80 тыс. т ежегодно.

Размеры настоящей статьи не позволяют коснуться вопроса о производстве окиси алюминия из других материалов, кроме бокситов и нефелинов (из глин, алунигов, лейцитов и т. п.). Залежи бокситов, без сомнения, чрез несколько десятков лет будут истощены; в виду этого химики всех культурных стран ныне одновременно разрабатывают способы получения алюминия из более распространенных минералов и горных пород, преимущественно из глин. В одной европейской части нашего Союза запас глин, пригодных для производства алюминия, равен примерно 400 млн. т. Но переработка этих минералов не составляет основ современной алюминиевой промышленности, а относится к перспективам будущего ее развития.

ПРОБЛЕМА МИТОГЕНЕТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

С. Я. ЗАЛКИНД

II. ИСТОЧНИКИ ИЗЛУЧЕНИЯ. ПРОЯВЛЕНИЕ ЛУЧЕЙ В ОРГАНИЗМЕ¹

В первой части этого обзора („Природа“, № 2, 1932) мы изложили в основных чертах физические и химические данные, касающиеся проблемы митогенетического излучения; сейчас нам предстоит в общих чертах познакомиться с распространением митогенетических лучей в природе и выяснить их значение как физиологического фактора в организме.

Мы уже отмечали, что все многочисленные источники митогенетических лучей могут быть разбиты на несколько больших групп в зависимости от тех химических процессов, которые лежат в основе появления лучей; мы говорили тогда же, что можно различать главные источники изучения пяти родов — гликолитические, окислительные, фосфатные, протеолитические и связанные с распадом креатин-фосфата, которые очевидно, могут быть в свою очередь разбиты на несколько подгрупп.² Теперь нам предстоит ознакомиться с фактическим списком источников излучения, известных нам во всех подразделениях органического мира. Нужно сказать, что эта глава проблемы, глава, которая в основном посвящена универсализации митогенетических лучей, обобщению первоначально найденного единичного факта, — представляется одной из

наиболее разработанных во всей этой молодой, быстро растущей и полной еще всяких „белых пятен“ области биологии.

Список источников излучения, который будет нами здесь представлен, замечателен и своей длиной и еще более того, пожалуй, разнообразием своих названий, какой-то почти фантастической пестротой. Пестрота эта, однако, только на первый взгляд кажется бессистемной; ссылка на соответствующие строки нашей первой статьи должна напомнить читателю, что разнообразие названий является только кажущимся и отлично укладывается в строго очерченные рамки немногих основных, перечисленных выше, химических процессов, главным образом, ферментативного характера.

Еще одно обстоятельство должно быть отмечено раньше, чем мы перейдем к изложению фактического материала. Несмотря на обилие установленных источников излучения, нужно сказать, что число тех объектов, которые оказались митогенетически не активными, конечно, значительно больше. Достаточно только указать, что в организме животных и человека, среди всего многообразия органов и тканей, мы можем назвать только несколько источников излучения, остальные испробованные объекты являются как будто митогенетически недействительными. Объяснение этого на первый взгляд парадоксального явления не представляет особых затруднений. Во-первых, необходимо отметить, что совокупность известных нам фактов говорит в пользу того, что продукция митогенетических лучей связана только с определенными, подчас весьма быстро протекающими звеньями определенных же химических процессов, а далеко не со всем их течением. Так, например, нужно предположить, что при гликолизе только первый его этап — распадающие гексозы на две триозы — является источ-

¹ Теория митогенетического эффекта, анализ значения митогенетических лучей, как биологического фактора, и критическое рассмотрение имеющейся литературы, — будут даны в 3-й, заключительной части обзора.

² Как раз, за последнее время число таких источников значительно увеличено; кроме перечисленных выше, можно еще назвать расщепление мочевины ферментом уреазой, распад мальтозы и тростникового сахара и т. д.; несомненно список этих элементарных химических источников излучения будет современем значительно увеличен.

ником излучения. В этом нас убеждает спектральная идентичность таких процессов (например, алкогольного и молочно-кислого брожения), в которых совпадать могут только эти, самые начальные, звенья процесса. А если это так, то совершенно естественно, что только немногие участки организма являющиеся субстратом совершенно определенных и при этом обычно кратковременных процессов, могут явиться источником излучения. Во-вторых, мы располагаем в настоящее время значительным количеством фактов, указывающих на то, что некоторые из химических процессов, при которых возникают лучи, требуют для своего осуществления совершенно нормального состояния организма; незначительное нарушение физиологических условий жизнедеятельности, иногда абсолютно неизбежное в условиях эксперимента, неизменно приводит к исчезновению излучения. Чтобы не быть голословным, можно указать на гликолитическое излучение, которое оказывается необычайно чувствительным к нормальным условиям кровоснабжения и немедленно прекращается даже при самом кратковременном нарушении этих условий. Так, Аникину удалось показать, что перевязка сонных артерий влечет за собой еще у теплого животного мгновенное прекращение гликолитического излучения эпителия роговицы глаза (у голубя). Точно также исчезает излучение при извлечении из тела некоторых „классических“ источников излучения, например злокачественных опухолей, — явление на котором мы подробно остановимся в дальнейшем. Это обстоятельство объясняет нам отрицательные результаты многих опытов, поставленных с различными объектами на предмет обнаружения в них излучения. В особенности в „младенческий период“ проблемы митогенетического излучения техника исследования была чрезвычайно примитивна и сводилась по большей части к измельчению изучаемого органа, к получению из него „кашицы“ для индукционного опыта.

12 Нетрудно видеть, что метод этот, пригодный для обнаружения излучения при некоторых процессах (протеолиз), дол-

жен был оказаться совершенно губительным для других, при этом быть может важнейших (например, для гликолиза). Совершенно понятно поэтому, что технические улучшения — индуцирование многими объектами *in situ*, без нарушения нормальных условий температуры и кровоснабжения наряду с увеличением чувствительности детектора (напр., путем дробной, фракционированной подачи митогенетического раздражения — на чем мы подробнее остановимся в дальнейшем), — привели к тому, что многие „митогенетически неактивные“ органы и ткани оказались прекрасными источниками излучения. Всех приведенных выше данных, кажется нам, достаточно для того, чтобы объяснить тот в сущности спорадический характер, который имеет распространение источников излучения в пределах организма; вместе с тем мы можем ограничиться этими предварительными замечаниями и перейти к изложению фактического материала, разбив его для удобства на несколько групп по систематическому признаку.

1. МИТОГЕНЕТИЧЕСКОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ И ПРОСТЕЙШИЕ

Если правильна исходная идея об универсальности митогенетических лучей как причины клеточного деления, то совершенно естественно, что она должна сохранить свою силу по отношению к разномножающимся колониям простейших организмов. Однако, здесь вся проблема получает совершенно особое направление. В этом случае уничтожается противопоставление источника и детектора — совершенно ясно, что культура дрожжей, которая, как мы видели в I части нашего обзора, является распространеннейшим детектором излучения, — в свою очередь должна быть и источником лучей, поскольку в ней, независимо от наличия внешней экспериментальной индукции, происходят многочисленные клеточные деления. Уже само по себе это обстоятельство вызывает ряд важных следствий. Прежде всего возникает естественный вопрос, ответ на который мы пока отложим, — в чем же заключается сущность экспериментальной индукции? Мы должны конста-

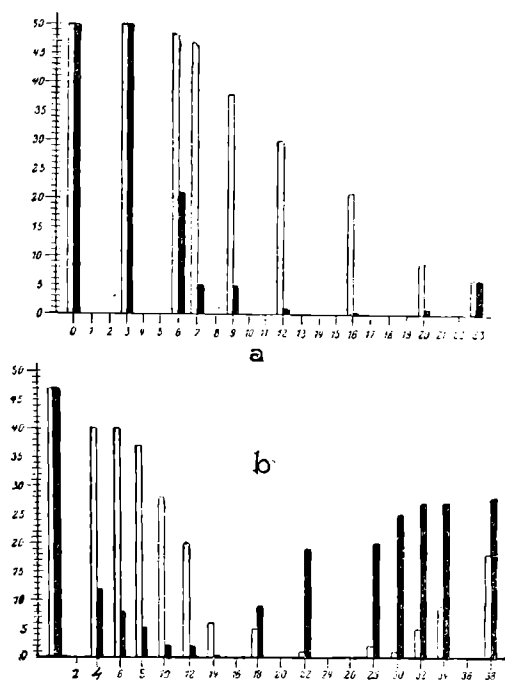
тизовать, что в случае простейших организмов является рецептором либо для им самим продуцируемых лучей (аутоиндукция), либо для лучей, которые посылаются соседними индивидуумами той же культуры (взаимное облучение, мутуоиндукция). Осуществляются ли в действительности обе возможности или какая-нибудь из них — в настоящее время сказать не представляется возможным. Большое количество фактов из различных областей биологии указывает на то, что как изолированные клетки тканей высших животных (напр., по данным известных работ А. Фишера) (A. Fischer), так и простейшие в сильно разведенных культурах, — либо не размножаются вовсе, либо темп их делений является резко замедленным по сравнению с более густыми культурами, — обстоятельство, говорящее в пользу преимущественного значения взаимного облучения, мутуоиндукции; эта последняя точка зрения особенно подкрепляется, как увидим несколько ниже, красивыми экспериментами Барона. Все эти данные не могут, конечно, уничтожить значение и аутоиндукции, как вполне реального способа размножения изолированных простейших организмов.

В качестве источника митогенетических лучей различными авторами были исследованы; *Bact. tumefaciens*, бактерии, вызывающие опухоли у растений и ряд других как патогенных, так и непатогенных форм, каковы *Bac. anthracis*, *Sarcina flava*, *Bac. coli comm.* Все эти культуры на стадии усиленного размножения оказались отличными источниками излучения. В первой статье мы уже указывали на данные Северцовой, показавшей, что бактериальные культуры являются не только излучателями, но и отличными детекторами излучения. Те же данные с применением других, очень убедительных бактериологических методов для суждения об абсолютной и относительной интенсивности размножения культур установлены были рядом других авторов (Ach, Wolff u. Ras). Особенно интересна работа Вольфа. Пользуясь тонко разработанной методикой счета бактерий, авторы установили, что только молодые интенсивно размножающиеся культуры являются источни-

ком излучения. С другой стороны, хорошим детектором являются только культуры, находящиеся на ранних стадиях развития до наступления интенсивного роста. Как сейчас увидим, факты эти прекрасно гармонируют с данными Барона, касающимися дрожжевых культур.

За последнее время интересные данные получены были венгерским исследователем Ачем — ему удалось показать, что в известных случаях имеет место депрессирующее, задерживающее влияние митогенетических лучей одной бактериальной культуры на другую. В этом случае митогенетические лучи могут быть привлечены к объяснению одного из важнейших явлений микробиологии — проблемы микробного антагонизма. Подробнее мы остановимся на этом в 3-й части обзора.

Наиболее полному изучению, с точки зрения митогенетического излучения, подверглись дрожжевые грибки в чрезвычайно подробной и тщательной обработке М. А. Барона. Мы видели уже раньше, что дрожжевые клетки являются классическим детектором излучения, фигурирующим почти во всех биологических методах обнаружения лучей. Вполне естественно при этом, что удалось не только установить наличие в такой культуре собственного излучения (опыты с мутуоиндукцией дрожжевыми культурами), но и выяснить ряд интересных подробностей, проливающих свет на биологию дрожжевой культуры. Основные опыты Барона были посвящены изучению возрождения замершей, истощенной дрожжевой культуры. При переносе клеток такой культуры в свежую питательную среду через несколько часов начинается „оживление“, выражающееся в появлении клеточных делений (почкований), охватывающих через некоторое время все клетки культуры. Барону удалось показать, что скорость этого оживления находится в зависимости от густоты культуры, т. е. от расстояния между отдельными индивидуумами, что в свою очередь обуславливает возможность мутуоиндукции. Таким образом, густая культура дрожжей оказывалась значительно раньше возрожденной, чем редкая (см. фиг. 1). В том, 13



Фиг. 1. Диаграмма мутации при „оживлении“ разведенных (светлые столбцы) и густых (темные столбцы) культур дрожжевых клеток.

По оси абсцисс — часы опыта, по оси ординат — число единичных непочкообразующихся клеток (по Барону).

что речь здесь идет именно о лучевом воздействии, а не о влиянии каких-либо химических веществ, выделяемых клетками, убеждают опыты, в которых к среде примешана была застывшая желатина. При такой постановке опыта всякое преимущество густой культуры отсутствовало.

Совершенно ясно, что речь в этом случае могла идти только о задержке лучей тонким слоем желатины, а никак не о замедлении хорошо идущей в таких средах диффузии. Аналогичные результаты ускорения в оживлении культуры удалось получить, облучая извне одну из двух совершенно одинаковых дрожжевых культур. При длительных экспозициях здесь удавалось получить необычайно наглядные, заметные невооруженным глазом отличия между индуцированной и контрольной культурами (макроэффект, о котором мы говорили в первой статье).

Таким образом, опыты эти с большой наглядностью показывают значение излучения лучей (внешней или внутренней —

по отношению к детектору-мутоиндукции) для возникновения клеточных делений. Данные Барона позволяют сделать ряд интересных выводов, касающихся вопроса о сущности воздействия митогенетических лучей на дрожжевую культуру; их мы коснемся в дальнейшем.

Из других групп простейших митогенетическое излучение обнаружено у инфузорий — парамеций и опалины, — при условии помещения их в раствор глюкозы или предварительного облучения митогенетическими лучами.

Биологические спектры, о которых мы упоминали в первой части обзора, должны оказаться чрезвычайно плодотворными при анализе обмена веществ различных групп простейших, в особенности бактерий. В зависимости от субстрата, на котором они живут и от тех или иных условий питания должен находиться, очевидно, и установленный химизм источников излучения в каждом конкретном случае.¹

2. МИТОГЕНЕТИЧЕСКОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ У ВЫСШИХ РАСТЕНИЙ

Исторически растения были первыми объектами, на которых изучено было митогенетическое излучение. Поэтому имеющийся в нашем распоряжении фактический материал довольно обширен и позволяет сделать ряд интересных выводов. В настоящее время можно считать установленным существование следующих источников излучения у высших растений — корешки лука, донце лука, каша из донца лука, корешки *Pisum*, корешки подсолнечника, первые листья подсолнечника, семядоли подсолнечника, клубни картофеля, каша из желтой репы, каша из листьев *Sedum*. Наибольший интерес при исследовании излучения у растений вызывают следующие вопросы: — химические источники излучения, локализация этих источников и способ распространения лучей внутри растения. Наиболее полно в настоящее время вопросы эти могут считаться изученными для лука. Установлено, что

¹ Спектральные опыты показывают, например, что излучение дрожжевой культуры источником своим имеет, как и следовало ожидать, главным образом, гликолитические и окислительные процессы.

митогенетические лучи, вызывающие клеточные деления в кончике корешка лука, возникают в донце луковицы в результате взаимодействия двух веществ — белкового тела, невыясненного пока строения, условно названного митотином и окислительного фермента, названного митотазой. В полном соответствии с этим удалось показать спектрально, что излучение донца луковицы действительно окислительного характера. Роль донца, как центра, локализирующего источник излучения, подтверждается еще серией опытов с местным наркотизированием донца; в этом случае исчезает всякое излучение из кончика. Если, таким образом, в донце мы имеем топографически строго ограниченный источник излучения, особенный интерес приобретает вопрос о том, как возникшие там лучи добираются до той удаленной дистальной части корешка (меристемы), где происходят вызываемые ими клеточные деления.

Здесь имеются две основные возможности: 1) либо лучи, возникнув в донце, проходят по длине корешка, либо 2) по корешку (именно по его сосудисто-волокнистым пучкам) циркулируют только „митогенные“ вещества, активация которых и последующее возникновение лучей происходит уже в непосредственной близости мест потребления, т. е. в меристеме. То обстоятельство, что именно сосудисто-волокнистые пучки являются проводниками излучения, доказывается очень убедительными опытами Кисляк-Статкевич, показавшей на клубнях картофеля, что только сосудистые пучки и ничто другое являются у картофеля источником излучения. Что же касается поставленной выше альтернативы, то, повидимому, она для различных случаев разрешается различно. Так, на основании имеющегося в нашем распоряжении фактического материала нужно признать, что для корешка лука имеет место, очевидно, возникновение лучей в донце, вызывающее затем вторичное излучение¹ клеток корешка; это

последнее достигает меристемы и является ответственным за происходящие здесь митозы. В других случаях, напр. в зародыше подсолнечника, имеет место иной механизм возникновения лучей. Данные Залкинда и Франка показывают, что излучение молодых листьев и семядоль этого растения теснейшим образом связано с расположением сосудисто-волокнистых пучков. В этом случае, очевидно, имеет место циркуляция премитотических веществ и последующая их активация вблизи мест потребления. Механизм возникновения этих местных очагов излучения является во многом еще неясным. Лучше всего он выяснен для того же корешка лука, где на основании спектральных опытов можно считать установленным наличие первичного окислительного излучения в донце, возникающего при взаимодействии митотина и митотазы; вторичное же излучение является, как показывают прямые спектральные опыты, чисто гликолитическим.

При изучении распространения лучей по корешку лука необходимо остановиться на значительной роли, которую играет в этом процессе чехлик корешка, состоящий из нескольких рядов плотных чешуек целлюлозы, являющийся линзой, отражающей лучи и отбрасывающей их обратно в меристему корешка. Правильность этого предположения приобретает значительную достоверность благодаря следующим фактам: 1) удается обнаружить не только излучение из кончика, но и излучение боковых стенок корешка, 2) отрезанный кончик корешка с чехликом, помещенный в трубку с индуцирующей кашицей донца, придает этому излучению несвойственный ему первоначально характер узкого, четко ограниченного, пучка лучей, 3) в довольно распространенном случае отсутствия хорошо образованного чехлика, при так называемой „линьке“ корешка, число митозов в меристеме является резко пониженным. Все эти данные, не имея силы прямого доказательства, делают, однако, очень вероятным роль чехлика

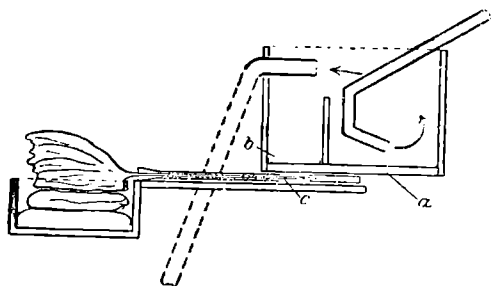
¹ Вторичное излучение играет решающую роль в механизме распространения митогенетических лучей по организму, а также в возникновении самого митогенетического эффекта. Под вторич-

ным излучением мы понимаем способность объекта (в данном случае клетки) ответить излучением на первичное воздействие той же лучистой энергии.

как своеобразной линзы. Разумеется, случай этот является частным; условия возникновения и распространения лучей внутри растения будут определяться в каждом случае индивидуальными анатомо-физиологическими особенностями данного объекта.

3. МИТОГЕНЕТИЧЕСКИЕ ЛУЧИ И РАЗВИТИЕ

Уже заранее было ясно, что проблема митогенетических лучей окажется теснейшим образом связанной с проблемой индивидуального развития, — хотя бы уже потому, что основным условием развития организма является размножение, деление клеток. Действительность не только оправдала вполне эти ожидания, но и позволила шагнуть значительно дальше. Еще в 1927 г. Залкинд и Франк установили, что делению развивающегося яйца предшествует появление в нем митогенетического излучения, играющего, очевидно, роль „разрешающего“ фактора для митоза в данном яйце (аутоиндукция) или соседних яйцах (мутоиндукция) (фиг. 2). По-



Фиг. 2. Установка опыта при изучении митогенетического излучения яиц морского ежа (по Залкинду и Франку).

Детектор — корешок лука. α — две камеры из кристаллического кварца; β — место, где слоем лежат на дне камеры яйца морского ежа; с — обнаженная часть корешка, воспринимающая излучение.

явление излучения хорошо совпадает по времени с той стимуляцией различных физических, физико-химических и химических процессов, которые следуют за оплодотворением. Так, работами ряда авторов в этот период жизни яйца установлено резкое увеличение окислительных процессов, изменение кислотности среды, увеличение проницаемости и т. д. Процессы эти и являются, пови-

дному, энергетической базой излучения. В последнее время Дорфману и Сарафанову на том же объекте — яйцах морского ежа — удалось расширить и видоизменить первоначальные данные. Пользуясь более совершенной дрожжевой методикой и работая систематически, авторы эти установили, что неоплодотворенные яйца также являются источником излучения, интенсивность которого, однако, чрезвычайно мала. Излучение яиц морского ежа показывает два резких максимума: один из них в момент оплодотворения, другой — перед наступлением первого клеточного деления. Эта последняя вспышка совпадает с излучением установленным Залкиндо и Франком. Очень интересно отметить, что как раз указанные два момента в биологии яйца прекрасно совпадают с временным резким увеличением проницаемости. К сожалению, до сих пор отсутствуют данные позволяющие судить о спектре митогенетического излучения яиц. Последнее исследование являлось бы чрезвычайно важным, так как должно выяснить характер тех химических процессов, которые лежат в основе излучения, а, быть может, и служат базой для энергии клеточных делений. Теоретически можно предполагать наличие здесь нескольких источников излучения. Они сводятся, по всей вероятности, к процессам окислительным (резкое усиление окислительных процессов после оплодотворения), протеолитическим (распад поверхностных веществ в оболочке яйца), а возможно также и к гликолитическим.

Дорфману и его сотрудникам удалось показать, что сперма различных животных (в том числе и человека) является мощным источником митогенетического излучения. В общих чертах исследован также и спектр этого излучения, т. е. показаны те источники, которые лежат в основе излучения этих энергетически чрезвычайно активных элементов.

Наличие митогенетического излучения, установленного первоначально для первого деления, удалось последующими работами распространить для яиц морского ежа и на следующие две

стадии (2 и 3 дробление). Кроме того, на другом объекте — яйцах морских червей архианнелид *Protodrilus* и *Saccoscirrus* удалось показать наличие излучения в течение всего времени дробления до стадии плавающей личинки — трохофоры. В яйцах позвоночных излучение установлено Аникиным для яиц амфибий, причем здесь источник излучения оказался строго локализованным (края первичного рта — бластопора) и тесно связанным с местом закладки будущей нервной системы. Данные эти получили подтверждение в последующих исследованиях Аникина над митогенетическим излучением нервной системы у головастиков. При этом удалось показать, что и здесь излучение является локализованным и что единственным источником его в теле молодого головастика является головной мозг как *in situ*, так и извлеченный из тела и растертый в виде кашицы. Эти данные, полученные для амфибий, интересно сравнить с результатами прежних исследований Зорина и Кисляк-Статкевич и недавних работ Каннегисер и Билиг над митогенетическим излучением куриного зародыша. Первые авторы, исследуя кашичу как из всего зародыша, так и из различных его частей, показали наличие излучения только в разжижающемся перевариваемом желтке; сам зародыш казался митогенетически неактивным. Это расхождение в результатах исследования между зародышами амфибий и птиц можно было свести к тому, что в первом случае переваривание желтка, являющееся, по видимому, источником протеолитического излучения происходит, как известно, внутриклеточно, причем наиболее активны в этом отношении клетки нервной системы, второй объект — зародыш птиц — характеризуется нахождением всего желтка вне клеток и следовательно отсутствием в них протеолитического излучения. Естественно было предположить, однако что зародыш птицы обладает способностью к изучению другого характера, только по техническим причинам оставшемуся невыясненным. Действительно, Каннегисер и Билиг показали, что ткани выпленка при сохранении нормальных

условий кровообращения и температуры обладают способностью к излучению, которое при спектральном анализе оказалось, как и следовало ожидать, гликолилитическим.

Очень интересны данные Бляхера и Замараева, изучавших митогенетическое излучение гидры и показавших, что источником излучения здесь является зона почкования и гипостом животного, — место которое, в соответствии с современными данными, рассматривается как так называемый организационный центр развивающегося зародыша гидры. Связь между организационными центрами и излучением является крайне вероятной; кроме указанных выше данных Бляхера, о ней же говорят и данные Аникина об излучающей способности губ бластопора, являющегося, как известно, организационным центром у зародыша амфибий. Нужно сказать, однако, что этот интересный вопрос только еще ставится в настоящее время и что для разрешения его нужны специальные исследования.

Очень интересными, основанными на большом фактическом материале, представляются данные того же Бляхера и его сотрудников по вопросу о роли митогенетических лучей в постэмбриональном развитии — иначе говоря при метаморфозе насекомых и амфибий. Бляхер выставляет следующее положение. Процессам пролиферации, усиленным клеточным размножением при образовании новых органов и тканей (прогрессивные процессы), предшествуют неизменно процессы распада, разрушения, гистолиза некоторых тканей и целых органов (большинство тканей гусеницы у насекомых, хвост, жабры, кишечник у амфибий). При этих регрессивных процессах возникают митогенетические лучи, имеющие своим источником происходящий здесь протеолиз и в свою очередь обуславливающие пролиферацию клеток. Таким образом, например, для метаморфоза амфибий Бляхер намечает следующую схему — щитовидная железа стимулирует (путем выделения протеолитического фермента) распад некоторых тканей, при этом возникают митогенети-

ческие лучи, вызывающие в свою очередь клеточное размножение в близлежащих участках (передние и задние конечности, ротовой аппарат). Эти теоретические воззрения Бляхера хорошо согласуются с установленными им и его сотрудниками фактами. Так, при изучении метаморфоза дрозифилы выяснено, что митогенетическое излучение проявляется только на стадиях метаморфоза, непосредственно следующих за гистолизом. Еще более убедительны с рассматриваемой точки зрения некоторые данные, касающиеся метаморфоза амфибий. При этом оказалось, что способностью к излучению обладают только определенные регрессирующие во время метаморфоза органы — жабры, кишечник, хвост. В растущих органах (конечности) и „нейтральных“, метаморфозом незатрагиваемых (кожа спины) — излучение отсутствует.

Эти данные подтверждаются еще исследованием митогенетической способности крови амфибий во время метаморфоза. При этом выяснилось, что нормально слабо выраженное излучение крови амфибий на высоте метаморфоза получает резкий скачок с тем, чтобы снова достигнуть по окончании этого процесса первоначального уровня; на некоторых стадиях отмечается увеличение интенсивности излучения в 300 раз. Аналогичные результаты получены не только при нормальном метаморфозе головастика, но и при искусственно вызванном тиреоидизированием метаморфозе аксолотлей. Спектр митогенетического излучения крови во время метаморфоза хорошо согласуется с основным положением автора — в нем обнаружены протеолитические линии большой интенсивности. Нужно сказать, однако, что результаты изучения митогенетического излучения крови при метаморфозе заставляют отнестись с известной осторожностью к сообщенной выше схеме Бляхера. Местные очаги резорбции при таком мощном излучении крови теряют свое исключительное значение; наоборот, особое значение приходится приписать состоянию готовности к делению клеток прогрессивных очагов метаморфоза. Можно предполагать, что щитовидная железа чувстви-

лизует, делает особо чувствительными, определенные клеточные участки, отвечающие на воздействие имеющихся в организме лучей.

В соответствии со своим основным положением о том, что в основе клеточных пролифераций лежит излучение протеолитического происхождения, Бляхер исследовал регенерационные процессы с точки зрения митогенетического излучения. При этом удалось установить, что при регенерационных процессах имеет место возникновение излучения, источником которого являются процессы распада и протеолиза в отмирающих участках поврежденной при ранении ткани. Можно локализовать более точно границы этой излучающей зоны, — она занимает пространство в 1 мм и располагается непосредственно под регенерационной тканью (регенерационной бластемой). Удалось также выяснить при этом определенный ритм излучения — 2 максимума и минимума между ними, хорошо совпадающие с кривой изменения реакции среды (рН) раны по исследованиям Окунева. В основе этих подъемов излучения лежит, очевидно, усиленный распад тканей, окружающих рану. Очень интересна серия опытов Бромлей с „чистыми“ ранами, края которых сближены и закрыты кожным лоскутом; в этом случае констатируется отсутствие (или ничтожно малое количество) продуктов распада и одновременно с этим — отсутствие излучения. Старые данные Годлевского и др. показывают, что в этих условиях отсутствуют и регенерационные процессы.

Чрезвычайно интересным представлялось бы использовать рану с происходящими в ней регенерационными процессами в качестве детектора излучения, т. е. выяснить, не влияют ли на ход заживления раны митогенетические лучи. Мы не имеем, однако, возможности в настоящее время сообщить о результатах соответствующих опытов, которые ведутся в некоторых лабораториях.

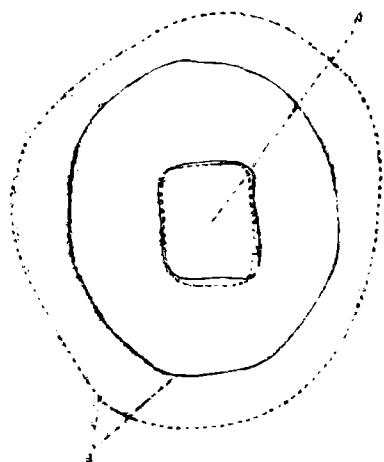
4. МИТОГЕНЕТИЧЕСКОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ И ЭКСПЛАНТАТЫ

Совершенно естественно, что установление связи между митогенетическим

излучением и эмбриональными митозами должно было привести к исследованию митогенетического режима тканевых культур, где мы имеем дело с размножением клеток взрослого организма, потерявших связь с целым и в известном смысле „омолодившихся“.

Работами Хрущева удалось установить здесь ряд фактов, представляющих значительную ценность. Оказалось, что как культуры тканей холоднокровных (селезенка аксолотля) так и теплокровных (культура фибробластов из сердца цыпленка) являются хорошо выраженными источниками излучения. При этом выяснилось, что в первой из этих культур излучение появляется через 60 часов после начала культивирования и держится до 10-го дня, во второй — появляется через 12 часов и сохраняется только в продолжении, примерно, 24 часов. Эта значительная разница в митогенетическом режиме рассматриваемых культур как нельзя лучше согласуется с основными представлениями относительно возможных источников излучения в культурах тканей. Таким источником являются, очевидно, прежде всего протеолитические процессы, разыгрывающиеся в центральных некротизирующих участках культуры и наступающие у теплокровных уже через несколько часов после начала культивирования. Впрочем, Хрущеву удавалось добиться изменения сроков — культура тканей аксолотля при помещении в термостат при 26° показывает усиление некротических процессов, и одновременно с этим излучение констатируется на 24 часа раньше обычного срока.

Дальнейшие исследования Хрущева посвящены были подробному изучению „митогенетического режима“ тканевых культур. При этом удалось получить своеобразный макро-эффект в культурах, констатируемый с помощью рисовального аппарата, — увеличение размеров по сравнению с контролем культуры, подвергавшейся в течение продолжительного времени (2—3 суток) облучению. Источником служило пульсирующее сердце куриного зародыша (см. фиг. 3). Следующая серия исследований посвящена была выяснению



Фиг. 3. Макроэффект индукции на культурах тканей (по Хрущеву). Две культуры, разделенные пополам: одна половина оставлена в виде контрольной, другая подвергнута облучению извне.

А — границы культур, зарисованные с рисовальным аппаратом перед началом опыта, В — границы после 3 дней непрерывного облучения. Пунктиром отмечена индуцированная культура.

вопроса о природе идущих из центра и стимулирующих митозы импульсов, — содержится ли в них помимо лучей еще и химическая компонента? В культуре отделялась центральная часть от периферической, и между ними вставлялась стеклянная пластинка. Периферическая часть подвергалась облучению извне. При этом, однако, клеточные деления в ней надело отсутствовали. Положительный результат удавалось получить при условии разделения обеих частей культуры слоем желатины (непрозрачной, как известно, для лучей) и облучению извне. При такой постановке опыта размножение клеток периферической зоны происходило нормально. Эти опыты приносят доказательство значения идущей извне по отношению к клеткам химической компоненты клеточного деления и представляются очень интересными с точки зрения большой проблемы о химических веществах стимулирующих клеточные деления (например, раневые гормоны Габерляндта), о которых мы будем говорить в следующей статье. Наконец, в последней серии опытов Хрущеву удалось показать, что стекло камеры,

в которой культивируется кусочек ткани, является зеркалом, отбрасывающим продируемые лучи обратно на культуру. По крайней мере, в камерах, в которых вогнутое стеклянное дно было заменено плоской кварцевой пластинкой, пропускающей лучи, отмечено было значительное отставание в росте.

До настоящего времени совершенно еще невыясненным является вопрос о химических источниках излучения культуры тканей. Приведенные выше данные о связи между митогенетическим излучением и некротическими процессами указывают как-будто на протеолитический характер излучения; это не исключает, однако, в особенности учитывая сложность химизма тканевой культуры, возможность и других источников. Здесь решающим должен явиться, конечно, спектральный анализ.

5. МИТОГЕНЕТИЧЕСКОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ У ЖИВОТНЫХ

а) Митогенетическое излучение крови

Рассмотрение имеющихся в нашем распоряжении фактов показывает, что главным источником излучения в организме животных, по крайней мере позвоночных, являются химические процессы, происходящие в крови. Кровь, таким образом, приобретает особое значение при изучении роли митогенетических лучей в организме. Детальными исследованиями Зорина, Потоцкой и Цоглиной, и др. выяснен ряд подробностей, касающихся этого излучения. Можно считать установленным, что в крови содержится несколько источников излучения, из них главные: 1) окислительные процессы, именно воздействие оксигемоглобина на белки серума крови, 2) гликолитические — распад углеводов крови. Первые процессы преобладают, очевидно, в крови животных с ядерными эритроцитами (амфибии, рептилии, птицы), вторые — в крови млекопитающих. В соответствии с этим, добавление к такой крови незначительных количеств цианистых соединений, прекращающих окислительные процессы, ослабляет излучение, не прекращая его нацело. Добавление же фтористого натрия тормозящего гликолиз — прекра-

щает излучение крови млекопитающих совершенно.

Обычными объектами для изучения излучающей способности крови являются либо выпущенная из организма кровь, предохраненная от свертывания добавлением особых веществ ($Mg SO_4$ цитраты), либо гемолизированная кровь. Последняя обладает пониженной способностью к излучению (более высокий порог излучения), что находится в полном соответствии с тем, давно уже выясненным обстоятельством, что гликолиз гемолизированной крови является резко пониженным вследствие разрушения эритроцитов. Практически, однако, такая гемолизированная кровь является чрезвычайно удобным объектом для экспериментирования, она может сохраняться в высушенном виде на фильтровальной бумаге в течение 1 — 2 суток, не теряя своих митогенетических свойств; при отмачивании такой крови с бумажки в дистиллированной воде получается лаковая жидкость, которая в течение ближайших 5—10 минут дает хорошо выраженный митогенетический эффект. Ввиду практического значения работ по исследованию излучения крови необходимо коснуться в нескольких словах техники этого эксперимента. Получаемая из разреза на пальце (удалить следы предварительной дезинфекции спиртом, йодом, бензином, во избежание тормозящего действия этих веществ на излучение!) — кровь помещается на фильтровальную бумагу и может в высушенном виде сохраняться (в темноте) в течение одного — двух дней до постановки опыта. Гликолитический характер излучения крови у млекопитающих еще очень наглядно иллюстрируется специальными экспериментами Каннегиссер и Кацвы с параллельным изучением гликолиза в крови собак и сопутствующего ему излучения; при этом установлено поразительное совпадение результатов — пониженному гликолизу (весьма часто констатируемому у собак) соответствует понижение или отсутствие излучения. Наоборот, резко выраженный гликолиз сопутствуется обычно хорошо выраженным излучением. Очень интересны также данные ряда авторов, которым удавалось добиться

возобновления угасшего по тем или иным причинам излучения путем добавления к крови некоторого количества глизозы.¹

Последним, наиболее убедительным методом, вскрывающим химизм излучения крови, является, как всегда, спектральный анализ. Исследования Голышевой над спектром текущей крови в организме (*v. saphena* кролика) показали весьма сложный спектр, где наряду с гликолитическими и окислительными линиями можно было отметить ряд других, отчасти совершенно еще невыясненной природы, отчасти идентичных, повидимому, с открытыми Браунштейном линиями распада креатин-фосфата.

Все эти данные, касающиеся крови позвоночных, главным образом млекопитающих, интересно сопоставить с немногочисленными пока фактами (Залкинд, Потоцкая, Цоглина), касающимися излучения тканевой жидкости безпозвоночных (краба и моллюска) — гемолимфы, физиологически идентичной крови. При этом удалось показать наличие в гемолимфе излучения. Интересно отметить, что при этом решающую роль в возникновении излучения играют форменные элементы гемолимфы, — блуждающие клетки (амебодиты); по крайней мере, при центрифугировании гемолимфы, излучение остается связанным с клеточным осадком. Это обстоятельство в свою очередь возвращает нас к изучению роли весьма близких к амебодитам и морфологически и физиологически белых кровяных элементов позвоночных. Имевшиеся в нашем распоряжении данные до последнего времени были весьма недостаточны и противоречивы. Однако, недавняя работа Кленецкого показывает, что как одноклеточные (мононуклеары, лимфоциты), так и многоядерные (полинуклеары, зернистые лейкоциты) формы оказываются при соблюдении надлежащих технических условий

(фракционированная подача раздражения, правильно выбранная экспозиция) хорошими источниками излучения. Спектральный анализ обнаруживает при этом гликолитические, окислительные и протеолитические линии, а также линии, характерные для действия фосфатазы (лецитин, липоиды). Центрифугирование показывает, что излучение в основном протекает внутриклеточно, по крайней мере жидкость, в которой находились клеточные элементы лимфы показывает только следы излучения (гликолитического). Как видим, данные эти находятся в полном соответствии с приведенными выше и касающимися форменных элементов гемолимфы беспозвоночных.

6) Митогенетическое излучение крови в связи с общим состоянием организма

Ряд наблюдений помог прийти к выводу, что митогенетическое излучение крови находится в теснейшей зависимости от общего состояния организма, от его обмена веществ, от течения в нем различных процессов. Далее выяснилось, что даже незначительное отклонение от нормы приводит к исчезновению излучения. Таким образом наличие митогенетического излучения становится, повидимому, „тестом“, одной из чувствительнейших реакций указывающих на незначительное отклонение от нормы, сигнализирующих о первых следах патологических процессов. Приводя доказательства сказанному, нужно прежде всего отметить, что кровь голодных животных показывает исчезновение излучения. Такое исчезновение излучения следует отнести, повидимому, за счет изменений в области ферментативной деятельности крози, так как общее содержание углеводов в крови голодающих млекопитающих не показывает на этих стадиях особых отклонений от нормы.

Интересной и мало затронутой стороной проблемы является вопрос о связи излучения крови с возрастными изменениями. Мы располагаем данными итальянского автора Протти, показавшего на небольшом материале исчезновение излучения у сильно одряхлевших стариков. Интересно отметить, что после

¹ Более точные данные о химизме излучения крови показывают, что происходящие здесь явления очень сложны и что активация глизозы при добавлении сахара стимулирует и другие источники излучения (окисление, действие фосфатазы).

внутривенной инъекции таким субъектам крови молодых, наряду с общим „омоложением“ организма, наблюдается и восстановление митогенетического излучения крови. Данные эти частично недавно подтверждены немецким автором М. Гейнеманом, который указывает, что дряхлые старики не показывают излучения крови. Разумеется, весь вопрос нуждается в детальном выяснении.

В детском возрасте отмечаются значительные колебания митогенетического эффекта и довольно высокий процент случаев отсутствия излучения даже у здоровых, находящихся в нормальных условиях питания детей.

Чрезвычайно интересными и имеющими, повидимому, практическое значение являюся данные Брайнеса, касающиеся связи между физическим утомлением и исчезновением митогенетического излучения крови. На большом статистическом материале, собранном среди рабочих завода „Электросила“, удалось показать, что хорошо выраженное перед началом работы излучение крови ослабевает после первых же часов работы и исчезает совершенно после нормального 7-часового рабочего дня. После небольшого отдыха в продолжение 1—2 часов излучение заново восстанавливается (см. табл.). Совершенно ясно, какое значение должны иметь эти факты для современной физиологии труда, для которой особое значение приобретает объективный критерий утомления. Интересно отметить, что данные эти полученные для повседневной физической работы, подтверждаются в ряде наблюдений, касающихся значения очередного 2-недельного отпуска. Удалось показать, что у рабочих, вернувшихся после отпуска, отмечается резкое увеличение митогенетического излучения крови, — здесь создается новая практическая проблема для современной курортологии.

Переходя к вопросу о возможных причинах исчезновения излучения крови у утомленных, Брайнес на основании данных ряда авторов о том, что результатом усиленной мышечной работы является окисление, ацидоз крови, из-за скопления в ней больших количеств молочной кислоты, приходит к предположению о том, что ацидоз этот тормо-

Митогенетическое излучение крови и утомление (по Брайнесу)

Цифры показывают эффект излучения

До работы (8 ч. утра)	После 7 ч. работы	После отдыха	До работы (8 ч. утра)	После 7 ч. работы	После отдыха	До работы (8 ч. утра)	После 7 ч. работы	После отдыха
28	0	26	26	-6	—	28	0	14
22	0	25	37	15	—	31	10	32
21	9	27	20	0	—	29	0	20
31	0	30	33	13	—	25	4	26
41	12	30	28	5	—	28	0	19
35	6	30	22	0	—	21	9	20
36	-4	24	18	0	—	25	12	29
32	10	36	35	0	—	27	5	15
38	13	33	20	0	—	20	0	21
25	0	36	30	11	—	22	4	25
18	0	18	27	0	—	32	0	23
33	0	25	36	-15	—	33	0	20
30	11	30	29	0	—	26	0	—
38	0	33	38	0	—	25	0	—
22	9	24	21	0	—	47	0	—
26	-7	—	40	18	—	43	14	—
20	5	22	36	0	—	36	0	—
50	20	44	33	0	28	27	0	—
31	0	—	25	0	24	33	8	—
20	0	26	32	10	33	30	4	—
24	0	—	36	16	40	41	-5	—
25	-6	33	19	4	—	39	0	23
22	0	—	30	0	—	31	0	25
27	0	—	27	0	21	32	0	26
35	0	30	35	10	—	28	4	30
28	-4	29	28	12	—	31	9	—
21	0	—	22	-5	28	30	-6	21
26	0	12	24	9	—	29	4	29
29	0	35	37	-0	22	25	4	27
18	-5	—	35	4	—	32	0	33
28	-6	24	32	0	—	36	10	31
35	12	—	27	0	16	33	8	24
22	0	—	29	0	19	31	0	30
27	0	—	20	0	—	35	0	27
21	0	—	34	11	—	28	0	23

зит митогенетическое излучение. Это предположение хорошо подтверждается экспериментами, где введение животным в кровь молочной кислоты приводит к временному исчезновению излучения. С другой стороны „утомленная“ кровь, при добавлении 1% раствора соды (ущелочение) восстанавливает утраченное излучение. Если таким образом факты, на которых мы могли остановиться, только вскользь представляют механизм исчезновения излучения крови связать с изменением кислотности среды, нужно сказать, что вопрос представляется крайне сложным и требующим дальнейших исследований.

Совершенно неизученной в настоящее время является связь между умственным утомлением и наличием излучения крови.

Точно также не разработан вопрос о связи между излучением крови и беременностью. По данным Протти при беременности излучение исчезает. Интересно отметить, что такой же отрицательный результат получается по данным Гейкемана в период менструаций. Весь вопрос в целом, однако, нуждается в систематическом и подробном изучении.

Наилучше изученным в настоящее время можно считать вопрос о связи между излучением крови и различными заболеваниями. Можно считать установленным, что при большинстве заболеваний, даже связанных с тяжелым изнурением организма как тиф, туберкулез и т. д., излучение сохраняется неизменным. Особенно интересна одна серия опытов с погибавшими от легочного туберкулеза морскими свинками (Л. Д. Гурвич), где даже в момент агонии излучение оказалось налицо.

Исключение из этого правила составляют только тяжелые заболевания крови (пернициозная анемия, лейкомия), тяжелые случаи сепсиса и отравления крови бензолом, при которых отмечено исчезновение излучения. Совершенно особое место занимают все злокачественные новообразования, независимо от того, в каком органе они имеют место, и независимо от того, каков их морфологический характер (рак, саркома). Вопрос этот приобретает несомненное практическое значение для ранней диагностики злокачественных новообразований и поэтому мы позволим себе остановиться на нем несколько подробнее. Исходным пунктом этого исследования (Л. Д. Гурвич и С. Я. Залкинд) явились опыты с пересаживанием под кожу животным Эрлиховской аденокарциномы; при этом удалось установить, что начиная, примерно, с пятого дня после пересадки, когда даже при самом внимательном исследовании опухоль прощупывается только с трудом в виде мелкого зернышка, — излучение крови исчезает. Это отсутствие излучения подтверж-

дается в огромном большинстве исследованных случаев злокачественных новообразований. Нельзя не отметить, что несколько раз когда „митогенетический диагноз“ расходился с клиническим, последующие исследования (операция или вскрытие) указывали правильность заключения основанного на состоянии излучения крови.

Данные, полученные школой Гурвича, нашли себе полное подтверждение в подробных и богатых материалом работах немецких авторов: Гезениуса (клиника Charité в Берлине) и Гейкемана (клиника в Франкфурте на Майне).

Если, таким образом, исчезновение излучения крови раковых больных приобретает характер важного признака для ранней (что особенно в данном случае существенно) диагностики злокачественных новообразований, механизм исчезновения излучения в этом случае является в значительной мере неясным. До настоящего времени удалось только выяснить, что капля „раковой“ крови в соединении с таким же или большим количеством нормальной крови лишает эту последнюю способность к излучению. Такие же результаты, т. е. исчезновение излучения могут быть получены при инъекции здоровым животным не содержащего клеток экстракта раковых тканей, а также — что очень важно — при инъекции животным экстракта из самопереваривающейся (аутолизирующей) ткани различных паренхиматозных органов (печень, почки). Последняя серия опытов имеет принципиальное значение — она указывает, во-первых, на то, что подавление излучения крови у карциноматозных не является специфичным для этого заболевания и, во-вторых, что исчезновение излучения, очевидно, каким-то образом связано с циркулированием в крови продуктов распада тканей; такое циркулирование, как известно, характерно для злокачественных новообразований. Интересно отметить, что при экспериментальном дегтярном раке, характеризующемся незначительным распадом тканей — излучение крови сохраняется; оно исчезает, однако, и в этом случае при наличии вторичных опухолей (метастазы), появление кото-

рых неразрывно связано с передвижением в организме продуктов распада. Все эти данные носят в значительной степени фрагментарный характер и не решают в основном вопроса о причинах отсутствия излучения крови даже в частном случае злокачественных новообразований. Весь вопрос приходится ставить и разрешать значительно шире. Прежде всего необходимо считаться с конституциональными особенностями крови в каждом отдельном случае, — важное и совершенно еще не изученное обстоятельство. Судя по всему, мы должны различать индивидуумов с „сильной“ и „слабой“ способностью к митогенетическому излучению и с нормальным отсутствием такового. Этим и объясняются встречающиеся в известном проценте случаев здоровые „неизлучатели“. Дальнейшие исследования должны выяснить имеющуюся здесь зависимость от ряда факторов и условий как то: группа крови, возраст, условия питания, гормональные воздействия и т. д. Поэтому каждому изучению экспериментального изменения или исчезновения излучения должно предшествовать по возможности на том же объекте проведенное изучение стандарта. Точно также и причины отсутствия излучения являются, повидимому, весьма разнообразными и требующими в каждом случае специального исследования. Так, при утомлении как мы говорили, речь идет, может быть, о тормозящем влиянии молочной кислоты, повышенная концентрация которой препятствует гликолизу. Особое значение приобретает также вопрос о состоянии ферментов в крови. Ферментологами давно уже показана высокая чувствительность ферментов и способность их к инактивации путем связывания с различными веществами (например, в ряде интересующих нас случаев с циркулирующими в крови продуктами белкового распада). Роль ферментов в исчезновении излучения в „раковой“ и „голодной“ крови доказывается тем, что такая кровь получает вновь свою способность к излучению при введении фермента извне, например, при помещении в такую кровь некоторого количества дрожжей, приносящих

при этом свой гликолитический фермент. Этим, однако, не разрешается целиком вопрос о причинах исчезновения излучения крови.¹

Суммируя, необходимо отметить, что весь вопрос об излучении крови и в особенности о причинах исчезновения этого излучения — требует еще детального изучения.²

б) Митогенетическое излучение тканей и органов животных

Выше мы уже указывали, что в этой области наши знания носят еще отрывочный и в значительной мере случайный характер. Мы не имеем в настоящее время общей „митогенетической карты“ организма. В особенности мало исследованы ткани взрослых беспозвоночных — здесь излучателями являются следующие объекты: зона почкования и гипостом взрослой гидры и „печень“ (heratorap-sceas) краба. Излучение этого последнего органа источником своим имеет, повидимому, интенсивно протекающие в нем протеолитические процессы.

Значительно длинее список излучателей в тканях позвоночных. Здесь можно отметить — эпителий роговицы глаза, лимфатические узлы, селезенку, костный мозг, эпителий кишечника лягушки *in situ* без нарушения условий крозеобращения, семенник мыши, мышцы, центральную и периферическую нервную систему, мерцательный эпителий.³ Некоторых из этих источников мы подробнее коснемся в дальнейшем.

Исключительный интерес вызывает излучение эпителия роговицы, лишенной, как известно, кровеносных сосудов. Пу-

¹ За последнее время имеется ряд данных, позволяющих предполагать, что исчезновение излучения крови связано с „внутренним тушением“ излучения (см. об этом след. статью).

² Очень интересны данные исследований Зейдгерльма и Гейнемана над митогенетическим излучением крови карциноматозных. Авторам удалось показать, между прочим, восстановление излучения крови в этих случаях при инъекции особого препарата цитагенина, стимулирующего образование красных кровяных шариков. Детальный анализ наблюдающихся здесь явлений показал ряд интересных фактов, открывающих новые перспективы в области изучения биологических свойств раковой крови и заслуживающих специального трактовки.

³ По данным Зиберга хорошим источником излучения является моча.

тем спектрального анализа здесь удастся в нормальных условиях установить излучение двух родов — гликолитическое и нуклеолитическое. В условиях голодания при незначительной еще потере веса (не свыше 14%) у кролика удастся установить изменение источника, — взамен прекращающегося гликолитического излучения появляется резко выраженное протеолитическое.

Что касается механизма излучения эпителия роговицы, то по совокупности наших данных следует предположить, что мы имеем дело со вторичным излучением клеток эпителия, являющимся ответом на первичное воздействие лучей со стороны проходящих по краю роговицы кровеносных сосудов. Чрезвычайно интересным является то обстоятельство, что излучение роговицы исчезает при утомлении и наличии злокачественных новообразований, одновременно с исчезновением излучения крови. Таким образом, в последнее время опыты по изучению митогенетического излучения утомленных (Брайнес) ставятся с роговицей глаза как источником излучения.

Эпителий роговицы оказывается прекрасным детектором митогенетических лучей, чрезвычайно чутко реагирующим на их воздействие.

В высокой степени интересными являются данные относительно митогенетического излучения мышц. Одновременно Зиберту и Франку удалось показать митогенетическое излучение кашицы из мышц. При этом до известной степени открытым остался вопрос о том, излучает ли кашца из спокойных, или только из работавших тетанизированных мышц. Специальные опыты с добавлением KCN показали, что при этом речь идет о гликолитических, и отчасти, повидимому, окислительных процессах. Очень интересные данные, касающиеся излучения мышцы *in situ*. Опытами Франка и Попова при помощи специального приспособления, позволявшего расчленить митогенетическое излучение мышцы в разные моменты сокращения, установлено, что излучение свойственно мышце в латентный период и в самый начальный момент сокращения. Более поздние данные, полученные с применением фракционированной подачи раздражения, показали,

однако, что и покоящемуся мускулу свойственно митогенетическое излучение, только более слабое, чем в случае возбуждения. Чрезвычайно важны данные относительно спектрального анализа митогенетического излучения мышцы. Интересные сами по себе, они приобретают особое значение с точки зрения вопроса о химизме мышечного сокращения. Как известно, в современной физиологии отсутствует единая точка зрения на химизм процессов, лежащих в основе сокращения. Спектральный анализ может сыграть решающую роль в разрешении этого довольно острого спора. Имеющиеся пока предварительные данные Франка позволяют, в всяком случае, сделать вывод о чрезвычайном богатстве мышечного спектра — помимо гликолитических и окислительных линий здесь удастся отметить еще наличие и других (азотистых и распада креатинфосфата).

Митогенетическое излучение сердечной мышцы лягушки, являясь мощным источником характеризуется непостоянством получаемых результатов, зависящим, повидимому, от индивидуальных отличий ритма и силы сокращений сердечной мышцы.

Удалось показать также излучение мышечной ткани у беспозвоночных — так, оно описано Крепсом и Франком для мышцы иглокожих (голотурия). Крайне вероятен тот же источник для излучения ракообразных — дафний.

В связи с данными, касающимися излучения при мышечном сокращении, интерес приобретает еще один процесс, энергетический, повидимому, весьма близкий мышечному. Речь идет о мерцательном движении, при котором, как показывают новейшие исследования, происходит энергичное потребление гликогена. Действительно, Цоглиной удалось показать, что мерцательное движение как у позвоночных — эпителий пищевода лягушки, так и у беспозвоночных — эпителий жабр моллюска-беззубки, является источником митогенетического излучения. Аналогичные результаты, однако, при соблюдении некоторых специальных условий, на которых мы остановимся позже, были получены для мерцательного движения

простейших — инфузорий (*Paramecia* и *Opalina*). Ряд данных позволяет сделать заключение, что и в случае мерцательного движения появление излучения совпадает с периодом возбуждения клетки, лежащего в основе этого движения. Такое наблюдение тем более интересно, что спектр мерцательного движения оказался прекрасно совпадающим со спектром движения мышечного. Этими общими данными о близком родстве обоих энергетических процессов мы вынуждены пока ограничиться; более точные данные о химизме процессов, вызывающих мерцательное движение в настоящее время митогенетическим путем еще не получены.

с) Митогенетическое излучение нервной системы

Одним из интереснейших отделов проблемы митогенетического излучения является вопрос об излучении нервной системы. Полученные здесь, в особенности спектральным путем, данные могут представить значительный интерес для физиологии и биохимии нервной системы. Хотя мы находимся только на первых этапах исследования, и много основных вопросов требуют еще своего разрешения, найденные факты имеют первостепенное значение. Митогенетическое излучение нерва показано было впервые (Васильев, Гольденберг, Франк) на покоящемся безмякотном обонятельном нерве щуки. За последнее время подробный анализ излучения нерва (*N. ischiadicus*) лягушки произведен был Календаровым. Ему удалось при применении новой техники исследования (фракционирование) показать наличие излучения как в покоящемся, так и в возбужденном нерве (фарадизация, травма, механическое раздражение). При этом получен был очень богатый спектр с наличием, кроме гапколитических и окислительных, линий азотистого распада, действия фосфатазы (лецитин) и распада креатин-фосфата. Спектр возбужденного нерва весьма близок к спектру мышцы, — обстоятельство тем более интересное, что данные современной физиологии говорят о том, что в основе возбуждения нерва и мышцы лежат аналогичные химические процессы.

Далее удалось показать, что спектр излучения на месте раздражения существенно отличается богатством линий от спектра проведения возбуждения вдоль по нерву. Этот сам по себе крайне интересный факт приобретает особое значение в связи с выдвинутым в нервной физиологии положением (Винтерштейн), которое может быть сформулировано следующим образом: „Обмен веществ места раздражения резко отличается от обмена веществ места возбуждения“. Как видим, биологический спектральный анализ полностью подтверждает эту точку зрения.

Специальные исследования Латмановой посвящены были изучению ответной реакции нерва на первичное митогенетическое облучение от биологического (культуры дрожжей) и спектрального (вольтова дуга) источника. Получающийся здесь эффект сводится, прежде всего, к появлению так называемого вторичного излучения, устанавливаемого особым способом (см. об этом ниже). Обнаруживающийся при этом спектр в основном совпадает со спектром других видов раздражения. Так как скорость распространения митогенетического возбуждения вдоль нерва (30 м/сек.) совпадает со скоростью нервного возбуждения, есть все основания считать митогенетическое воздействие адекватным раздражителем нерва. Окончательное решение этого вопроса могло бы быть дано при условии получения в этом случае типичных электрических (токи действия) явлений, а также раздражения концевых аппаратов (мышцы). Латмановой удалось получить при длительном воздействии митогенетических лучей на нерв парабоз — особое состояние его, возникающее при наличии некоторых внешних раздражителей и характеризующееся изменением возбудимости. Эти вопросы относятся однако, уже к биологическому эффекту митогенетического излучения, которого мы коснемся в следующей статье.

При адекватном, физиологическом раздражении глаза лягушки (освещение) удается обнаружить митогенетическое излучение оптического нерва и зрительных долей самого мозга. При этом интенсивность возникающего здесь излу-

чения пропорциональна силе источника. Спектр митогенетического излучения зрительного нерва оказывается необычайно богатым. Данные Цоглиной показывают исключительное богатство спектра, возникающего при митогенетическом излучении рефлекторной дуги (седалищный нерв лягушки). Таким образом, адекватные раздражения (оптиче-

ский нерв и рефлекторная дуга) вызывают наиболее сложный химизм митогенетического излучения.

Все изложенное выше приводит нас к вопросу о физиологическом действии митогенетических лучей и ко всей проблеме митогенетического эффекта, которым будет посвящена следующая статья.

О НЕКОТОРЫХ ВОПРОСАХ ФИЗИОЛОГИИ СЛУХА

Д-р Г. В. ГЕРШУНИ

За последние полтора — два десятка лет наука изучающая процессы, связанные с деятельностью органа слуха — физиологическая акустика — сделала значительные успехи. В связи с колоссальным развитием техники телефонных передач, радио, звукового кино особенно встал остро вопрос об основных закономерностях, определяющих восприятие звуков. Многочисленные исследователи приступили к изучению этих вопросов, пользуясь новейшими достижениями техники; и в настоящее время физиологическая акустика располагает богатым материалом, характеризующим количественно целый ряд слуховых функций. Эти данные, имеющие большое практическое значение, легли также в основу дальнейшего изучения теорий деятельности слухового аппарата; вновь были пересмотрены и дополнены более старые, классические воззрения Гельмгольца; высказаны были другие взгляды и теории.¹ Однако в центре всего этого изучения стояли те физические и в меньшей степени физиологические процессы, которые происходят в самом периферическом аппарате — ухе, оставляя совершенно открытым вопросы о том, как же передаются по нервным путям эти тысячи многочисленных раздражений

в центр, как же осуществляется возможность восприятия тысячи отдельных ощущений?

Этот вопрос, о роли проводящих слуховые импульсы путей, неизбежно встает перед всякой теорией, пытающейся объяснить деятельность слухового аппарата: однако по существу он лежал вне круга основных экспериментальных исследований физиологической акустики. Но так как ни одна теория слуха не могла обойти молчанием вопрос о проведении импульсов по нервным путям, ответы на него большей частью вытекали из априорных соображений.

Так повелось со времени Гельмгольца, который в своей знаменитой книге „О восприятии тонов“, разбирая на сотнях страниц явления, происходящие в периферическом приборе — среднем и внутреннем ухе — посвящает всего несколько десятков строк вопросу о том, как же проводятся эти тысячи разнообразных колебаний в центр.

Это и понятно: эксперимент не мог дать в то время ответа на поставленный вопрос, а теоретические представления всецело диктовались законом специфических энергий Иог. Мюллера в понимании Гельмгольца.

По существу, в совершенно таком же положении находятся все современные теории слуха, так как основной экспериментальный материал, которым они располагают, относится или к тем физи-

¹ Изложение этих вопросов см. в книгах: Fletcher. Speech and hearing, 1929 и Ржевкин. Слух и речь в свете современных физических исследований, 1928.

ческим процессам, которые происходят во внутреннем ухе (улитке), или к психологии слуховых восприятий.

Поэтому физиологический анализ процессов, происходящих в нервных путях, идущих от слухового прибора, представляет огромное значение, ибо только он может помочь превратить физические теории слуха в физиологические теории деятельности органа чувств.

Как раз за последние несколько лет мы являемся свидетелями появления чрезвычайно важных работ в этой области. После того, как изучение электрических явлений в нервах сделало громадные успехи в связи с использованием ламповых усилителей, был подвигнут к изучению вопрос об электрических явлениях в нервных волокнах, отходящих от разных рецепторов, в том числе от слухового.

Периодическое возникновение разностей электрических потенциалов представляет собой общее явление, характеризующее деятельность всякой, и в первую очередь нервной, ткани. Поэтому подобные потенциалы носят название потенциалов или токов действия. Частота их возникновения и скорость проведения по нервным волокнам характеризует те влияния, которые проводятся от рецептора к центральной нервной системе. А если это так, то их изучение несомненно должно дать важные указания на то, как же проводятся импульсы от слухового прибора в центр от тысячи падающих на ухо раздражений.

Исходя из подобных соображений, Форбс, Миллер и О'Коннор предприняли изучение потенциалов действия возникающих в слуховых путях.

Для этой цели у кошки вскрывалась черепная полость, обнажался продолговатый мозг, и к той его части, к которой подходят волокна слухового нерва прикладывались электроды. Эти электроды соединялись с ламповым усилителем, выводы от которого шли к струнному гальванометру. Возникающие в продолговатом мозгу между электродами разности потенциалов усиливались, и затем регистрировались струнным гальванометром.

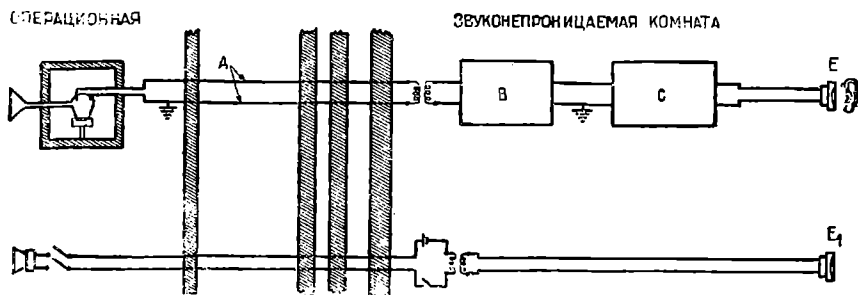
Авторы изучили возникновение и ритм потенциалов действий при воздействии на ухо кошки разных звуков: трещотки, сирены, камертонов с частотой колебаний 104, 200, 400 и 800 герц.¹

Как только источник звука начинал звучать, гальванометр отмечал возникновение в продолговатом мозгу потенциалов, частота которых находилась в некотором соответствии с частотой звуковых колебаний. Так, при звучании камертона, дающего 104 герц, струнный гальванометр записывал потенциал действия, примерно, с тем же периодом. То же наблюдалось при частоте в 200 герц; при звуковых частотах в 400 и 800 герц подобного соответствия между периодом звуковых колебаний и потенциалами действия не наблюдалось, так как максимальная частота потенциалов действия равнялась 235 в сек. Чрезвычайно важно было показать, что регистрируемые гальванометром потенциалы не являются следствием чисто физических причин — воздействия звука на усилитель, — а возникают действительно в нервной системе. Опыты с неживыми объектами показали, что потенциалы возникают действительно только в живой ткани. К сожалению из работы Форбса и его сотрудников было неясно, отчего при больших звуковых частотах нет соответствия между звуковыми колебаниями и потенциалами действия: оттого ли, что нервная система действительно не воспроизводит более частые ритмы или оттого, что их не регистрирует гальванометр, вследствие своей инертности. А между тем, именно этот вопрос, о соотношении между частотой звуковых колебаний и частотой потенциалов действия, представляется наиболее существенным для физиологии слуха.

Дальнейшее изучение потенциалов действия слухового нерва принадлежит Юэру и Брею, опыты которых получили широкую известность не только среди физиологов, но и среди акустиков и психологов.

Опыты ставились также на кошках, а затем на целом ряде других животных — морских свинках, кроликах, чере-

¹ Период в секунду



Фиг. 1. Схема установки Юэра и Брея.

Наверху — аппараты для обнаружения токов действия в слуховом нерве. Внизу — система телефонов для сравнения звуков. А — кабель, В — усилитель, С — аттенюатор (прибор, понижающий подаваемое на телефон напряжение). Д — угольный микрофон, Е и Е₁ — телефоны, F — источник звука.

пахах. Постановка этих опытов заключалась в следующем: к слуховому нерву прикладывались электроды, возникающие потенциалы усиливались 4-каскадным ламповым усилителем; коэффициент усиления 100 000. Возникающие потенциалы от усилителя подавались на телефон. В качестве источника звука служили — человеческий голос, набор органных труб и свисток Гальтона. Электрические генераторы звука и камертоны не применялись, так как могли влиять на цепь усилителя благодаря индукции. От комнаты, где находилось животное, вел защищенный кабель в звуконепроницаемую камеру, где помещались усилитель и телефон. Усилитель был тщательно экранирован (фиг. 1).

Оказалось что всякий звук произносимый перед ухом животного, в почти неискаженном виде слышен в телефоне, который находится в звуконепроницаемой камере, при чем громкость его могла достигать 50 децибелл, т. е. средней громкости речи. Таким образом, могли быть передаваемы слова, которые слышны были в телефоне совершенно ясно и отчетливо. Звуковые частоты, от 1000 до 5200 герц, при воздействии на ухо животного совершенно ясно воспринимались в телефоне. Для того, чтобы выяснить, не происходит ли некоторое изменение частоты при подобной передаче через слуховой прибор, в комнате, где находилось животное и источник звука, устанавливался обычный угольный микрофон, от которого шел провод к другому телефону в звуконепроницаемой камере (фиг. 1).

Наблюдатель мог сравнивать таким образом звук в обоих телефонах, из которых по одному протекали токи от слухового нерва, к другому от микрофона. При сравнении, звуки в обоих телефонах оказывались совершенно одинаковой высоты.

Таким образом, в этих опытах слуховой прибор вел себя совершенно так же, как микрофон, передающий речь и разные звуковые колебания, воздействующие на его мембрану.

Естественно при оценке результатов этих интересных экспериментов возникает вопрос, в какой мере возникновение потенциалов в слуховом нерве связано с жизнедеятельностью этого нерва. Являются ли эти потенциалы проявлением физиологических процессов, текущих в нервных волокнах или же они возникают где-нибудь в другом месте, (напр., в средах улитки) и проводятся по нерву, как по любому физическому проводнику. А тот факт, что нервы представляют собою проводники и их сопротивление может быть измерено, является общеизвестным.

Юэр и Брэй поставили целый ряд дополнительных экспериментов, из которых следовало, что возникающие потенциалы связаны с жизнедеятельностью каких-то элементов слухового прибора. Так, смерть животного, всегда вызывала прекращение возникновения потенциалов. Точно так же влияло прекращение притока крови; восстановление притока крови вызывало восстановление явления. Разрушение улитки на той стороне, где лежат электроды, вызывало резкое ослабление, а дву-

стороннее разрушение — полное прекращение звука в телефоне.

Работа Юэра и Брэя вызвала целый ряд экспериментальных исследований в течение ближайших же двух лет. Авторы, проверявшие Юэра и Брэя, вполне подтвердили возможность получения подобного явления.

Этот феномен был обнаружен также таким крупным исследователем, как Эдризэн, который не только убедился в возникновении потенциалов, но и обнаружил их исчезновение после охлаждения и кокаинизации улитки.

И в настоящее время эти опыты вряд ли могут рассматриваться, как результат случайной ошибки и требуют самого внимательного изучения, потому что их толкование ставит на очередь проблемы, которые имеют существеннейшее значение не только для физиологии слуха, но и для всей физиологии нервной системы.

Обнаружение этих потенциалов очевидно связано с жизнедеятельностью каких-то элементов слухового прибора. Но где возникают эти потенциалы — в сложных механических средах улитки или же в самих нервных волокнах?

Как вообще могут возникать в нервных волокнах электрические потенциалы с частотой более 5000 в сек., когда максимальная частота импульсов в других нервных волокнах не может превышать 2000 в сек. (Гассер и Эрлангер)?

Как вообще в нервных волокнах могут возникать электрические колебания, которые по своей форме, частоте, амплитуде являются полным отображением механических колебаний, воздействующих на ухо? Ведь если это так, то тогда следует признать, что электрические процессы, происходящие в нервном волокне, всецело зависят от характера внешних раздражений.

Подобное предположение однако является трудно согласуемым с основными физиологическими закономерностями.

Слуховой нерв состоит из большого количества нервных волокон. Возникают ли в каждом нервном волокне подобные потенциалы, и мы обнаруживаем при изучении потенциалов, отво-

димых от всего нерва, простую их сумму? Или, может быть, в каждом из нервных волокон, функциональные свойства которых могут быть различны, возникают совсем другие частоты, различные в каждом волокне, и только их совокупная деятельность дает тот суммарный микрофонный эффект, который слышен в телефоне?

И, наконец, еще один очень важный вопрос встает перед исследователем. Каково же физиологическое значение этих потенциалов? Действительно ли они воздействуют на центральную нервную систему и вызывают там процессы, которые ведут к восприятию данного тона или звука? Или, может быть, они хотя и возникают в нерве, но, однако, отнюдь не определяют те влияния, которые идут от рецептора к центру.

Вот те основные вопросы, которые возникают при рассмотрении этих опытов; вопросы, представляющие огромное значение и такие же трудности для разрешения, однако, безусловно лежащие в пределах возможностей экспериментальной физиологии.

Рассмотрим же вкратце эти основные вопросы,

1. Могут ли возникать в самой улитке, в ее механических средах электрические потенциалы, при воздействии звука? Теоретически в этом нет ничего невероятного; в такой сложной гетерогенной системе, как улитка, состоящей из целого ряда опущенных в раствор электролитов мембран, на границах фаз несомненно существуют разности потенциалов. При колебаниях этих мембран не может быть исключена возможность периодических изменений этих потенциалов. В какой мере возникают подобные потенциалы в средах слухового прибора, неизвестно. Но изучение этого вопроса, даже на физических моделях уха, представляло бы значительный интерес.

2. Возникают ли описанные Юэром и Брэем потенциалы в каждом нервном волокне, или же в отдельных волокнах наблюдается другая частота и форма колебаний, чем в общем стволе слухового нерва?

Для ответа на этот вопрос, во-первых, необходимо регистрировать форму и частоту возникающих потенциалов и, во-

вторых, отводить потенциалы как от всего ствола слухового нерва, так и отдельных его волокон. Обе эти задачи, особенно совместно, представляют очень большие технические трудности.

Для анализа формы колебаний, при тех больших частотах, которые имеют место (более 5000), нельзя пользоваться обычными инерционными осциллографами (струнный гальванометр). Такие приборы вообще не могут воспроизводить подобные частоты. Для этой цели требуется применение катодного осциллографа, принцип действия которого основан на движении безинерционного катодного пучка. Ряд физиологов пользовался уже этим прибором для изучения формы колебаний потенциалов в различных нервных волокнах (Гассер и Эрлангер). При применении этого метода несомненно могут быть записаны и проанализированы потенциалы, возникающие в слуховом нерве.

Можно ли регистрировать электрические явления, возникающие в отдельном нервном волокне, или по крайней мере в небольшой группе нервных волокон? Для ряда нервных путей такой анализ был произведен Эдрианом и его сотрудниками. Одним из возможных способов изучения является механическое расщепление нервного ствола и запись потенциалов, возникающих в изолированных таким образом группах нервных волокон. Конечно, при подобных опытах всегда имеется возможность повреждения оставшихся волокон. Если бы все же удалось записать потенциалы, возникающие во всем слуховом нерве и в отдельных группах его волокон, был бы сделан громадный шаг вперед в изучении проведения импульсов по слуховым путям.

Однако, в настоящее время имеются только отдельные попытки регистрации потенциалов слухового нерва катодным осциллографом;—попытки, которые еще не дали никаких осязательных результатов.

Попыток изолирования отдельных групп нервных волокон слухового нерва пока произведено не было.

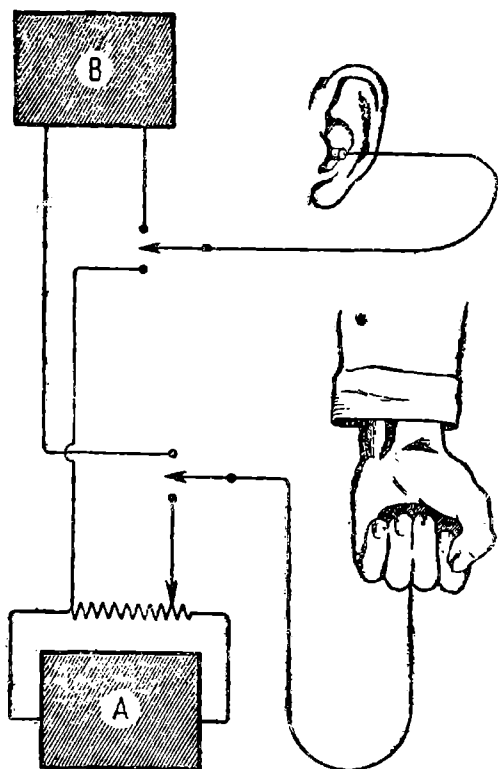
Эти чрезвычайно трудные задачи, надо думать, все же будут разрешены физиологией слуха.

3. Определяются ли влияния на центральную нервную систему, идущие от рецептора, именно этими потенциалами? Можно ли полагать, что, при воздействии на слуховой прибор звука определенной частоты и амплитуды колебаний, центральная нервная система воспринимает ту же частоту и характер импульсов, как в опытах Юэра и Брэнна и что именно эти импульсы определяют характер слухового восприятия? Ведь совсем не исключена возможность, что по живому нерву могут проводиться разные импульсы и разные частоты, и отнюдь не все будут физиологически равноценны, отнюдь не все будут определять в равной мере влияния, идущие от рецептора в центр. Вся серия вышеприведенных опытов с изучением потенциалов действия совершенно не отвечает на вопрос, каково же функциональное значение этих потенциалов в восприятии звука. Однако, можно попытаться подойти к этому вопросу экспериментально; именно, если эти потенциалы действительно возникают в слуховом нерве при воздействии звука и если действительно они вызывают определенный характер восприятия, то непосредственное подведение подобных потенциалов к волокнам слухового нерва или близлежащим отделам центральной нервной системы у человека, возможно, способно вызывать те же ощущения. Для этой цели надо только добиться возможности раздражить слуховой нерв у человека электрическими токами звуковой частоты.

Подобная задача трудна и легче может быть формулирована, чем решена. Однако, некоторые данные в этом направлении уже имеются.

В 60-х годах прошлого столетия врач С.-Петербургской Максимилиановской лечебницы Р. Бреннер подробно разработал методику электрического раздражения органа слуха и описал слуховые ощущения, возникающие при прохождении через слуховой прибор постоянного тока.

Эти совершенно забытые физиологами данные Бреннера были подвергнуты проверке и дальнейшему изучению в физиологических лабораториях



Фиг. 2. Схема установки для электрического раздражения слухового прибора у человека.

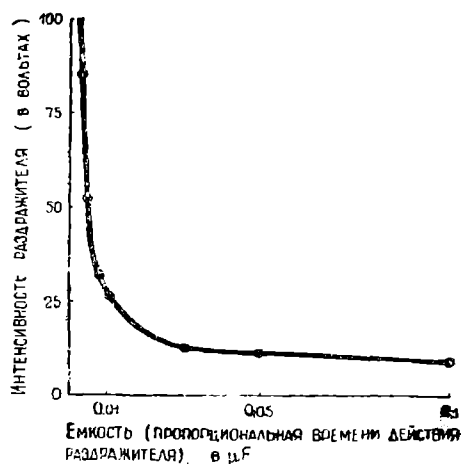
А — генератор электрических колебаний низкой (внуковой) частоты. В — установка для определения возбудимости слухового прибора при помощи разрядов конденсатора.

руководимых проф. Л. А. Орбели (Волохов, Гершуни и Лебединский).

Было вновь показано, что действительно прохождение постоянного тока или отдельных разрядов конденсаторов вызывает слуховые ощущения, которые очевидно обязаны непосредственному раздражению нервных элементов слухового прибора.

Были определены также некоторые количественные характеристики возбудимости этих нервных элементов. Именно было получено отношение между силой и временем действия электрического раздражителя, которое так характерно для каждой возбудимой ткани (фиг. 3).

Далее было показано, что испытуемый слышит звук при прохождении переменных токов от генератора звуковой частоты через электроды, вставленные в слуховой проход (см. фиг. 2). Этот



Фиг. 3. Кривая возбудимости нервных элементов слухового прибора у человека. Хроноксия 0,1 с (0,0001 сек.).

звук совершенно того же характера, какой слышен при подведении данной частоты электрических колебаний к телефону.

Не только чистые тона, но и радиопередача, при включении в цепь радиоприемника, вместо телефона, электродов от слухового прибора, может быть услышана подобным образом (подобное явление отмечалось радиолюбителями).

Эти факты говорят как будто бы за то, что возникающие в слуховом нерве потенциалы действительно определяют восприятие в центральной нервной системе.

Однако, эти опыты были бы убедительны, если бы удалось доказать, что переменный ток, точно так же, как постоянный, раздражает нервные элементы слухового прибора.

Кроме теоретического, это имело бы и чисто практическое значение, как метод слушания для глухих. Однако, имеющиеся в распоряжении данные не говорят в пользу взгляда о непосредственном раздражении нервных элементов. Скорее речь идет о возникновении механических колебаний в средах слухового прибора при прохождении через них переменных токов. Вопрос не является разрешенным и подлежит дальнейшему изучению.

Разрешение этого вопроса, который представляет собой как бы обратную

сторону медали изучения потенциалов слухового нерва, может быть получено в опытах на больных, у которых исключены различные отделы слухового прибора.

Это является задачей будущего.¹

Таким образом, попытки изучения функциональных свойств нервных элементов слухового прибора, предпринимаемые разными методами и путями, несомненно должны дать в дальнейшем ряд существенных данных для понимания физиологических процессов, происходящих в слуховом аппарате.

¹ В настоящее время подобные опыты производятся совместно с клиникой проф. В. И. Войчека.

Литература

- Forbes A., Miller and O'Connor. Electric responses to acoustic stimuli. Amer. Journ. Physiol., vol. 80, p. 363. 1927.
- Wever and Bray. The nature of acoustic response. Journ. of Experim. Psychol., vol. 13, p. 373. 1930.
- Adrian, Bronk and Phillips. The nervous origine of the Wever and Bray effect. Journ. of Physiol., vol. 73, p. 2. 1931.
- Kreezer. A critical examination of auditory action. currents. Amer. Journ. Psychol., vol. 44, p. 638. 1932 (обзор).
- Brenner. Untersuchungen usw. auf dem Gebiete der Elektrotherapie, Bd. 1, T. 1. Leipzig, 1868.
- Волохов, Гершуни и Лебединский. О так называемом электрическом слухе. Докл. на засед. О-ва физиологов в мае 1933 г., печат. в Физиолог. Журн. СССР.

ИЗ ВОСПОМИНАНИЙ О В. И. ЛЕНИНЕ

Проф. Н. М. КНИПОВИЧ

Редакция „Природы“ обратилась ко мне с просьбой поделиться с читателями воспоминаниями о Ленине, с которым я был лично знаком, а после революции имел и некоторые деловые отношения. С серьезным сомнением согласился я выступить со своими воспоминаниями: они кажутся мне слишком бледными, слишком скудными. Между тем речь идет о человеке, к которому я отношусь с глубоким уважением и искренней симпатией.

Считаю нужным несколько остановиться на общих условиях того времени, к которому относится первая часть моих воспоминаний о Ленине, и на тех условиях, в каких я тогда находился (до революции).

В тяжелых условиях того времени революционная деятельность могла быть только подпольной. Я не был уже членом какой-либо революционной организации после окончательного разгрома в 1887 г. социал-демократической группы, которая возглавлялась Дмитрием Николаевичем Благоевым, и после отбытия тюремного заключения и пятилетнего

положения поднадзорного. Официально я был в положении человека благонадежного, состоял с 1893 г. на государственной службе, после 1899 г. каким-либо репрессиям не подвергался, но фактически оставался лишь полублагонадежным (как курьез, отмечу, что, будучи официальным представителем русского правительства в Международном совете по морским исследованиям, я в то же время не мог получить разрешения для чтения популярных лекций в Народном доме). При таких условиях, оказывая посильное содействие петербургским революционным марксистам, во главе которых стоял Ленин, приходилось действовать очень конспиративно.

За исключением моей старшей сестры, Лидии Михайловны Книпович, очень активного и деятельного члена Петербургского Союза борьбы за освобождение рабочего класса, члены моей семьи были представителями части внешне-легальной левой интеллигенции того времени, стоявшей в связи с революционным движением.

В чем заключалась связь легальной левой интеллигенции с подпольным революционным миром в те времена, когда другая революционная деятельность не могла существовать? В чем заключалась помощь революционному движению со стороны этой интеллигенции? Следует иметь в виду, что она слагалась из самых различных элементов, от настоящих активных революционеров, которых лойальность была лишь необходимой временной маской, через разные категории лиц, в разной степени и различными способами помогавших революционному движению, до случайных попутчиков революции, которым предстояло в будущем совершенно отмежеваться от революционных элементов или даже перейти в лагерь упорных, озлобленных врагов. Но до поры-до времени вся эта пестрая, разнородная масса помогала революции, объединяемая одним общим чувством ненависти и презрения к романовскому царизму и общим сознанием, что так жить дальше нельзя. Формы помощи со стороны лиц, не бывших определенными активными революционными деятелями, были очень разнообразны. Необходимо было хранить, распространять нелегальную литературу и содействовать ее появлению; необходимо было скрывать нелегальных или людей, которым надо было временно исчезнуть из поля зрения охранки, необходимо была различная материальная помощь и т. д. Не имея ни малейшей склонности преувеличивать значение левой интеллигенции (из которой вышли, однако, видные и активные участники и деятели революции) в период дореволюционный, я думаю, что большой ошибкой было бы и недооценивать его.

Соединительным звеном с подпольным революционным миром была в моей семье моя старшая сестра Лидия Михайловна Книпович („Дяденька“ по партийной кличке¹), отдавшая революционной деятельности лет тридцать своей жизни и ко времени осуществления Октябрьской революции окончательно потерявшая здоровье в бурной жизни профессионального революционера, чело-

век, безгранично преданный партии большевиков.

Я позволил себе остановиться на этих данных, отчасти личного характера, так как они объясняют условия, при которых возникла и развилась дружба моей семьи с Н. К. Крупской (и ее матерью) и наше знакомство с Владимиром Ильичем.

Знакомство моей семьи с Н. К. Крупской началось в начале 90-х годов; около того же времени познакомилась с Вл. И-чем моя сестра. Когда и при каких условиях познакомился с ним я, — не помню. По всей вероятности, это было в конце 1905 г.¹ Момент был очень интересный. Создались условия, значительно отличавшиеся от прежних, временно стали возможными такие выступления, о каких раньше нечего было и думать; государственная тайная и явная полиция в значительной мере растерялась; заметно смягчилась и строгая конспирация прежних времен. Тем не менее, особенно привлекавшим внимание органов сыска необходимо было по возможности соблюдать осторожность, особенно после подавления Московского восстания и еще больше после подавления Свеаборгского. За период конца 1905 и 1906 гг. Вл. И-ч не раз ночевал у нас; пришлось быть мне и на одном очень смелом выступлении его в большом собрании. В конце концов ему пришлось уехать в Финляндию.

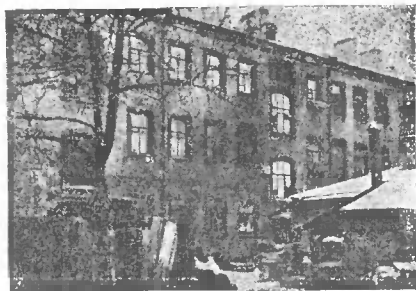
За этот период (1905—1906 гг.) у меня не сохранилось каких-либо определенных интересных воспоминаний относительно Вл. И-ча. Случайные разговоры, касавшиеся текущих событий, не представляли особого интереса.

Довольно много воспоминаний сохранилось у меня относительно лета 1907 г.,² когда Крупские и Вл. И-ч жили с нами

¹ Ленин приехал в Петербург 7 (20) или 8 (21) ноября 1905 г. Легально поселился 3 (16) декабря 1905 г. на Греческом пр., д. 15/8, прожил здесь только 3 дня, затем из-за слежки за ним тайной полицией перешел на нелегальное положение. С 6 по 17 декабря ст. ст. 1905 г. провел в Финляндии (на Таммерфорской парт. конференции и т. д.).

² Март и часть апреля 1907 г. Ленин прожил в Куоккале в Финляндии, бывал наездами в Петербурге, а затем до начала мая — в Териоках. В мае уехал в Копенгаген. Июнь — июль прожил в Стирсуудене в Финляндии и в Териоках.

¹ Л. М. Книпович (1857—1920) „окрестил“ кличкой „Дяденька“ Вл. И-ч.



Общий вид дома на Колпинской ул., № 3. Слева — парадный вход в квартиру № 16 (3 этаж) проф.-зоолога Н. М. Книповича, где в декабре 1905 г. и в январе 1906 г., несколько раз ночевал В. И. Ленин. Справа — вход со двора.

Из альбома „Ленин в Петербурге“, изд. Выставки-Музея строительства и городского хозяйства, Сектора истории города.

в Финляндии, в Сейвисто, поблизости от маяка Стирсудден. Вл. И-ч был страшно утомлен и измучен усиленной работой и переживаниями в 1905—1906 гг., и здоровье его настоятельно требовало хорошего отдыха. Этот отдых он и нашел у нас в Сейвисто.

К нам Вл. И-ч приехал в состоянии крайнего утомления. Отдых, возможно полный отдых, был ему нужен больше всего; в отдыхе у него была почти патологическая потребность; он часто засыпал, едва принимая удобное положение. Но такое состояние прошло очень скоро. От измученности почти не осталось следов; потребность в отдыхе утратила свой несколько патологический характер. В хорошей, скорее деревенской, чем дачной, обстановке на берегу моря, среди лесов он наслаждался нормальным здоровым отдыхом сильно поработавшего, но бодрого, свежего человека. Очень скоро вернулся он и к революционной работе.

Всецело, самоотверженно преданный делу, ради которого он позднее в несколько лет до тла исчерпал все силы и неожиданно быстро сошел со сцены, Ленин вовсе не был каким-то пасмурным, угрюмым аскетом от революции. Это был здоровый, бодрый, даже веселый человек, человек жизни, в те короткие и редкие промежутки времени, когда он мог (или был вынужден) позволить себе отдых. Он умел как-то особенно хорошо отдыхать, наслаждаясь красивой природой, прогулками, хорошим пе-

нием, охотно принимал участие в разных развлечениях и всяких мелочах жизни. В Сейвисто он особенно увлекался поездками на велосипеде, прогулками, обучал женскую часть нашей семьи езде на велосипеде, с азартом играл в шахматы и шашки и т. д. Помню, он всегда впрягался вместе со мною и моим сыном, когда мы отправлялись, чтобы привезти на себе бочку воды для огорода (за что неблагодарные дамы и наградили всех нас почетным титулом „водовозных кляч“). Вл. И-ч держал себя вообще очень просто: в нем не было ни следа склонности ставить себя на какой-то пьедестал и свысока относиться к людям.

Я упомянул уже о том, что пребывание в Сейвисто вовсе не было для него только необходимым отдыхом, что он очень скоро вернулся и к революционной работе. К нему приезжали партийные товарищи, шли долгие деловые беседы, около него были и два близких старых партийных товарища — Надежда Константиновна и моя сестра; рядом с отдыхом и развлечениями шла и работа.

Быстро промелькнуло это время, которое позволило мне составить себе ясное понятие о „Ленине на отдыхе“. Прошел ряд лет прежде, чем мне пришлось составить себе не издали, а непосредственно понятие о „Ленине на работе“. К сожалению, деловое общение с ним так скоро, так обидно скоро оборвалось с его болезнью, оказавшейся роковой.

14 января 1920 г. Г. Е. Зиновьев переслал мне одну докладную записку, полученную им от Вл. И-ча, который просил меня ознакомиться с нею и сообщить мое мнение, насколько серьезна эта записка, и, если бы она оказалась серьезной, каким образом лучше всего дать ей ход. Я, конечно, тотчас рассмотрел ее и переслал Вл. И-чу свое заключение. С этого и начались наши деловые отношения. Он пересылал мне некоторые докладные записки, так или иначе касавшиеся моих специальностей, на которые я и давал подробные заключения, посылал и различные другие запросы, относившиеся к рыбному делу и деятелям в этой области. Приходилось мне также писать ему о разных вредных и ненормальных явлениях. Я не стеснялся писать ему то, что думал о людях, о разных, на мой взгляд, больных, уродливых явлениях и мерах, не раздумывая о том, что понравится или не понравится ему. А он умел объективно, деловито относиться и к тому, что его задевало. Что касается в частности докладных записок, то после революции появилось немало „очень добрых людей“, одолевавших Ленина самыми отборными рецептами благоустройства страны, конечно, с тем, чтобы и авторам кое-что перепало; в тех записках, которые попадали в мои руки, грубое невежество комбинировалось с очень прозрачным, иногда и вовсе не прикрытым стремлением к тепленькому местечку. Сношения мои с Вл. И-чем шли исключительно путем переписки. Мне нередко приходилось ездить в Москву по вызовам на разные заседания, бывал я иногда у Надежды Константиновны, но все не встречался с ним. Осенью 1921 г. меня просили ехать в Гельсингфорс в качестве эксперта при комиссии по рыболовной конвенции с Финляндией; речь шла об урегулировании вопросов, связанных с промыслом русских ловцов в районе Мурмана, отошедшем к Финляндии. Мне пришлось пробыть там 3 $\frac{1}{2}$ месяца. За это время возник вопрос, на котором я должен остановиться с некоторой подробностью, так как в связи с ним хорошо обрисовывается отношение Ленина к интересам науки. В 1901 г. возник Междуна-

родный совет по морским исследованиям (Conseil permanent international pour l'exploration de la mer) с районом деятельности в северной части Атлантического океана с его морями, в том числе и в Баренцовом море. В этом международном объединении принимали участие все государства, берега которых омываются указанными морями. Оно сыграло громадную роль в развитии гидрологии и биологии морей, а вместе с тем и в создании научной основы для рационализации морских промыслов. С 1901 по 1914 г. (включительно) в этом деле принимали участие все государства указанной области, внося ежегодно определенные суммы (более крупные Великобритания, Германия и Россия, гораздо меньшие малые государства — Голландия, Бельгия, Дания, Швеция и Норвегия). С началом войны из Совета временно вышли все государства, участвовавшие в войне. Последний взнос (14 000 р.) Россия внесла в 1914 г., передав эту сумму генеральному секретарю Международного совета Дрекселю, приехавшему по этому делу в Россию. К сожалению, Дрексель вместо того, чтобы перевести эти деньги в Копенгаген, в котором находилась администрация и бюро Международного совета, депонировал их в Азовско-Донском банке, по совету Датского посольства. С аннулированием банка пропала, конечно, и депонированная там Дрекселем сумма. Во время пребывания моего в Гельсингфорсе, узнав об этом от одного из моих датских друзей, Дрексель обратился ко мне с просьбой о возможном содействии для возвращения реквизированной суммы (я был с самого начала делегатом России в Международном совете, а в последние годы перед войной одним из его вице-президентов).

Я написал тогда Вл. И-чу, высказывая, что следовало бы в виде исключения возратить Международному совету реквизированную сумму в виду, во-первых, громадного научного и научно-прикладного значения этого международного объединения, во-вторых, в виду очень ценных услуг, оказанных учреждениями Международного совета нашим русским исследовательским предприятиям.

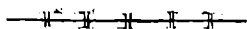
В конце письма я добавил, что считал бы очень желательным, чтобы наша Советская страна снова вошла в состав Международного совета.

Когда я возвратился в Петроград, я узнал, что Ленин самым сочувственным образом отнесся к моему письму. Меня запросил секретарь СНК, согласен ли я взять на себя переговоры, и 16 I 1922 СНК постановил поручить мне довести до сведения Международного совета по морским исследованиям, что переговоры об урегулировании финансовых взаимоотношений с ним возможны при условии возобновления участия России в Международном совете. Оба предложения мои были, таким образом, приняты; я этого и ожидал от Вл. И-ча.

Не останавливаясь на дальнейшем ходе этого дела, отмечу еще один случай, который имел для меня особенно важное значение. В 1921 г. на съезде, созванном Главрыбою, было признано единогласно, что первоочередной задачей в области рыбного дела было научно-промысловое исследование Азовского моря; в связи с ним необходимо было произвести исследования и в Черном море. Я согласился взять на себя организацию и выполнение исследований, ставя совершенно определенные условия. Все эти условия, среди которых на первом месте стояло предоставление парохода, вполне пригодного для проектируемых работ, были приняты Главрыбой без каких-либо возражений или оговорок, но ни одно из них не было выполнено. Начать работы пришлось при условиях совершенно неудовлетворительных, сильно обесценивавших результаты, рассчитывать на Главрыбу не было оснований; бросить начатое дело, на что я имел полное формальное право, было просто нельзя. Я решил обратиться к Ленину лично. Я знал, что он хворает, но не представлял себе действительного положения дела. Отыскав Надежду Константиновну в учреждении,

в котором она работала, я узнал, что Вл. И-ч тяжело болен и вынужден на время оставить работу. Она сказала, что едет в Кремль и выяснит мнение врачей. Скоро она протелефонировала мне, что Вл. И-ч может принять меня в тот же день, и сообщила, когда я должен явиться в Кремль. Вл. И-ч принял меня очень приветливо, мы в несколько минут покончили с одним несколько щекотливым делом, связанным с нашей перепиской, и я сообщил ему вкратце причину своего посещения. Не возражая ни слова, он вытащил блокнот и спросил: „Итак, что же Вам нужно?“ Я сказал, что привез с собою нечто вроде докладной записки. Тогда Вл. И-ч сказал, что он, конечно, не считает возможным единолично решать это дело, но даст ему ход. Между нами завязался затем очень оживленный разговор, который произвел на меня сильное впечатление. Вл. И-ч подробно спрашивал меня о положении дел с государственным рыбным промыслом, об отдельных лицах, просил в случае каких-либо осложнений писать его заместителям, которым он хотел дать соответственные инструкции (он и дал их, как выяснилось потом по одному очень важному делу, которого я не буду здесь касаться). Вызывало удивление то, как хорошо он ориентируется в деле, которого он, конечно, не знал хорошо и не мог знать во всех деталях. Я чувствовал, что имею дело с очень одаренным человеком и притом человеком широким, свободным, человеком большого масштаба, умеющим все понимать, свободным от мелких предубеждений, умеющим ценить критическое слово. В этот день я больше познакомился с настоящим Лениным, с „Лениным на работе“, чем во все наше предшествовавшее знакомство. Думалось: вот человек, с которым легко работать.

К сожалению, это было мое последнее свидание с этим действительно замечательным человеком.





К 100-летию со дня рождения [1834—1934]

ФИЛОСОФСКИЕ И СОЦИАЛЬНО-ПОЛИТИЧЕСКИЕ ВЗГЛЯДЫ Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА

Н. И. РОДНОЙ

Менделеев — это ярчайшая страница в истории науки. С именем Менделеева связана целая эпоха в развитии химической науки.

Автор гениального обобщения — периодической системы элементов занимает одно из наиболее почетных мест в ряду корифеев мировой науки.

Большой и яркий ум, смелый полет мысли, глубина научно-философских обобщений, умение видеть за „очевидной правдой скрытую истину“ — характерные черты менделеевского гения.

I

Начало научной деятельности Д. И. Менделеева совпадает с блестящими победами атомо-молекулярного учения в химии. Атомистика, триумфальный марш, который в химии начался с Дальтона, существенным образом отличается от атомистики древних греков. Старая атомистика говорит Энгельс, ограничивалась утверждением, „будто материя просто дискретна“; новая же атомистика считает, что дискретные части являются „различными ступенями, различными узловыми точками, обуславливают различные качественные формы бытия у материи“ (Энгельс, *Диалектика природы*, 4 изд., стр. 145). Бесконечное число различных качественных форм материи, качественная неисчерпаемость материи — получает в новой атомистике рациональную интерпретацию.

Уже в начале своей научной деятельности, Д. И. Менделеев выступает как страстный адепт атомо-молекулярного

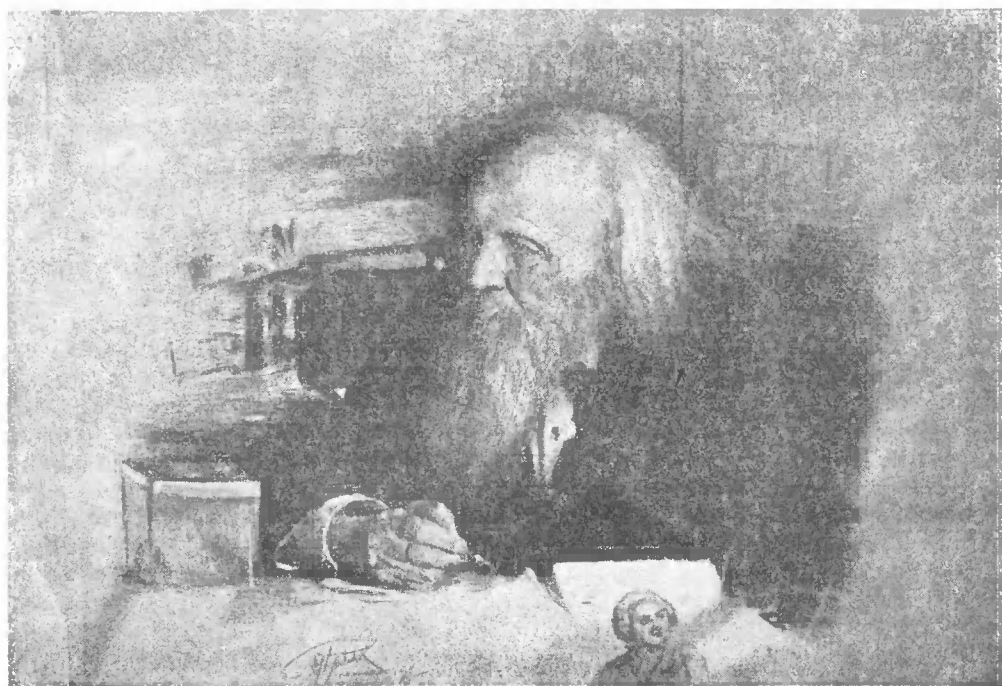
учения, которое, по его мнению, является краеугольным камнем теоретической химии и надежной путеводной нитью в лабиринте фактов.

Атомо-молекулярная теория „скрепляет отрывочное эмпирическое здание химических наук в такой же мере, как уверенность во всеобщности общих законов природы и в неисчезаемости веществ“.

Одно из самых крупных достоинств атомизма Менделеев видит в том, что оно дает возможность „найти в малейшем сходное с громаднейшим“.

Копией космоса, который состоит из „уединенных солнц и планет, разделенных в пространстве, но соединенных взаимодействием сил“, в миниатюре является частица, которая состоит из „уединенных тел — атомов, удерживаемых присущими им силами в подвижном, но прочном равновесии“. Таким образом, в атомизме Менделеев видел доказательство следующего тезиса: между структурой большого (мира) и малого (частица) имеется много элементов сходства.

Разгадка тайн „эфира“, наполняющего как „межпланетное, так и межуатомное пространство“, дает возможность усовершенствовать атомную теорию, устранить имеющиеся в ней недостатки, и поэтому Менделеев приветствует тот путь, на который встало „современное естествознание, направляясь в сторону изучения явлений, совершающихся в «эфире» (световых, электрических и т. п.)“.



Всю свою жизнь Менделеев высоко держал знамя атомизма в науке, и когда в начале XX столетия начался поход против атомного учения, когда В. Оствальд объявил „атомы фикцией“, а „атомарную теорию — погребенной в пыли архивов“, Менделеев страстно обрушился на „энергетизм“ Оствальда, квалифицируя эту концепцию как схоластическую, как противоречащую всем данным науки.

Находясь на почве атомизма, он совершает „научный подвиг“, открывает периодический закон — гениальное обобщение, сделавшее эпоху в химии.

Хорошо известна оценка этого обобщения Энгельсом:

„Менделеев, применяя бессознательно Гегелевский закон о переходе количества в качество, совершил научный подвиг, который смело можно поставить рядом с открытием Лавуазье, вычислившего орбиту еще неизвестной планеты, Нептуна“ (Энгельс, *Диалектика природы*, 4 изд., стр. 162).

Периодический закон не есть *Deus ex machina* в развитии химии; его открытие стало возможным только на определен-

ном этапе развития науки, и Менделеев в Фарадеевской лекции называет необходимые предпосылки, для открытия периодической системы, которые к концу 60-х годов прошлого столетия уже имелись в науке. Он указывает „на три ряда данных, без которых нельзя было бы явиться периодической законности, а в связи с которыми ее появление становится понятным и естественным“. Это следующие условия: „Во-первых, сделались несомненными величины атомных весов“. „Во-вторых, в 60-х годах, даже 50-х уже было совершенно очевидно, что между атомными весами сходственных элементов существует некоторое общее простое отношение“. И „третье обстоятельство, вызвавшее периодическую законность химических элементов, состояло в накоплении к концу 60-х годов таких новых сведений о редких элементах, которые открыли их разносторонние связи между собою и другими элементами“ (Менделеев. *Фарадеевская лекция*).

Нужен был гений Менделеева, чтобы в хаосе фактов нащупать существенную связь, ведущую закономерность и про-

лить яркий свет на многообразие, разрозненного эмпирического материала в химии.

Как творец периодического закона, Менделеев идет по стихийно-диалектическому пути.

Менделеев, сопоставляя различные элементы, интересуется двумя вещами; во-первых, их различием между собою, и во-вторых — тем, что обуславливает это различие. Анализ сходств и различий между элементами приводит его к выводу, что „величина атомного веса определяет природу элемента“. Таким образом физико-химические свойства элементов есть функция их атомного веса. Атомный вес — основная характеристика элемента. Эта идея в провизорной форме была высказана Менделеевым за несколько лет до открытия им периодического закона, в учебнике органической химии.

„Удельный вес тел, отношение их к теплоте, сцепление, коэффициент сжатия, подвижность жидкостей, кристаллическая форма, световые отношения и многие другие свойства тел должны находиться в более или менее прямом отношении и зависеть от веса частиц и состава их. Но многие из этих свойств еще столь мало изучены, их взаимная связь столь мало известна, что время более или менее полного и общего решения вопроса должно полагать еще весьма отдаленным“ (Менделеев. Органическая химия).

Эта идея красной нитью проходит через все работы Д. И. Менделеева.

Периодическая система элементов строится Менделеевым на понятии об элементе и на положении, что все физико-химические свойства „элементарных индивидуумов“ есть периодические функции величин атомных весов.

Рациональная трактовка периодической системы элементов показывает, что в ней конкретизируются законы материалистической диалектики. Закон перехода количества в качество (изменение природы элементов в результате количественных изменений массы); закон отрицания отрицания (идя вправо по ряду таблицы, начиная с первого элемента ряда, мы имеем ряд отрицаний и, после прохождения ряда отрицание

отрицания — возврат к исходным свойствам, но уже на новой основе) внутренне содержатся в периодической системе.

Менделеев говорит, что периодический закон указывает на новую тайну природы „еще не поддающейся рациональной концепции“.

Современная физика в значительной мере расшифровала эту тайну природы, дала рациональную интерпретацию периодическому закону. Краеугольным камнем в системе взглядов Менделеева является положение, что видимое многообразие в природе определяется самобытно-индивидуальными началами. Элементы, между которыми имеется абсолютно качественное различие и которые объявляются им крайней гранью наших познаний о веществе, — обуславливает наличие в мире бесконечного числа качественно различных форм материи. Элементы не разложимы и друг в друга не превращаемы. Таким образом, в природе есть ряд навсегда данных начал, которые являются субстратами всех процессов и явлений. Концепцию развития на „элементарные индивидуумы“ распространить нельзя. Отсюда и борьба Менделеева против представления об „единстве материи“.

„Вникая в происхождение идеи об единой первичной материи, легко видеть, что — за отсутствием индукции из опыта — она ведет свое начало от научно-философского стремления к отысканию единства в представляющемся всюду многообразии индивидуальностей.

Стремление это во времена классические могло находить себе удовлетворение только в представлениях о мире нематериальном; по отношению же к вещественному миру, пришлось прибегнуть к гипотезе и в ней предположительно признать единство материала, не будучи в силах создать представление о возможности какого-либо другого вида единства, связывающего отношения вещества. Удовлетворяя тому же законному научному стремлению, естествознание нашло всюду в мире единство плана, единство сил и единство вещества, и убедительные доводы науки нашего времени заставляют каждого увериться в этих видах единства. Признавая единство во многом, необходимо,

однако, произвести индивидуальность и видимое множество всюду проявляющееся. Давно сказано: дайте точку опоры, — и землю легко сдвинуть. Так должно сказать: дайте что-либо индивидуализованное — и станет легко понять возможность видимого многообразия. Иначе единое как же даст множество?

Единое и общее, как время и пространство, как сила, естествознание нашло, после великого труда исследований, индивидуальность химических элементов... Единое и общее, как время и пространство, как сила и движение, изменяется последовательно, допускает интерполяцию, являя все промежуточные фазы. Множественное и индивидуальное, как мы сами, как простые тела химии, как члены своеобразной периодической функции элементов, как дальтоновские кратные отношения — характеризуются другим способом: в нем везде видны — при связующем общем — свои скачки, разрывы сплошности, точки, исчезающие от анализа бесконечно малых, отсутствие промежутков (Менделеев. Фарадеевская лекция).

Признавая единство сил и вещества, единство плана, Менделеев решительно высказывается против „единства“ материала, из которого сложились элементы. Единое и общее изменяется непрерывно, и для адекватного описания его вполне достаточно аппарата высшей математики.

Множественное, индивидуальное изменяется только скачками, и его „выражать и схватывать в тисках анализа бесконечно-малых“ — нельзя.

Природа элементов еще не расшифрована, и для открытия периодического закона не нужно было иметь, говорит Менделеев, какого-либо определенного „представления о природе элементов“. Он (закон) опирается на „твердую и здоровую почву опытных исследований“ и не связан с идеей единства материи, которую Менделеев квалифицирует как „остаток классических мучений мысли“.

Борясь с идеей единства материи, борясь против представления о сложности элементов, рассматривая атом как предел делимости материи, — Менделеев

изменял диалектике, печать которой лежит на самом крупном творении гения — периодическом законе.

Дальнейшее развитие науки, как это хорошо известно, показало неправильность этих взглядов Менделеева, их ограниченность.

В связи с его позицией по вопросу о единстве материи находится его отношение к электронной теории, которая утверждает, что атом есть агрегат протонов и электронов, которые находятся в состоянии связи, определенного взаимодействия, обуславливающего относительную стабильность атома — этого качественного узла в серии делений материи.

Электронная теория одержала блестящие победы уже после смерти Менделеева; но и при жизни его было накоплено наукой уже достаточно фактов, говорящих в пользу электронной теории и против его точки зрения.

Эту теорию он считает смутной и неясной. Справедливо замечая что „чистый скептицизм есть сумбур и ведет к гибельному резонерству и бездеятельности, пагубной для отдельных лиц и всяких их совокупностей“, Менделеев недооценил того, что электронная теория — это не „чистый скептицизм“, не огульное отрицание старой атомистики, а учение, которое содержит в себе ряд положительных утверждений, являющихся обобщением нового материала, нового опыта, новых фактов, которые не укладываются в рамки прежних теорий. Электронная теория есть новый этап в развитии атомистики, который характеризуется более глубоким проникновением в тайны строения материи, исправлением, углублением и конкретизацией наших знаний о ней.

Ошибочная позиция Менделеева по данному вопросу, обусловлена тем, что он не мог подняться до уровня сознательного применения диалектики, которая снимает все шоры с глаз и служит самым надежным средством для „ясновидения действительности“.

Менделеев, идеолог промышленной буржуазии, связанный многими нитями со своим классом, эмансипироваться от буржуазного способа мышления и стать на позиции передового класса — не мог. 41

II

Свое философское *credo* Менделеев формулирует следующим образом: „Мне кажется поучительным внимание, оказываемое произведениям моих научных мыслей, преимущественно с той точки зрения, что я всецело придерживаюсь таких реальных начал, которые вовсе чужды двум, повидимому, господствующим в последнее время течениям: утилитарного материализма и классического спиритуализма, стремящегося и дух свести к видам физико-механической энергии. Не по эклектизму, а по сознанию, почерпнутому в изучении наук о природе, держусь я той золотой середины, которая признает невозможность найти „начало всех начал“ и побуждает сознать, что наука не может отличать сразу всего, а принуждена лишь скромно ступень за ступенью подниматься в недоступную высь, где индивидуальное частное примиряется с непознаваемым общим“.

Менделеев, говоря об „утилитарном материализме“, имел в виду механистические, вульгарные формы материализма. С высшей формой материалистической философии — диалектическим материализмом — он знаком не был.

Идеалистическим концепциям, на которых лежит печать мистицизма, мракобесия, — Менделеев противопоставляет естествознание и в первую голову физику и химию, образующие, по его мнению, основу наук о природе.

„...Изучение физики и химии определило возможность развития естествознания, стало неизбежным для дальнейшей борьбы с суевериями и определило множество успехов цивилизации“ (Основы химии, 3-е изд.).

Дальнейшее развитие этих наук должно „уменьшить область суеверия и мрака“.

Естествознание — система познания мира, и в основе ее лежат определенные философские принципы, которые, по его мнению, отличны как от принципов утилитарного материализма, так и от принципов классического спиритуализма.

Стремясь найти третью линию, отыскать „золотую середину“, подняться выше материализма и идеализма, Мен-

делеев недопонимал элементарной вещи, что все концепции, теории, которые имели место на всем протяжении истории человеческой мысли, могут быть отнесены к „первой или второй линии“. Третьей линии нет и быть не может.

Менделеев является в основном стихийным механистическим материалистом, выходя иногда за его рамки или в сторону приближения к диалектическому материализму, или отдавая дань идеализму и агностицизму.

Высшие взлеты мысли этого титана сопровождались бессознательным применением диалектики.

Философская непоследовательность Менделеева имеет определенные, классовые корни. Идеолог русской промышленной буржуазии, которая вела с одной стороны борьбу с феодализмом, а с другой стороны с рабочим движением, не мог быть последовательным материалистом, и отсюда внутренние противоречия в его научно-философской концепции.

Можно указать на следующие противоречия: утверждение, что „само по себе вещество недоступно нашему пониманию, так как в его природе лежит нечто самобытное, чуждое нашему сознанию и духу“; и несколькими строками ниже положение, которое не оставляет камня на камне от этой агностической посылки, „как видно из того, что люди, постепенно изучая вещество, им овладевают, точнее и точнее делают в отношении к нему предсказания оправдываемые действительностью, шире, и чаще пользуются им для своих потребностей, и нет повода видеть где-либо грань познанию и обладанию веществом“. Правильная трактовка в ряде работ роли практики в процессе научного познания, взаимообусловленности науки и техники, и с другой стороны заявление, что „истина должна быть сама по себе, сама для себя, польза же придет, отыщется без практики“.

Идеолог своего класса, глашатай его интересов не был свободен от противоречий, которые являются в конечном счете рефлексом внутренних противоречий русской буржуазии.

Несомненно, что Менделеев, как мыслитель, более крупная и яркая фигура,

чем многие большие ученые, которые скатились к идеализму, и в то же время он возвышается, как скала, среди ученых, которые стояли на позициях вульгарного материализма.

В химии, как выше уже отмечалось, при решении ряда вопросов Менделеев приближается к диалектическому материализму, о существовании которого он пожалуй и не подозревал (Менделеев был знаком с „Капиталом“ Маркса и с Марксом как автором исторического материализма, но вряд ли он знал, что в основе всех работ Маркса лежит философия диалектического материализма). В отличие от многих химиков, зараженных традициями „ползучего эмпиризма“, Менделеев придавал исключительно большое значение теории. Важен не сам факт, а его интерпретация, — любил говорить Менделеев. Против „покорной доверчивости к так называемым фактам“ восставал он и призывал „к победе действительного знания над фактом“.

Теория, которая дает рациональную интерпретацию эмпирическому материалу, составляет душу науки, ее ведущее начало. Без теорий, обобщений и гипотез немыслим прогресс науки. Эту мысль в разных вариациях встречаем в работах Менделеева.

В объяснении явлений, процессов видел он главную задачу науки. Из этого следует, что его взгляды были диаметрально противоположны „философии чистого описания“, которая имела и имеет среди естествоиспытателей много приверженцев. Груда фактов, не освещенная лучами теории, еще не составляет науки. „Одно собрание фактов, даже и очень обширное, одно накопление их; даже и бескорыстное, даже и знания общепризнанных начал не дадут еще метода, обладания наукою и они не дают еще ручательства за дальнейшие успехи, ни даже права на имя науки, в высшем смысле этого слова“.

Добросовестного и трудолюбивого накапливания фактов — недостаточно. „Знание науки требует не только материала, но и плана и гармонии“, а научное мирозерцание составляет план и гармонию научного здания. „В лабиринте известных фактов можно по-

теряться без плана“. Все эти положения своим острием направлены против эмпиризма, против недооценки теории. Эмпиризм в химии имеет глубокие корни, и до сих пор недооценка теории — явление частое среди химиков. Энгельс блестяще показал, что эмпиризм ставит своей задачей „спасти старую традицию от рационального знания“, и эмпирики, которые считают, что они оперируют бесспорными фактами „не в состоянии правильно изобразить фактов, ибо в изображении их у них неизбежно входит традиционное толкование фактов“.

Менделеев, который к каждому работнику науки предъявлял категорическое требование „за очевидной правдой видеть скрытую истину“ — прекрасно понимал, что без верной теории, которая была бы адекватной интерпретацией эмпирического материала, без рациональной концепции — открыть истину, расшифровать природу вещей, делать правильные прогнозы (которые являются наиболее ярким выражением мощи научного познания) нельзя. Творец периодического закона считал вершинами человеческого знания синтетические обобщения, с которых можно обозреть все многообразие фактов этого „материала научного здания“ и ясно видеть главный путь развития науки.

Тесная связь теории и опыта „плана и материала“ — необходимое условие развития и процветания науки.

„Без материала — один план — есть или воздушный замок, или только возможность; материал без плана есть груда сложенная“.

В первых изданиях „Основ химии“ с предельной ясностью выражена мысль о плодотворном взаимодействии между наукой и хозяйственной практикой и глубокое понимание того, что наука получает из практики мощные стимулы для дальнейшего роста и в свою очередь обогащает практику. „Прямые применения знаний к сознательному обладанию природного составляют силу и залог дальнейшего развития наук“. Критерием правильности того или другого теоретического построения Менделеев считал соответствие его с объективной реальностью.

„Волей или неволей, в науке мы все рано или поздно должны подчиниться не тому, что привлекательно с той или другой стороны, а лишь тому, что представляет согласие обобщения с опытом, т. е. проверенному обобщению и проверенному опыту“. И периодический закон Менделеев рассматривает не как произвольную конструкцию, не как искусственную схему, а как „верное отвлечение от проверенных фактов“ — обобщение, которое содержит в себе все богатство частного, конкретного, фактов — строительного материала химии.

Д. И. Менделеев резко критиковал тех псевдо-теоретиков, которые изящно сконструированные концепции навязывали опыту, реальным процессам материальной действительности и „свободное творчество“ человеческого интеллекта, максимально эмансипированное от „грубых элементов“ мира, — считали альфой и омегой науки. В то же время он предостерегал от фетишизации и абсолютизации той или другой теории и учил рассматривать все теоретические концепции как определенные ступени в развитии наших познаний о мире.

В познании важен не один итог сам по себе, а процесс познания, путь, приведший к нему. Это прекрасно понимает Менделеев, высказавший это положение в следующей форме: „Знание выводов без сведения о способах их достижения может легко вести к заблуждению не только в философской, но и в практической стороне наук, потому что тогда необходимо придавать абсолютное значение тому, что нередко относительно и временно“ (Основы химии, 3-е изд., стр. 1).

Понять все процессы, которые происходят в науке, логику ее развития можно только, зная историю науки. „Прошлые мысли и труды уже дали многое, без чего невозможно идти вперед в океан неизвестного“.

Без знания прошлого человеческой мысли, ее взлетов и падений, ее триумфов и поражений, ее упорной и настойчивой борьбы с тайнами природы — невозможно понять во всем объеме и во всей глубине данного этапа в развитии

науки и „расширять пяди научной почвы“. Прекрасно понимал Менделеев и то, что наука никогда не сумеет дойти до абсолютной истины, до полного и исчерпывающего решения абсолютно всех проблем.

Естествознание имеет своим предметом природу, — бесконечное, а поэтому „стараясь познать бесконечное, наука сама конца не имеет“.

Взгляды Менделеева, по справедливому замечанию Чугаева, выгодно отличаются от взглядов так называемой немецкой школы (Оствальд и др.), при чтении работ которых создается впечатление, что в науке все сделано, все крупные принципиальные проблемы получили исчерпывающее разрешение, и сейчас дело только в доработке второстепенных вещей, деталей. Глубокий ум Менделеева понимал, что наука находится в младенческом возрасте, что перед нею простирается „океан неизвестного“, на который все более и более интенсивно наступает дерзающая, беспокойная, мятежная человеческая мысль. Яркие снопы света, которые бросает наука, освещают все новые и новые уголки мира, сокращают территорию „неизвестного“; но наука, находящаяся в пути, никогда не остановится, сказав: „все сделано, все познано“, а вечно будет продолжать свой победоносный, триумфальный марш, принося человечеству новые трофеи победы над природой.

К Менделееву подходят по разному. Ныне перешедший в лагерь контр-революции Троцкий в своем докладе „Менделеев и марксизм“ подымает на шит не те идеи, которые по своей внутренней логике, тенденции ведут вперед от ограниченного механистического материализма к диалектическому, а те идеи, на которых лежит глубокая печать механицизма.

Центральным положением научно-философской концепции Менделеева Троцкий считает следующий тезис: „Причина химических реакций состоит в физических и механических свойствах частиц“.

Этот тезис импонирует механистическую эклектику Троцкому, который утверждает, что „в принципе нам ныне для

объяснения физиологических явлений достаточно принципов физики и химии“ и, что конечной „предельной целью науки“ является сведение явлений физики, химии и других естественно-научных дисциплин к механике. Менделеев — колоссальная скала, но скала, состоящая не из одного куска. Разные ее части имеют разную ценность. Нотки идеализма и агностицизма, желание подняться выше материализма и идеализма, внутренние противоречия в его системе — все это дань буржуазному способу мышления.

Познавательный оптицизм и его рефлекс в области практики — индустриально-технический оптицизм — выражение прогрессивных тенденций буржуазии, которая тогда была еще заинтересована в развитии производительных сил и науки.

Правда, симптомы старческого маляра, духовной деградации буржуазии имели место уже и в прошлом столетии. Ignorabimus Дюбуа-Реймона, скат к идеализму, спиритуализму ряда буржуазных ученых был предзнаменованием начала поворота буржуазии от научного познания к вере и мистике. Пышный расцвет всех этих тенденций падает на наше время, время, когда капитализм вступил в последнюю полосу своего существования.

Резкий контраст между философией, которая развивается „властителями дум“ современной буржуазии, философией, которая является ярким выражением духовной, интеллектуальной импотентности исторически обреченного класса, не могущего выдвинуть ни одной новой, большой синтетической идеи, ни одного нового конструктивного принципа, и научно-философской концепцией Менделеева, проникнутой страстным научным оптимизмом, вырывающейся в некоторых своих частях за рамки буржуазного способа мышления — есть выражение различия между последним этапом в развитии капитализма и тем этапом в его развитии, когда наука и техника для буржуазии еще не была „в последнем счете проклятием для рода человеческого“ (Рессель), а необходимой предпосылкой развития производительных сил.

III

Менделеев по своим политическим взглядам не был приверженцем ни одной из борющихся с самодержавием политических партий. Наоборот, он резко критиковал деятельность революционеров и считал, что только мощный расцвет человеческого знания и промышленности сделает возможным коренное улучшение жизни людей и будет способствовать радикальному разрешению всех „проклятых“ социальных проблем. В письме к своим детям он пишет: „Берегитесь какой-либо политической чепухи, потому что все латинское, а политика — латинщина, надо вырывать“. Не в политике он видел решение волнующих человечество вопросов. В своей книге „К познанию России“ он пишет: „суть дела, по мне, вовсе не в общественно-политическом строе и передрагах, а в таком явном умножении народонаселения, которое уже не укладывается в прежние сельско-хозяйственные патриархальные рамки, создавшие мальтусов, да требующие войн, революций и утопий. Для меня высшая цель „политики“ яснее, проще и осязательнее всего выражается в выработке условий для размножения людского“.

Создание максимально благоприятных условий для роста народонаселения центральная задача всякой „политики“. Маркс давно указал, что рост народонаселения — функция социальной структуры человеческого общества, что в разные социальные эпохи темпы роста народонаселения были разными. Менделеев не понимал, что создание максимально-благоприятных условий для роста народонаселения предполагает радикальное преобразование человеческого общества, создание такого строя, при котором всем людям были бы обеспечены подлинно-человеческие условия существования.

Рост связи между отдаленными странами и частями света, что было обусловлено триумфальным шествием капиталистического способа производства, превратившего мир в единый, но раздираемый противоречиями хозяйственный комплекс, получает у Менделеева следующее объяснение: „явно возрастающая «не по дням, а по часам» связь или

зависимость всех частей света друг от друга, определяется той общей причиной, которая обуславливает самое существо всяких живых существ или организмов, начиная от низших животных и растений и кончая высшими и состоит в зарождении и размножении". Размножение и забота о потомстве — вот что, по Менделееву, двигает людьми и определяет в конечном счете движение человеческого общества. Из-за потомства люди распознались „по необъятному миру“, „для жен и детей пойдут на простор и из рая, если там тесно, даже из благодатных теплых стран в холодные, а тем паче наоборот, постараются и войн и беспорядков избежать и законы мудрые отыщут“. Поэтому Менделеев резко восставал против мальтузианства, против тенденций ограничения роста народонаселения. Он считал, что возможности роста науки и промышленности необъятны и неисчерпаемы, и поэтому никогда человечеству не будет грозить голодная смерть.

Большим оптимизмом проникнуты те строки, где он говорит о грядущем человечества. „Будучи убежден в том, что люди верят в преодоление всяких препятствий, существующих для безграничного умножения рода человеческого, я уже в своих «Заветных мыслях» ставлю вопрос народонаселения на первый план между всеми другими внешними вопросами человеческого общения и полагаю, что не только наука, но и политика, даже развитие понятия о прекрасном, должны поставить задачу народонаселения на первейший план. Ее забвение составляет одну из ошибок мышления, которая по моему мнению объясняет не малое число мировых погрешностей“.

Под этим углом зрения Менделеев решает все социально-политические проблемы.

Во всех своих политико-экономических работах, Менделеев доказывал необходимость форсированного развития промышленности, переключение большей части населения России с сельскохозяйственного труда на труд в индустрии. Царское правительство, устами одного из своих министров, конкретные предложения, которые выдвигал Д. И.,

квалифицировало как „профессорские мечтания“.

В политико-экономических работах Менделеев поднимает на щит ряд реакционных идей, идей, с которыми не на живот, а на смерть вели борьбу последовательные пролетарские революционеры.

В частности он защищает идею национализма, преимущества одной нации над другой.

„Национализм по мне столь естественен, что никогда, ни при каких порядках, „интернационалистами“ желанных, не угаснет; во-вторых, малым инородцам практически необходимо согласиться навсегда с большими, так как в будущем прочно лишь большое и сильное“. Из этой цитаты видно, что Менделеев „оправдывал и обосновывал“ политику угнетения малых национальностей, политику царского правительства, которая превратила Россию в „тюрьму народов“.

Во всех своих политико-экономических работах, где он выступает как трубадур протекционистской политики и индустриализации России, он мечет громы и молнии по адресу социалистов, коммунистов, чьи идеалы он квалифицирует как утопию, как химеру. Он свои книги „Заветные мысли“ и „К познанию России“ писал в то время, когда рабочее движение в России стало грозной силой для самодержавия, когда волны революционного гнева и негодования масс начали наносить серьезные удары царизму.

Но движение „бунтовщиков“ и „забастовщиков“ не будит в нем чувства симпатии и солидарности с ним. Идеолог либеральной буржуазии, видевший только в науке и промышленности ключ к решению всех общественно-политических проблем, не мог понять всемирно-исторического значения процессов, которые составляли содержание русской истории начала XX столетия, и не понимал, что Россия „беременна революцией“, которая сметет гнилое самодержавие и утвердит социальный строй, в котором будут созданы максимально благоприятные условия для развития производительных сил, о чем страстно мечтал этот гений науки.

Менделеев и в политике идеализму и материализму противопоставлял реализм, чьим адептом он считал себя.

„Идеалисты и материалисты видят возможность перемен лишь в революциях, а реализм признает, что действительные перемены совершаются только постепенно, путем эволюционным. Основным пороком революционной оппозиции он считал непонимание того, что „прогрессивная эволюция, совершающаяся во всем человечестве“, — является главным фактом человеческой истории и залогом роста благосостояния и счастья народов.

Из приведенной цитаты видно, что титан химической науки не понимал глубокого принципиального различия между идеалистической и материалистической концепцией исторического развития, сваливал их в одну кучу и противопоставлял им „золотую середину“, „реализм“, анализ которого показывает, что его содержанием является тривиальный либерализм и пацифизм.

Он выступает, как противник войн, считая, что они вызываются „кичливостью народов“, которые в конечном счете несут тяжелое наказание за это, и злой волею правителей.

Реальные причины войн были для Менделеева *terra incognita*. Свою деятельность на поприще усиления боевой мощи русской армии — изобретение бездымного пороха, — он рассматривает, как деятельность, которая способствует укреплению мира. При этом он выдвигает следующий тезис: любое военнотехническое изобретение входит составным и существенным моментом в число обстоятельств, способствующих ликвидации войн между странами. Аргументация этого тезиса крайне наивна. Менделеев пишет „я убежден, что изобретение бездымного пороха будет косвенно содействовать мирному решению общевропейских вопросов не потому, что дыма не будет, а потому, что начальные скорости возрастают до того, что действие снарядов начинается с расстояний, когда враждующие не видят друг друга, зазор же битв обратно пропорционален квадрату расстояний, как в том убеждает история, показывающая, что число

войн быстро уменьшается по мере увеличения расстояний, на которое действует применяемое орудие“.

Выступая как апологет пацифистской идеологии, он все же призывает правительство не поддаваться утопическим соблазнам разоружения и играть большую роль в концерте мирного соглашения всех стран.

Идеолог прогрессивной части буржуазии, гений химической науки, взгляды которого были проникнуты верой в научный и индустриальный прогресс, верой в мощь человеческого разума, (в безграничность и многогранность возможностей, которые открываются перед человечеством во всех областях науки и техники на путях прогресса), не понимал движущих сил человеческой истории: „Объективная логика эволюции общественного бытия“ (Ленин) для него книга за семью печатями. История давно и блестяще доказала несостоятельность политико-экономических и исторических взглядов этого колосса науки и правоту той теории, которая была, по его мнению, химерой.

Побеливший пролетариат, под руководством ленинской партии, превращает в явь, в действительность мечты лучших людей прошлого.

Вооруженный марксистско-ленинской теорией, которая превосходно выдержала сложнейшие исторические испытания, он строит социалистическое общество.

Из гущи трудящихся выдвигаются яркие таланты, которые уверенно, бодро поднимаются к сияющим вершинам человеческого знания; и мечта Ломоносова, о том времени, когда будет: „собственных Платонов и быстрых разумом Невтонов земля российская рождать“, свершается. Пролетариат, законный наследник всего лучшего, что есть в буржуазной культуре, — сейчас самая могучая культурная сила в мире.

И в железный инвентарь своей бурно растущей культуры пролетариат включает все ценное, что есть в научном наследии Д. И. Менделеева — гиганта творческой мысли, творца блестящего обобщения — периодической системы элементов.

ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ЭЛЕМЕНТОВ Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА В СВЕТЕ СОВРЕМЕННОЙ ФИЗИКИ

К. В. НИКОЛЬСКИЙ

Величайшим достижением экспериментальной химии прошлого века было доказательство существования химических элементов, которых не так уж много (92), и соединением которых создаются все известные донные химические вещества. Атомистическое представление о веществе получило поэтому существенное уточнение: опыт привел к различию между атомами — частицами химических элементов и молекулами — частицами всех других веществ, образованными соединениями атомов химических элементов в более или менее устойчивые системы.

Строение отдельного атома и для XIX века так же, как и для предыдущих, оставалось неразрешенной загадкой, давая повод к схематическим, умозрительным спекуляциям; („центры сил“, вопрос о делимости и неделимости, вопрос о первичности тех или иных общих свойств и т. п.). Лишь ныне живущее старшее поколение смогло практически исследовать внутреннее устройство атомов.

Впервые в 1911—1912 гг. теория и опыты Рёдзерфорда, Гейгера и Марсдена, а затем и вся колоссальная совокупность наших сведений об отдельном атоме показали, что отдельный атом всякого химического элемента состоит из двух существенно различных частей: ядра и электронной оболочки, т. е. совокупности нескольких движущихся атомов отрицательного электричества. Ядро занимает ничтожную часть пространства, занимаемого атомом. Так, например, наименьший из атомов, атом водорода, имеет в нормальном состоянии размеры, определяемые шариком с радиусом порядка десятиллионной части сантиметра (10^{-8} см), тогда как его ядро имеет радиус порядка 10^{-12} см, т. е. в тысячи раз меньше.

Несмотря на это в ядре сосредоточена почти вся масса, присущая атому. Отдельный электрон обладает массой в $9.02 \cdot 10^{-28}$ г, тогда как наиболее легкое и простое ядро, ядро из водородного атома, имеет массу в 1830 раз большую. Доля массы атома, приходящаяся на электроны его оболочки, невелика, как видим, уже и для простейшего атома, но она становится совершенно ничтожной для тяжелых элементов. Самый сложный атом, известный нам, атом урана, содержит в своей оболочке 92 электрона, тогда как его атомный вес равен 238.13, если атомный вес кислорода взят за 16 и атомный вес водорода за 1.0078.

Ядра атомов имеют сложную структуру. Они представляют собою устойчивые системы из быстро движущихся квантовых частиц. Мы оставим пока в стороне вопрос о строении ядра¹ и обратимся к электронной оболочке, так как именно ею определяются макроскопические свойства, в частности химические. Заметим только, что ядро действует во вне своим сильным положительным электрическим зарядом.

Электроны, образующие собою оболочку атома, имея одинаковые заряды ($e = 1.592 \cdot 10^{-10}$ кулонов), отталкиваются друг от друга с очень большой силой; однако, их сдерживает интенсивное электростатическое поле ядра. Электростатические силы имеют во внутри-атомных процессах основное значение, как показывает простая оценка порядка величин. Остальные взаимодействия, как, например, гравитационные, имеют характер „поправок к ним“. Ядро, имея определенную величину заряда —

¹ Обратим только внимание на существование ядер с одинаковыми зарядами, но с разными массами — изотопы.

Ze — может захватить и удерживать своим электростатическим полем лишь определенное число электронов, по достижении которого наступает компенсация сил притяжения и отталкивания, нейтрализация заряда ядра.

Действительно, известно, что атомы химических элементов в нормальном состоянии электрически нейтральны. Таким образом, заряд ядра атома является физической постоянной, определяющей число электронов в оболочке атома. Размеры ядра и электронов, как источников электрического поля, очень малы в сравнении с расстояниями между ними. Поэтому, не делая большой погрешности в оценке распределения электростатического поля внутри атома, можно считать, что ядра и каждый из электронов являются центрами кулоновских полей, т. е. таких, сила действия которых, будучи центральной, убывает, изменяясь обратно пропорционально квадрату расстояния от центра силового поля.

Нейтральность атома показывает, что положительный заряд ядра численно равен сумме зарядов всех электронов оболочки — Ze , где Z — число электронов, образующих собою оболочку атома. Мы уже отмечали, что в настоящее время нам известны атомы, содержащие в своих оболочках от одного до девяносто двух электронов. Соответственно этому, их ядра имеют положительные заряды, возрастающие от $+e$ до $+92e$, изменяясь на единицу при переходе от одного типа атома к другому, с числом электронов на единицу большим. Дальнейшему возрастанию заряда ядра, а вместе с тем образованию атомов с еще большим числом электронов, повидимому, препятствует неустойчивость столь сложных ядер. В самом деле ядра атомов, имеющие заряды в $+84e$, $86e$, $88e$, $90e$, $91e$, $92e$, неустойчивы и обнаруживают явления радиоактивного распада.

Электроны оболочки атома образуют устойчивую систему. Одной из особенностей является то, что для нее возможен целый ряд устойчивых состояний, каждое из которых имеет вполне определенное, для каждого типа атома, значение энергии связи. Устойчивых энергетических состояний с промежуточными значениями

энергии связи не существует. Таким образом, система электронов уже в этом существенно отличается от систем макроскопических заряженных тел (например, металлических заряженных шариков), так как из таковых мы можем создать систему с различными значениями энергии связи, причем всегда сможем осуществить непрерывную последовательность ее состояний с различными значениями энергии, так что одно ее состояние будет переходить без скачка в другое. Заметим, что макроскопическая система зарядов, в противоположность электронной, не может поддерживать свою устойчивость лишь электростатическими взаимодействиями.

Мы располагаем в настоящее время экспериментальными средствами, позволяющими переводить атом (его оболочку) из одного устойчивого состояния в другое, сообщая ему энергию, если мы переводим атом из состояния с большей энергией связи в состояние с меньшей, или, отнимая от него энергию, если атом переходит в энергетически более устойчивое состояние, т. е. совершает переход из состояния с меньшей потенциальной энергией связи в состояние с большей потенциальной энергией связи.

В бесконечной последовательности возможных, исключаящих друг друга, устойчивых, энергетических состояний всякого атома, имеется состояние с наибольшей потенциальной энергией связи, которое и является наиболее устойчивым. В нормальных условиях атом и пребывает неопределенно долгое время в этом наиболее устойчивом из своих возможных стационарных состояний. В возбужденных состояниях атом не остается долго. Обычно, уже через десятиллионную долю секунды он возвращается в свое нормальное состояние, отдавая во вне разность в запасах энергии возбужденного и нормального состояний. Обычно, эта энергия теряется им как энергия световой волны, почти монохроматической, частота которой определяется энергией, теряемой атомом $E_n - E_1$, посредством соотношения Н. Бора — А. Эйнштейна.

$$\gamma_{n1} = \frac{1}{h} (E_n - E_1) \quad (1) \quad 49$$

В этой формуле коэффициент пропорциональности h называется постоянной Планка и равен

$$h = 6.54 \pm 0.1 \cdot 10^{-27} \text{ эрг. сек.}; E_n \text{ и } E_1 —$$

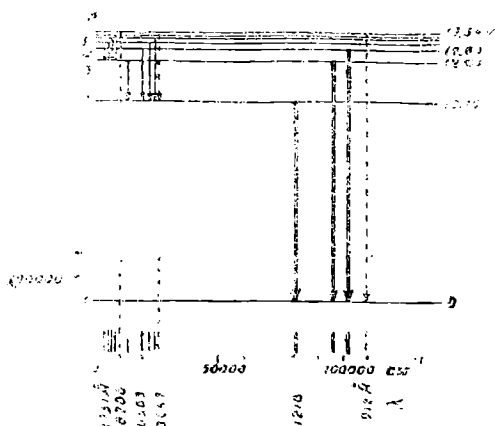
значения энергии начального (возбужденного) n -го состояния и конечного (нормального).

Наблюдая спектроскопическими методами частоты ν_{ne} света, испускаемого собранием атомов исследуемого химического элемента, мы сможем с величайшей точностью, характерной для спектроскопических методов, определить по предыдущей формуле разности запасов энергии различных возможных энергетических состояний атомов, и, пользуясь ими, мы сможем воспроизвести и энергетическую последовательность стационарных состояний атома, т. е. найдем $E_1, E_2 \dots E_n, \dots E_\infty$.

Возможность определения энергии для различных состояний обусловлена тем, что, наблюдая спектр от порции химического вещества, мы наблюдаем излучение колоссального числа атомов,¹ совершающих самые разнообразные переходы и поэтому в спектре встретятся различные частоты ν_{ni} .

Исследование простейшего химического элемента — водорода, оболочка атома которого состоит всего-на-всего из одного электрона, приводит к следующим значениям запаса энергии возможных энергетических, стабильных состояний оболочки (см. фиг. 1).

Мы видим, что значения энергии стационарных возбужденных состояний сближаются по мере их приближения к значению энергии, которую имели бы ядро и электрон, будучи бесконечно удаленными друг от друга. Это значение энергии $E(\infty)$ выбрано началом отсчета энергии и положено равным нулю; поэтому, значения энергии стационарных состояний водородного атома (и всякого другого при такой же нормировке энергии) отрицательны. Легко сообразить, что $E_k - E(\infty) = E_k$ определяет меру энергии вырывания единственного электрона водорода из сферы действия ядра, когда начально атом был в k -ом



Фиг. 1.

состоянии. Таким образом, числа E_k дают энергетическую характеристику процесса ионизации водородного атома, в результате которого создается свободное ядро водорода — протон — и свободный электрон.

Количество энергии, которое необходимо сообщить атому для удаления из него электрона, называется энергией ионизации или, если пересчитать энергию на вольты, называется ионизационным потенциалом. Мы видим, что для ионизации водородного атома, находящегося в нормальном состоянии, надо сообщить ему количество энергии, измеряемое 13.54 V.¹

Если свойства электронной оболочки атомов определяются числом электронов и зарядом ядра, то мы должны ожидать, что, ионизируя атомы различных элементов так, что у них остается в оболочке лишь один электрон, мы получим ионы, похожие на водородный атом. Действительно, анализ показывает, что энергия электрона в кулоновском поле заряда Ze в первом приближении определяется следующей формулой.

$$E_n = -\frac{R'}{n^2} Z^2 e^2 \quad (2)$$

где n — целое число, 1, 2, ... играющее в то же время роль номера стабильного состояния, начиная счет с самого устой-

¹ Напомним число Авогадро: в граммоле газа содержится $6.061 \cdot 10^{23}$ молекул газа.

¹ Энергия электронов в 1 V соответствует приблизительно 23 кило-калориям на грамм-атом.

чивого. R' — постоянная, $Z^2 e^2$ — квадрат заряда ядра.

Как и следовало ожидать, увеличение заряда ядра сильно влияет на энергию связи, значительно ее увеличивая, тогда как общий характер энергетической последовательности стабильных состояний сохраняется таким же, как и у водородного атома.

Увеличение прочности приводит к тому, что изменения стационарных состояний водородообразных ионов сопровождаются поглощением или выделением значительных запасов энергии, чем это имеет место для водорода. Так, например, уже для ионизации однократно-ионизированного гелия — He (гелий имеет с своей оболочке два электрона) — в нормальном его состоянии, требуется 54.12 V. Для тяжелых элементов мы получили бы тысячи вольт.

Вместе с упрочнением связи и спектр, даваемый водородообразными ионами, сохраняя тот же облик, какой имеет спектр водорода, по мере перехода от одного иона к другому с большим зарядом ядра, быстро смещается в сторону больших частот, перемещаясь в рентгеновскую область. Таким образом, изменения в энергии внутренних электронов оболочек сложных атомов должны сопровождаться излучением или поглощением ими рентгеновых лучей.

Рассуждая подобно предыдущему, мы приходим к заключению, что и свойства всех дву-электронных систем (вообще, систем с одинаковым числом электронов) должны быть подобны. Таким образом, на нейтральный атом гелия должны быть похожи: однократно-ионизированный трехэлектронный атом, т. е. ион лития Li^+ , ион бериллия — Be^{++} , трехкратно ионизированный атом бора — B^{+++} и, наконец, четырехкратно ионизированный атом углерода — C^{++++} .

Мы приходим, таким образом, к установлению гомологических рядов для ионов атомов различных химических элементов.

Если мы получили водородоподобный ион атома, имеющего в нейтральном состоянии много электронов, то интен-

сивное электрическое поле ядра будет лишь очень незначительно ослабляться экранирующим действием заряда электрона, и вследствие этого, такой „облупленный“ атом будет жадно захватывать извне электроны, создавая себе оболочку, причем этот процесс будет продолжаться до тех пор, пока атом создаст себе электронную оболочку с Z электронами, т. е. до полной нейтрализации атома.

Этот процесс присоединения электронов сопровождается перестройкой последовательности стационарных состояний атомов.

Естественно, что первые электроны, попавшие в сферу действия поля водородообразного иона, будут им очень сильно связаны и создадут так называемую „внутреннюю“ (в энергетическом смысле) электронную оболочку атома. Разумеется они будут находиться в состоянии быстрого квантового движения.¹

Последующие, присоединенные, электроны будут уже испытывать экранирующее действие зарядов внутренней электронной оболочки, уменьшающей притягательное действие ядра, и поэтому, эти электроны будут связаны значительно слабее, чем электроны внутренние. Соответственно этому, энергия вырывания внешних электронов значительно меньше, чем энергия вырывания электронов внутренних. Вместе с тем меньше и изменения в энергии атома, происходящие за счет внешних электронов. Это приводит к тому, что для атомов с достаточно большим числом электронов мы имеем как рентгенов спектр, так и спектр с частотами, приходящими на видимую и ультра-фиолетовую части.

Мы отметили, что процесс присоединения электронов сопровождается перестройкой энергетических состояний атома.

Для начального, водородоподобного иона последовательность энергетических состояний представляет собою,

¹ Скорость их пропорциональна Z , частота обращения при возрастании Z растет пропорционально Z^2 , возрастание Z влечет приближение к ядру пропорциональное Z^{-1} (свойства электрона водородоподобного иона).

¹ R' зависит только от структурных постоянных системы, заряда e , h и масс ядра и электрона.

в сущности, последовательность энергетических состояний одного электрона¹ в центральном поле ядра. Присоединяя еще один электрон, мы переходим к двухэлектронной системе, энергия которой определяется уже не только взаимодействием между электронами и ядром, а еще и взаимодействием между обоими электронами. Энергия не является аддитивной величиной по отношению к объединению двух систем в одно целое, и поэтому мы должны даже для этой простейшей сложной системы (два электрона и ядро) отличать запас энергии этой системы от суммы значений энергии ее составных частей.

Сложная, многоэлектронная система, как показывает опыт, имеет дискретную последовательность возможных, исключая друг друга, стационарных состояний. Каждое из них имеет свое собственное значение запаса энергии.

Математические теории, выражающие количественно свойства макроскопических процессов, становятся непригодными при описании атомного мира.

Например, они не могут естественным образом привести к целочисленным закономерностям, характерным для микро-мира, как это, например, показывает уже формула для внутренней энергии водорода (2), по которой, значения ее определяются целым числом.

Объясняется сказанное тем, что макроскопические теории движения зарядов являются лишь предельным случаем теории более общей — квантовой механики, которая способна выразить количественно свойства атомов и молекул.

Это понятно, так как макроскопические свойства тел являются в итоге их микро-свойств, а не наоборот.

Строение водородоподобных ионов важно знать по той причине, что, зная характер их энергетических состояний мы сможем использовать это для классификации состояний сложных атомов, имеющих несколько электронов в оболочке, скажем, g электронов. Для осуществления такой классификации мы воспользуемся искусственной моделью атома, а именно вообразим себе атом с g электронами в оболочке, но имею-

щий столь большой заряд ядра, что в сравнении с действием ядра, на электроны взаимодействие между последними ничтожно и может быть полностью пренебрежено. Свойства такой модели мы можем рассматривать как самое грубое воспроизведение свойств атома реального. Вводя затем в эту приближенную картину необходимые исправления, т. е. учитывая взаимодействие между электронами, мы сделаем некоторый шаг к более правильному описанию свойств электронной оболочки реального атома.

По обыкновенной механике, в системе, состоящей из g частиц, подвергающихся действию центрального силового поля, каждая частица сохраняет свою „кинематическую“ индивидуальность, описывая определенные, правда замысловатые, траектории вокруг притягивающего центра. Исследование поведения электрона в аналогичных условиях, осуществляемое методами квантовой механики, приводит к уничтожению представления о „кинематической“ индивидуальности каждого из электронов, к уничтожению представления о траектории электронов взамен чего, для каждого из электронов, даются статистические веса для разных значений их координат, количеств движения и всех других механических величин.

От представления о механическом состоянии электрона мы переходим к представлению о его квантовом состоянии, описываемом статистическим методом. Если мы имеем дело с системой из нескольких электронов, то мы должны говорить о квантовых состояниях всей системы, так как выделение состояний отдельных электронов может быть осуществлено, по большей части, лишь приближенно. Пренебрежение взаимодействием электронов в интересующем нас случае квантовой системы — оболочке атома, или же учет этого взаимодействия, как изменение кулоновского поля ядра в некулоновское, но центральное поле для каждого электрона, и соответствует выделению из квантового состояния всей оболочки, как целого, квантовых состояний отдельных, ее составляющих электронов. Осуществляя такое приближенное описание, мы рассматриваем квантовое состояние всей

оболочки, как наложение состояний электронов, ее составляющих. Математически это выражается тем, что в уравнении Шредингера осуществляется разделение переменных, обусловленное заменой точного выражения для потенциальной энергии системы приближенным, для которого возможно разделение переменных.

Пользуясь вышеупомянутой приближенной моделью атома, мы должны обратить внимание на те свойства стационарных состояний электронов, которые существенны при объединении нескольких электронов в систему.

Особое значение имеет момент количества движения. Если бы мы перенесли на систему из l электронов обычные механические представления (в известной мере это возможно), то мы сказали бы, что имеем дело с задачей о движении l тел в поле сил, обладающих центральной симметрией. Как известно, для таких систем, кроме закона сохранения энергии, существует еще закон постоянства с течением времени по величине и по направлениям, момента количества движения (этот закон приводит к „закону площадей“). Если при этом каждая из частиц вращается, то общий, результирующий момент количества движения, для которого и формулируется закон сохранения, включает не только орбитальные, но еще и моменты собственного вращения каждой из частиц.

Для квантовой системы электронов также возможно ввести представление о моменте количества движения, но, в этом случае, между различными составляющими его будет иметься статистическое соотношение. Для энергетического стабильного состояния электрона, находящегося в центрально симметричном поле, значение вектора-момента количества движения

$$M = \sqrt{M_x^2 + M_y^2 + M_z^2}$$

имеет вполне определенное значение, определяемое целыми числами, а именно

$$M = \sqrt{J(J+1)} \cdot \frac{h}{2\pi} \quad (3)$$

где

$$J = l \pm \frac{1}{2} \quad (3')$$

при l целом числе 0, 1, 2, 3 ...

Результирующий момент количества движения электрона в центральном поле (3) состоит из двух частей: одной — соответствующей орбитальному движению электрона и другой — отвечающей вращению электрона вокруг своей оси, поскольку это явление может быть описано классически. Вторая часть называется спин-моментом (от английского глагола to spin — вращать). Энергетическое действие спина очень мало, и, пренебрегая им, мы получаем выражение (2) для энергии стационарных состояний. Пренебрегая спин-моментом, мы вычеркнем в (3') двойки и получим

$$M = \sqrt{l(l+1)} \cdot \frac{h}{2\pi} \quad (4)$$

выражение для орбитального момента электрона.

У атомной оболочки существует несколько энергетических состояний, для которых момент количества движения имеет одно и то же значение (в этом факте выражается изотропия атома по отношению к различным пространственным направлениям). Так как значение момента количества движения определено, если указано значение числа l (так называемого квантового азимутального числа), то естественно постараться определить через l также и число состояний с одним и тем же значением орбитального момента — M . Это можно сделать, исследуя поведение решений уравнения Шредингера по отношению к преобразованиям его переменных вращением, в результате чего получается, что состояний электрона, для которых момент количества движения имеет значение, определяемое числом l , имеется $(2l+1)$. Если мы примем во внимание существование спин-момента, то число возможных состояний с моментом (3) удваивается, соответственно двум возможным значениям „спин-квантового числа“

$$S = +\frac{1}{2} \text{ и } S = -\frac{1}{2}. \quad (5)$$

Таким образом, мы получаем $2(2l+1)$ устойчивое состояние квантового электрона, движущегося в центральном поле и имеющего момент количества движения — (3).

Для не-кулоновского центрального поля указанное число определяет все возможные энергетические состояния с одной и той же энергией и одинаковым значением момента количества движения. Для кулоновского поля имеется еще так называемое „случайное вырождение“¹, заключающееся в том, что одинаковое значение энергии — E_n , имеют несколько состояний с различными значениями момента количества движения, а именно все состояния, для которых $l > n$. В результате, состояние с энергией (2) является

$$2 \sum_{l=0}^n (2l+1) = 2n^2 \quad (6)$$

кратным.

Полученные числа кратности энергетических состояний электрона в центральном поле мы применим сейчас же к выяснению свойств систем из r электронов, — т. е. к выяснению свойств оболочек атомов.

Электронный газ — облако электронов — существенно отличен от газа обыкновенного, образованного электрически-нейтральными молекулами. Отличие можно усмотреть уже в средних, справедливых лишь статистически, соотношениях, в частности в законах наиболее вероятного распределения электронов по каким-либо их состояниям, например в законе наиболее вероятного распределения электронов по значениям энергии.

Во всяком статистическом описании совокупности экземпляров речь идет, прежде всего, об установлении вероятного числа экземпляров, приходящегося на то или иное из состояний, по которым определяется распределение. Так, например, для частиц обычных, справедлив закон распределения по энергетическим состояниям, характеризующийся следующими вероятными числами частиц в i -ом состоянии

$$n_i = g_i e^{-\alpha - \beta E_i}; \sum n_i = N \quad (7)$$

где g_i — статистический вес i -ого энергетического состояния, E_i — энергия такового, $\beta_i = \frac{1}{kT}$, где k — постоянная Больцмана и T — абсолютная температура, α — постоянная, зависящая от общего числа частиц — N , T и объема V , заключающего частицы.

Таким образом, распределение существенно зависит от температуры.

Для квантовых частиц (электронов) статистические распределения их по различным состояниям всегда выполняют условие, по которому в отдельном, статистически элементарном состоянии, т. е. имеющем статистический вес, равный единице, может существовать лишь один электрон. Это может быть выражено языком квантовой механики: состояние, описываемое одной функцией ψ , имеет статистический вес, априорный, равный единице. Это положение называют принципом Паули, так как в 1924 г., изучая спектры, Паули впервые обнаружил указанное свойство электронов.

Можно сказать, что электрон, в некотором смысле, становится атрибутом элементарного квантового статистического состояния.

Отдельные электроны, распределяющиеся статистически по различным состояниям, не могут рассматриваться как существенно различные, так как состояния, получаемые обменом ролей двух электронов, статистически одно и то же состояние.

Таким образом, если дано одно распределение электронов, указывающее, что a_1 состояний содержат r_1 электронов, a_2 состояний содержат r_2 электронов и т. д. и затем дано другое распределение, указывающее, что b_1 состояний содержат S_1 электронов, b_2 состояний содержат S_2 электронов и т. д., то вероятность этих распределений определяется не числом сочетаний, а числом разреждений, реализующих эти распределения.

Учет указанных особенностей электронов приводит к тому, что закон наиболее вероятного распределения электронов по каким-либо состояниям отличается от обыкновенного, классического, указанного выше, а именно мы получаем для распределения электронов

54 ¹ Кратность энергетического состояния принято называть „вырождением“.

по энергетическим состояниям с энергиями E_i следующие вероятные числа электронов n_i :

$$n_i = g_i \cdot \frac{1}{e^{\alpha + \frac{E_i}{kT} + 1}}; \sum n_i = N \quad (8)$$

или, если электроны имеют потенциальную энергию — U_i :

$$n_i = g_i \cdot \frac{1}{e^{\alpha + \beta \left(E_i + \frac{\partial U_i}{\partial m_i} \right) + 1}} \quad (9)$$

В этих формулах α параметр, значения которого зависят от N — общего числа частиц и постоянной — k . α можно вычислить, зная N . Для значений, больших в сравнении с единицей, указанные законы распределения переходят в предыдущий, классический, тип распределения, тогда как для области других значений α мы получаем существенно другие соотношения.

Заметим, что каждое из состояний, по которым определяется наиболее вероятное распределение, вообще говоря эквивалентно нескольким состояниям со статистическим единичным весом, и потому в вышеприведенных формулах фигурирует статистический вес их — g_i .

В условиях, отличных от условий $\alpha \ll 1$ (классических), называемых довольно неудачно „случаем вырождения“, распределение по состояниям собственной энергии характеризуется своей независимостью от температуры в области от абсолютного нуля до нескольких тысяч градусов. Эти условия, характеризующие большой плотностью электронного газа, нормальны для электронов атомных оболочек, а также для электронов, находящихся в свободном состоянии внутри металла.¹

Статистическое описание электронного газа может быть применено к исследованию свойств „атмосферы“ окружающей ядро — электронной оболочки атома.

При этом мы должны учитывать то, что электроны ее находятся под дей-

ствием интенсивного поля как ядра, так и своего. Предполагая, что реализовано равновесие, достигнуто статистическое распределение электронов в атмосфере атома, мы можем воспользоваться двумя уравнениями: во-первых, уравнением, связывающим плотность электронов в разных точках атома с электро-статическим потенциалом для них и выражающим условие равновесия, и во-вторых, уравнением Пуассона, позволяющим вычислить потенциал, создаваемый в какой-либо точке плотностью заряда. Исключая из этих двух уравнений плотность, мы найдем уравнение для потенциала, имеющее вид:

$$\frac{\partial^2 P}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 P}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 P}{\partial z^2} = \text{const.} \cdot P^{1/2}, \quad (10)$$

где P — потенциал, о котором идет речь.¹ Вычислив по этому уравнению потенциал P , регулирующий распределение электронов в оболочке, мы посредством первого из уравнений определим плотность заряда и получим приближенную статистическую характеристику оболочки атома. Описанный метод был разработан Э. Ферми. Выше мы упоминали о классификации состояний электрона, находящегося в центральном поле по значениям момента количества движения. Такая же классификация может быть осуществлена и для состояний всей оболочки атома в целом, так как значение полного момента количества движения всех электронов является величиной, имеющей определенный смысл и значение и при учете взаимодействия электронов.

Квантовая теория приводит к следующим значениям момента количества движения, как единственно возможным для атома:

$$M = \sqrt{j(j+1)} \cdot \frac{h}{2\pi} \quad (11)$$

где j число, могущее принимать какое-либо из следующих значений: $j = 0, \frac{1}{2}, 1, \frac{3}{2}, \dots$

¹ Отсюда получается, между прочим, независимость кинетической энергии электронов в металле от температуры, и вместе с тем объясняется электропроводность металлов.

¹ При этом потенциал P , по мере приближения к ядру, должен превращаться в потенциал поля, создаваемого ядром: $P = Ze^2/r$.

Значения (11) были найдены эмпирически, до того, как было установлено их теоретическое значение.

Для атома в целом, как и для отдельного электрона, результирующий момент количества движения составляется из результирующего спин-момента и момента орбитального количества движения. При этом могут быть два случая их объединения: могут объединяться сначала момент орбитальный и спин-момент отдельного электрона в результирующий отдельного электрона, и затем уже такие моменты объединятся в общий, либо же спин-моменты объединяются в один общий спин-момент, а орбитальные моменты электронов объединяются в один общий орбитальный момент и затем уже происходит объединение их в общий момент (11).

Обычно для внутренних электронов в атомах имеет место первый тип гироскопической связи, для внешних, напротив, вторая модель лучше воспроизводит существующие для них гироскопические соотношения.

Состояние, имеющее значение момента количества, определяемое некоторым значением числа J , является $(2J+1)$ -кратным. В этом выражается так же, как и для электрона, отсутствие осевой ориентации атома (равноправность всех направлений).

Если на атом воздействовать каким-либо средством, уничтожающим изотропию (магнитное поле), то каждое из $(2J+1)$ -кратных состояний распадется на столько же состояний, причем эти состояния будут иметь различные состояния энергии (в этом заключается причина эффекта Зеемана).

Из результирующего момента количества движения целесообразно выделить орбитальный момент количества движения, который может иметь следующие значения

$$\sqrt{L(L+1)} \frac{h}{2\pi} \quad (12)$$

где L — целое число, 0, 1, 2, ..., а затем и общий спин-момент, могущий иметь какое-либо из следующих значений

$$\sqrt{S(S+1)} \cdot \frac{h}{2\pi} \quad (13)$$

Мы видим, что значения орбитального момента количества движения определяются вполне, если мы укажем значение числа L , называемого общим атомальным квантовым числом электронов оболочки.

Равным образом, значения общего спин-момента определяются заданием значения так называемого „мультиплетного“ числа S . Значения S , в свою очередь, определяются по числу электронов в оболочке n , а именно S может иметь любое из следующих значений:

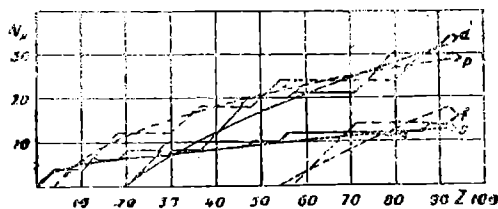
$$S = \frac{n}{2}, \frac{n}{2} - 1, \dots, \frac{1}{2}$$

или 0, в зависимости от того, нечетное или четное число электронов — n .

Электроны, имеющие орбитальный момент с $l=0$, т. е. нулевой орбитальный момент, принято называть s -электронами. Электроны с $l=1$ называют p -электронами, с $l=2$ d -электронами, с $l=3$ f -электронами и т. д.

Указанные значения моментов количества движения могут служить для приближенного анализа оболочки атома.

Пользуясь описанным выше статистическим методом Э. Ферми, мы можем определить для различных значений заряда ядра Ze — числа электронов в оболочке, окружающей это ядро, имеющих то или иное значение момента количества движения; другими словами, мы можем определить вероятные числа s , p , d , f -электронов в оболочке различных атомов. Результаты расчета показаны на фиг. 2.



Фиг. 2.

Штрихованные кривые дают результаты теоретического расчета, сплошные — представляют результаты эмпирической оценки. Мы видим, что даже грубый теоретический подсчет правильно воспроизводит появление в элек-

тронной оболочке электронов с различными значениями момента количества движения. Оболочка гелия должна содержать s -электроны, p -электроны появляются при $Z=5$, d -электроны появляются при $Z=21$, f -электроны при $Z=55$ [эмпирически: электроны для $Z=1$, p -электроны для $Z=5$ (атом бора), электроны для $Z=21$, (атом скандия), f -электроны при $Z=58$ (атом церия)].

Распределение электронов в оболочке атома мы рассмотрим теперь посредством модели атома с невзаимодействующими электронами, о которой была речь выше.

Мы обратим внимание на то, что в таком атоме электроны имеют энергию, определяемую форм. 2, и мы должны, учитывая принцип Паули, определить статистический вес различных энергетических состояний. По соотношению (6) в состоянии с энергией, определяемой некоторым значением числа l , может находиться $(2n^2)$ 2 электронов. Поэтому, в состоянии, наиболее устойчивом ($n=1$), может находиться два электрона, так как это состояние обладает статистическим весом, равным 2. Мы скажем, что атом гелия может быть аппроксимирован системой из двух электронов. Взяв наш идеальный атом с 3 электронами, мы видим, что один из них должен иметь отличный от нуля момент количества движения. Предполагая, что и этот электрон находится в наиболее устойчивом состоянии, мы получаем, что это будет s -электрон, с главным квантовым числом $n=2$.

Эта трехэлектронная модель аппроксимирует атом, следующий за гелием по сложности — атом лития (см. прилаг. таблицу). Состояние с $n=2$ может вновь иметь два s -электрона и, как легко сообразить, шесть p -электронов.¹ Поэтому, присоединяя к трехэлектронному атому еще один электрон и увеличивая заряд ядра еще на единицу, мы получаем модель аппроксимирующую следующий атом — атом бора. Поступая таким образом далее, мы можем построить модели расположения электронов в различных атомах. Однако, этот способ, естественно,

должен привести к расхождению с опытом там, где большое значение получает взаимодействие между электронами. Действительно, согласно описанному только что способу, — d -электроны с $n=3$ должны появиться уже для калия ($Z=19$); на самом же деле, и, как показывает расчет по способу Ферми, эти электроны впервые появляются только при $Z=21$ для атома скандия, у калия же происходит, как говорят, „достройка“ оболочки с большими квантовыми числами. Прилагаемая таблица (стр. 58) ясно показывает, что отклонение модели атома из невзаимодействующих электронов приводит к существенным отклонениям. Наиболее интересными из них являются редкие земли (от $Z=58$ до $Z=71$). Элементы, предшествующие им, застраивают свои оболочки, пропустив, 14 энергетических состояний (4 f -состояния) и лишь начиная с $Z=58$ и кончая $Z=71$ происходит заполнение этих, ставших как бы „внутренними“, оболочек. Эти элементы имеют одинаковые свойства, определяемые внешними электронами (химические).

Путь к объяснению этих аномалий намечен был Э. Ферми, вычислившим, вышеописанным методом, вероятность координат электронов для $4f$ -состояний. Расчет показал, что для элементов, предшествовавших редким землям ($Z=55$), наиболее вероятным является пребывание $4f$ -электрона далеко вне атома, поэтому эти электроны очень слабо связаны. Напротив, для редких земель (Ферми брал $Z=60$) максимум вероятности перемещается глубоко внутрь атома, тогда как первый, внешний, максимум убывает. Глубокое положение этих электронов сильно ослабляет их химическую роль, и поэтому редкие земли имеют подобные химические свойства.

Чтобы уяснить себе все тонкости строения атомной оболочки, мы должны определить статистические значения различных механических величин, пригодных для описания атома.

Методы квантовой механики дают средства и программу такого расчета. Но и не обращаясь к такому точному расчету, пользуясь лишь грубым приближением — моделью оболочки из не-

¹ $2(2l+1) = 6$ при $l=1$; Далее $l < n$.

ТАБЛИЦА (по Mc Lennan).

Группировка элементов

 $n = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$
 обозначения: K, L, M, N, O, P, Q

 s, p, d, f
 $l = 0, 1, 2, 3$

Z		K			L			M			N				O			P			Q	Нормаль- ное со- стояние	Ионизаци- онный потенциал
		1s	2s	2p	3s	3p	3d	4s	4p	4d	4f	5s	5p	5d	6s	6p	6d	7s					
		2	2	6	2	6	10	2	6	10	14	2	6	10	2	6	10	2					
1	H	1																		2S	13.54		
2	He	2																		1S	24.48		
3	Li	2	1																	2S	5.37		
4	Be	2	2																	1S	9.2		
5	B	2	2	1																2P	8.3		
6	C	2	2	2																3P	11.4		
7	N	2	2	3																4S	14.48		
8	O	2	2	4																3P	13.56		
9	F	2	2	5																2P	17.4		
10	Ne	2	2	6																1S	21.5		
11	Na				1															2S	5.12		
12	Mg				2															1S	7.61		
13	Al				2	1														2P	5.96		
14	Si				2	2														3P	8.12		
15	P				2	3														4S			
16	S				2	4														3P	10.31		
17	Cl				2	5														2P	12.96		
18	Ar				2	6														1S	15.69		
19	K									1										2S	4.32		
20	Ca									2										1S	6.09		
21	Sc							1		2										2D	6.57		
22	Ti							2		2										2P	6.80		
23	V							3		2										4F	6.76		
24	Cr							5	1											7S	6.74		
25	Mn							5	2											6S	7.40		
26	Fe							6	2											5D	7.83		
27	Co							7	2											4F	7.81		
28	Ni							8	2											3F	7.64		
29	Cu							10	1											2S	7.69		
30	Zn							10	2											1S	9.35		
31	Ga							10	2	1										P	5.97		
32	Ge							10	2	2										2P	7.85		
33	As							10	2	3										4S	9.9		
34	Se							10	2	4										3P	9.5		
35	Br							10	2	5										2P	12.2		
36	Kr							10	2	6										1S	13.940		
37	Rb											1								7S	4.16		
38	Sr											2								4S	5.67		
39	Y											2								2D	6.5		
40	Zr											1								2F			
41	Nb											2								2D			
42	Mo											1								7S	7.35		
43	Mn											2								2D			
44	Ra											2								5F	7.7		
45	Rh											3								4F	7.7		
46	Pd											10								1S	8.3		

Lay и Smith'у и Duschmann'у)

нов в атомах

		K			L			M			N				O			P			Q	Нормаль- ное со- стояние	Иониза- ционный потенциал
		1s	2s	2p	3s	3p	3d	4s	4p	4d	4f	5s	5p	5d	6s	6p	6d	7s					
		2	2	6	2	6	10	2	6	10	14	2	6	10	2	6	10	2					
7	Ag											1									² S	7.54	
3	Cd											2									¹ S	8.95	
9	In											2	1								³ P	5.26	
0	Sn						Pd					2	2								³ P	7.37	
1	Sb						46					2	3								⁴ S	3.35	
2	Te											2	4								³ P		
3	I											2	5								² P	3	
4	X											2	6								¹ S	12.078	
5	Cs														1						² S	3.83	
6	Ba														2						¹ S	5.19	
7	La												1		2						² D	5.49	
3	Ce									1			1		2						³ H	6.91	
9	Pr									2			1		2						⁴ K	5.76	
0	Nd									3			1		2						⁵ L	6.31	
1	Il									4			1		2						⁶ L		
2	Sa									5			1		2						⁷ K	6.55	
3	Eu						Pd			6		8	1		2						⁸ H		
4	Gd						46			7			1		2						² D	6.65	
5	Tb									8			1		2						⁸ H	6.74	
6	Dy									9			1		2						⁷ K	6.82	
7	Ho									10			1		2						⁶ L		
8	Er									11			1		2						⁵ L		
9	Tu									12			1		2						⁴ K		
0	Yb									13			1		2						³ H	7.36	
1	Cp									14			1		2						² D		
2	Hf												2		2						³ F		
3	Ta												3		2						⁴ F		
4	W												4		2						⁵ D		
5	Re												5		2						⁶ S		
6	Os						68						(5)		(1)						(⁶ D)		
7	Ir												6		2						(⁴ D)		
8	Pt												(7)		(1)						(⁵ F)		
													7		2						(⁴ F)		
													(8)		(1)						(³ D)		
													9		1						¹ S		
													(10)										
9	Au														1						² S	9.20	
0	Hg														2						¹ S	10.30	
1	Tl															1					² P	8.08	
2	Pb														2	2					³ P	7.39	
3	Bi														2	3					⁴ S	7.2	
4	Po														2	4					³ P		
5															2	5					² P		
6	Rn														2	6					¹ S		
7																							
3	Ra																				² S		
9	Ac																				¹ S		
0	Th																				² D		
1	Pa																				³ F		
2	U																				⁴ F		

взаимодействующих электронов и учитывая взаимодействие последних как малое возмущение, мы сможем установить многие признаки атомов, по которым они и могут классифицироваться.

Важнейшими константами, характеризующими электронную оболочку, являются: n — число электронов в ней, J — значение внутреннего квантового числа, определяющего значение общего момента количества движения оболочки, S — значения мультиплетного числа и, наконец, значения энергии стационарных состояний оболочки.¹

Преимущество употребления квантовых чисел J и S (и также L), в сравнении с употреблением значений физических величин, ими определяемых, заключается в том, что посредством квантовых чисел весьма просто выражаются законы композиции двух (или нескольких) квантовых систем в новую, большую квантовую систему.

Если мы имеем две квантовые системы, находящиеся в состояниях с $J=J_1$ и $J=J_2$, соответственно, то, объединяя их в одну общую квантовую систему, обладающую той же симметрией вращения² как и начальные две системы, мы получим квантовую систему, могущую находиться в каком-либо из состояний, характеризуемых следующими значениями J

$$|J_1 - J_2| \leq J \leq J_1 + J_2 \quad (14)$$

и только в этих состояниях.

Такой же закон композиции существует и для S , мультиплетного квантового числа. Взяв две системы с S_1 и S_2 , соответственно, мы, объединяя системы, перейдем к новой квантовой системе, состояния которой могут иметь лишь значения S , заключающиеся в пределах

$$S_1 + S_2 \geq S \geq |S_1 - S_2| \quad (15)$$

Для L существует точно такой же закон композиции.

Отметим еще, что J независимо от L и S , так как для заданных значений

¹ Более подробная характеристика оболочки осуществляется заданием волновой функции ψ т. е. решением уравнения Шредингера.

² Например, объединяя отдельные электроны, находящиеся в центральных полях, помещая всех их в одно общее центральное поле.

$L=L_1$ и $S=S_1$, J может принимать лишь значения в пределах неравенства.

$$|L_1 - S_1| \leq J \leq L_1 + S_1 \quad (16)$$

Это правило говорит, что, если $L \geq S$, то состояние $(2S+1)$ -кратно, если же $L < S$, то оно лишь $(2L+1)$ -кратно.

В перечисленных законах композиции квантовых систем выражаются свойства симметрии статистических волновых функций. Для выяснения этих свойств, впервые в истории физики, потребовалось привлечь математический аппарат теории групп, граничащей с теорией чисел. Глубокий анализ свойств симметрии квантовых систем показал, что динамической системе электронов — атомной оболочке — неожиданным образом присущи многие свойства симметрии, которые для макроскопических тел возможны лишь для статических, кристаллических тел.

Мы понимаем теперь, почему приводили к некоторым успехам многочисленные попытки интерпретировать атомы как статические, „кристаллические“ системы зарядов, хотя этот путь является безусловно ложным.

Отмеченными выше законами композиции квантовых констант J, S, L можно воспользоваться для определения возможных состояний атомной оболочки, отправляясь от модели оболочки из взаимодействующих электронов. Для этого надо установить, в согласии с вышеописанным принципом Паули, значения l, s, j для каждого электрона оболочки, затем сложить эти значения по законам композиции, и тогда полученные таким образом значения S, L, J будут характеризовать состояния атомной оболочки в целом. Детальный анализ показывает, что, если мы учтем теперь и взаимодействие электронов, то оболочка все же будет иметь, как возможные свои состояния, состояния с моментами количества движения, определяемыми полученными S, L, J .

Среди различных многоэлектронных оболочек особое положение занимают оболочки, имеющие, в своем нормальном энергетическом состоянии, результирующий момент количества движения равный нулю.

Нормальное состояние таких оболочек имеет, следовательно, $J=0$ и поэтому оно однократно.

Исследование показывает, что система из $2(2l+1)$ электронов,¹ находящихся в общем центральном поле и, при приближении их описанию, имеющих одно и то же l , всегда представляют собою оболочку с $J=0$.

Такие оболочки называют замкнутыми или заполненными, так как они всегда обладают сферической симметрией статистического распределения в них электрического заряда.

Вспоминая, что заряд ядра меняется на единицу, и, следовательно, в природе должны встречаться атомы с оболочками, содержащими любое число электронов, от одного до такого их числа, которое соответствует заряду уже неустойчивых ядер, мы приходим к заключению, что должны быть и атомы с замкнутыми оболочками.

Простейшим атомом с замкнутой, сферически-симметричной оболочкой является атом с двумя электронами в оболочке, т. е. атом химического элемента, называемого гелием.

Мы видим, что атом гелия не имеет в нормальном состоянии ни механического, ни магнитного момента.

Напротив, атом, содержащий в оболочке на один электрон больше, литий, имеет оболочку, состоящую, во-первых, из замкнутой гелие-подобной оболочки² и, во-вторых, из единственного электрона — так называемого валентного электрона.

Просматривая прилагаемую таблицу атомов различных химических элементов, мы легко найдем те элементы, для которых электронная оболочка является замкнутой оболочкой. В последнем столбце таблицы указаны значения констант S, L, J для нормальных состояний соответствующих атомов. Буквы S, P, D, F обозначают, что нормальное состояние рассматриваемого атома имеет $L=0, 1, 2, 3$ и т. д. Значения мультиплетности указаны слева наверху

индексом, тогда как значения J указаны индексом внизу справа. Атомы с замкнутой оболочкой имеют нормальное состояние, характеризуемое символом 1S_0 .

Рассматривая подробнее устройство замкнутых оболочек атомов, мы видим, что они могут быть разделены на два типа: оболочки аппроксимлируемые (с помощью водородоподобного атома), посредством групп электронов заканчивающиеся p -электронами и, во-вторых, заканчивающиеся s -электронами.

К первому типу относятся: гелий ($Z=2$), неон ($Z=10$), аргон ($Z=18$), криптон ($Z=36$), ксенон ($Z=54$), нитон ($Z=86$).

Анализ энергетической связанности электронных оболочек перечисленных атомов показывает, что эти оболочки весьма устойчивы. Это обстоятельство, вместе с отсутствием вырождения, т. е. способности нормального состояния оболочки расщепляться под воздействием некоторых возмущений, приводит, как увидим далее, к химической инертности перечисленных элементов.

Тип атомов, оболочка которых состоит из замкнутой внутренней оболочки и двух внешних, s -электронов, имеется у следующих атомов: бериллия ($Z=4$), магния ($Z=12$), кальция ($Z=20$), для него любопытна аномалия в распределении электронов по квантовым числам в энергетической последовательности состояний атома), цинк ($Z=30$), сурьма ($Z=38$), кадмий ($Z=48$), барий ($Z=56$), ртуть ($Z=80$), радий ($Z=88$). Для щелочно-земельных металлов этой группы характерно, что, в отличие от перечисленных выше элементов (инертных газов), они имеют энергетическое состояние, с $S=1$, недалеко расположенное, в энергетическом смысле, от основного, нормального состояния, и поэтому, сравнительно легко, могут быть возбуждены. Это приводит к тому, что они могут во многих случаях реагировать не как атомы в нормальных состояниях, а как атомы возбужденные. Большой интерес представляют галлоиды и щелочные металлы. Оболочка вторых представляет собою замкнутую инертную оболочку и сверх того один валентный

¹ Таким образом, системы из 2, 4, 10, ... и т. д. электронов, имеют характер замкнутых оболочек.

² Лишь более связанной энергетически, чем оболочка гелия, вследствие большого заряда ядра.

s-электрон. Таковы: литий ($Z=3$), натрий ($Z=11$), калий ($Z=19$), рубидий ($Z=37$), цезий ($Z=55$). Нормальным состоянием этих атомов является $^2S_{1/2}$, т. е. двукратно вырожденное. Такое же строение, в смысле аналогии с моделью из невзаимодействующих электронов имеют медь ($Z=29$), серебро ($Z=47$) и золото ($Z=79$).

Оболочка галоидов представляет собою незаконченную оболочку инертных газов и имеет нормальным состоянием $^2P_{3/2, 1/2}$ таковы: фтор ($Z=9$), хлор ($Z=17$), бром ($Z=35$), йод ($Z=53$).

Таким образом, галоиды должны легко присоединять электрон („электро-отрицательны“), тогда как щелочные металлы легко отдают свой „лишний“ валентный электрон.

Большой интерес представляют ионы, являющиеся замкнутыми оболочками; однако, на их свойствах мы останавливаться не будем.

Мы видим, что расчленение оболочки атома на замкнутые оболочки и валентные электроны представляет собою основание для объяснения химических свойств атомов. Однако, эти свойства симметрия должны быть дополнены указанием распределения возможных стационарных состояний атома по энергетической шкале.

Энергетические свойства внутренней оболочки можно изучить, исследуя рентгенов спектр, происхождение которого может быть описано следующим образом. Сильным воздействием на атом мы вырываем один из его, „глубоких“ электронов. Тогда, замкнутая оболочка, из которой вырван электрон, будет нарушена, и, для возобновления ее, потребуются поглощение электрона с отдачей энергии во вне. Для этого может быть заимствован электрон извне или из состояния с меньшей энергией связи, вследствие чего атом испустит свет высокой частоты. Анализ рентгеновых лучей, которыми могут светиться атомы, показывает, что наиболее глубокие энергетические оболочки атомов, в энергетическом отношении, подобны друг другу, воспроизводя, до некоторой степени, водородную последовательность энергетических состояний.

Так, значения энергии рентгеновых термов¹ могут быть приближенно представлены формулой, подобной формуле 2, а именно:

$$E_n = -\frac{R}{n^2} (Z - \sigma)^2 c^2 \quad n = 1, 2, 3 \dots$$

где σ — поправка, вносимая экранирующим действием электронов.

В настоящее время систематика рентгеновых термов может считаться в основном установленной.

Расчет энергии стационарных состояний атомов средствами квантовой механики вскрывает замечательное свойство квантовых систем, сильно отличающее их от систем классических.

Поскольку мы пренебрегаем электростатическим взаимодействием электронов в r -электронной оболочке, мы имеем, вообще, для ее основного состояния несколько совпадающих энергетических состояний, число которых может быть определено следующим образом. Выше мы упоминали о результирующем спин-моменте, значения которого определяются так называемым мультиплетным числом S , которое мы принимаем значения, определяемые формулой на стр. 56. Значения спин-момента, или значения мультиплетного числа, будучи сами по себе величинами, не играющими особенно большой роли в основных „грубых“ чертах строения атома, могут быть использованы для различия возможных энергетических состояний, обладающих существенно различными запасами электростатической энергии. А именно, если мы учтем взаимодействие электронов (электростатическое отталкивание), то совпадающие, в нулевом приближении, состояния „распадутся“ в энергетическом смысле, и мы получим, вместо прежнего, фиктивного, состояния нулевого приближения, столько состояний, сколько может иметь значений, при заданном l , мультиплетное число S .

Описанное различие энергетических состояний принято называть явлением „обмена“ электронов (Austausch).²

¹ Т. е. энергетических состояний.

² Заметим, что каждое из энергетических состояний с определенным значением S является в действительности $(2S + 1)$ -кратным вследствие магнитных взаимодействий, образуя так называемый мультиплет. Если $l < S$, то состояние $(2l + 1)$ -кратно.

Описанное расщепление состояния непосредственно связано с явлением, называемым в химии „валентностью“. При этом, основные значения имеют электроны внешние, так называемые „валентные“, так как рентгеновский анализ молекул показывает, что, при соединении атомов в молекулу, соединение обусловлено лишь взаимодействием внешних электронов, тогда как глубокие слои атомных оболочек, дающие рентгеновы лучи, остаются прежними, атомными. Соответственно этому, энергия связи атомов в молекулы имеет порядок нескольких вольт (около 4), тогда как энергия связи внутренних электронов достигает тысяч и десятков тысяч вольт. Частицы, связанные в ядре, обладают энергией связи еще большей, порядка полмиллиона вольт и выше.

Чтобы выяснить природу химической связи, мы должны рассматривать ее как процесс композиции квантовых систем атомов в новую квантовую систему молекулу.

Законы этой композиции являются общими законами композиции квантовых систем, и могут быть исследованы посредством уравнения Шредингера. При этом нужно иметь в виду переход от сферической симметрии атома к иной симметрии, свойственной молекулам, например, в случае двухатомной молекулы, к осевой симметрии — симметрии по отношению к линии соединяющей ядра. Это изменение симметрии, влекущее за собою изменение и квантовых чисел, характеризующих ее, наиболее логичным образом может быть изучено методом теории групп.

Существенную роль при этом играет мультиплетное число состояний соединяющихся атомов, точнее — состояний из валентных электронов.

Предположим, что первый атом имеет n_1 валентных электронов, второй n_2 .

Тогда мультиплетное число валентных электронов первого атома может иметь одно из следующих значений.

$$S_1 = \frac{n_1}{2}, \frac{n_1}{2} - 1, \dots, \frac{1}{2} \text{ или } 0,$$

в зависимости от того, нечетно или четно n_1 . Для S_2 мы получим аналогичное выражение, но с n_2 . Если мы рас-

смотрим возможные состояния молекулы, получающейся соединением этих атомов, то найдем, что, по общим квантовым законам, она может иметь состояния своей оболочки с каким-либо из следующих значений мультиплетного числа S :

$$|S_1 - S_2| \leq S \leq S_1 + S_2 \quad (17)$$

Подобным же образом могут быть установлены границы для квантовых констант молекулы — по константам, характеризующим состояния атомов, соединяющихся в молекулу.

Поэтому, вопрос о возможности объединения данных атомов, находящихся в заданных энергетических состояниях, т. е. вопрос об их валентности, получает следующий смысл. Зная состояния соединяющихся атомов и возможные состояния образующихся из них молекул, мы должны определить состояния последних, руководясь общими квантовыми принципами и принципом Паули, что приводит к возможности лишь ограниченного числа комбинаций.

Установив возможные, по законам симметрии, состояния систем из атомов, мы должны затем исследовать их энергетическую устойчивость. В том случае, когда состояние, допускаемое свойствами квантовой симметрии, и энергетически устойчиво, мы получим случай соединения атомов в молекулу.

Посредством приближенной оценки значений энергии взаимодействия двух атомов, Гейтлер нашел следующее выражение для энергии взаимодействия атомов с n_1 и n_2 -валентными электронами:

$$E = A + \left[\frac{n_1 + n_2}{2} + \left(\frac{n_1 - n_2}{2} \right)^2 - S(S+1) \right] \frac{B}{n_1 n_2} \quad (18)$$

где A — энергия кулоновского статистического взаимодействия атомов, S — мультиплетное число состояния молекулы, определяемое по предыдущей формуле, B — постоянная, определяемая статистическими свойствами электронной оболочки, являющаяся показательной функцией от расстояния между взаимодействующими атомами. Поэтому, она чрезвычайно быстро убывает при

увеличении расстояния между взаимодействующими атомами.

Анализ B для S -состояний взаимодействующих атомов, показывает, что B имеет знак соответствующий физическому смыслу второго члена в формуле как энергии связи (отрицательной). Таким образом, именно второй член описывает соединение атомов в устойчивую молекулу.¹

Заметим, что этот член зависит и от S . Для наименьшего значения S , т. е. $S = \frac{n_1 - n_2}{2}$, ($n_1 \geq n_2$), мы найдем условия устойчивости; напротив, для высокомультиплетных состояний соединение невозможно.

Мы видим, что глубоко-принципиальное значение имеет тот факт, что квантовая система имеет несколько состояний там, где обычная система зарядов имела бы одно: мы получаем в этом факте ключ к объяснению неполярной связи. Теория неполярной связи стала возможной лишь после открытия квантовой механики, так как явление обусловлено тем, что движение электрона в атоме не является механическим движением, существенно заключая в себе статистический элемент.

Объяснение неполярной связи было дано Гейтлером и Лондоном в 1927 г. В настоящее время мы можем ожидать от разработки этой теории разъяснения, в частности, свойств атомных кристаллических решеток.

Как впервые усмотрел в 1927 г. Ф. Лондон, отмеченная нами квантовая теория валентности приводит также к объяснению явления насыщения валентности. Явление насыщения валентных связей заключается в том, что, когда имеется соединение двух атомов²

¹ Этот второй член не поддается интерпретации в терминах обычной механики; более, он имеет лишь ограниченное физическое значение, так как формула (18) лишь приближенная формула. Поэтому, представление об „обмене“ электронов имеет весьма ограниченное физическое значение. Заметим также, что понятие о „силах обмена“, иногда встречающееся в литературе, не имеет никакого физического смысла, равно как выражение „энергия взаимодействия спинов“. Последнее не более, как условный способ выражения, тогда как первое совершенно недопустимо.

² Для простоты, мы берем пример двухатомной молекулы.

A и B в одно целое, молекулу $A-B$, третий атом, C , не может уже вступить с ними в устойчивое энергетически соединение, отталкиваясь системой $A-B$.

Можно показать, что случаю насыщения связи $A-B$, отвечает такой случай композиции квантовых систем, при котором все состояния системы $A-B-C$, согласующиеся с принципом Паули, будут по (18) неустойчивыми энергетически.

Вследствие параллелизма между значениями мультиплетного числа и значениями спин-момента $\pm h/4\pi$ отдельных валентных электронов, явление насыщения может быть описано следующим простым, но формальным, способом.

В оболочке молекулы, образованной из атомов с n_1, n_2 валентными электронами, заключающей поэтому $n_1 + n_2$ электронов, мы могли бы составить пары электронов со взаимно-противоположными спин-моментами.¹ Число таких пар „компенсирующихся“ электронов и дает число насыщенных в молекуле валентных связей. Каждая пара компенсировавшихся электронов ведет себя как инертная химически оболочка, и поэтому присоединение третьего атома C возможно лишь в том случае, если остаются некомпенсированные электроны и если для них найдутся партнеры в атоме C .

Мы можем связать изложенное со значением мультиплетного числа, а именно, если мы имеем атом в состоянии с мультиплетным числом S , то валентность атома в этом состоянии равна $2S$ (речь идет о валентности по отношению к водороду).

Теория валентности, которая может быть представлена в вышеизложенной простой форме компенсирующихся пар электронов, называется теорией спин-валентности. Она предполагает, что соединяющиеся атомы находятся в состояниях $L=0$, другими словами для дальнейшего ее развития, необходимо учесть не только симметрию в отношении перестановок электронов, что составляет существо теории „спин-валентности“,

¹ Привлекая в пару электроны из разных атомов и игнорируя пары, уже существующие в атоме.

но еще и симметрию атомов в отношении вращений. Напомним, что, как показывает вышеприведенная таблица, существуют атомы, нормальные состояния которых являются p -состояниями, т. е. трехкратно вырожденными вследствие симметрии вращения. Важен также детальный анализ энергетической устойчивости.

Поэтому теория спин-валентности нуждается в расширении, которое и осуществлено Гейтлером, Слэтером, Паулингом и другими (i -валентность, орбитальная валентность).

Квантовая теория валентности является единственно правильной теорией, способной к грандиозному дальнейшему развитию.

Помимо развития теории в направлении анализа структурных понятий (валентность, систематика химических соединений и т. п.), в настоящее время успешно развивается, на основах квантовой механики, теория хода химических реакций.

В предыдущем примере взаимодействия молекулы $A-B$ с атомом C , помимо вышеотмеченного случая отталкивания молекулой атома C , может быть и другое явление: атом C вступит в реакцию с каким-либо из атомов молекулы, так что образуется новая молекула и освободится один из атомов, бывших в соединении. Оценка возможности такого результата может быть осуществлена анализом квантовой энергии взаимодействия между атомами, как функции расстояний между ними. На этом пути мы приходим к успешному построению теории активации.

Предыдущие результаты дает применение концепции стационарного квантового состояния.

Мы можем также использовать, в особенности в области обмена энергии (т. е. для химических реакций), концепцию не-стационарных квантовых состояний, что и приводит, как доказывают это уже имеющиеся исследования, к успешной разработке теории химических реакций.

В большой химической аудитории Ленинградского университета мы можем видеть таблицу периодических свойств химических элементов, составленную в 1876 г. по указаниям ее творца — Дмитрия Ивановича Менделеева.

В конце шестидесятых годов прошедшего столетия о внутреннем строении атомов ничего нельзя было сказать определенного, и те основные свойства, которые мы теперь легко усматриваем, анализируя атом „изнутри“, нужно было, в то время, отыскивать в бесконечном море эмпирически-установленных закономерностей. Рассматривая таблицу Менделеева, мы видим, что его гений смог усмотреть и классифицировать свойства валентных оболочек атомов и использовать эту классификацию, как могучий метод химии. Мы видим также, что периодичность в свойствах атомов, по необходимости, должна была, в то время, координироваться с весом атомов, так как строение атома из ядра и оболочки, электрическая природа атомной оболочки и существование изотопов, все это было совершенно неизвестно. Это учит нас правильной исторической перспективе: мы должны точно и быстро прокладывать путь знанию будущего, хотя сами мы никогда его не разделим.

РАБОТЫ Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА ПО КРИТИЧЕСКОМУ СОСТОЯНИЮ ВЕЩЕСТВА

Б. Г. ШПАКОВСКИЙ

Основною и характерною чертою стиля научной работы Д. И. Менделеева является глубина и широкий кругозор в постановке и решении научных проблем. Эти качества, достигшие исключительной высоты в создании периодической системы элементов, проявились уже в самом начале его научной деятельности. Свою первую работу об „изоморфизме в связи с отношениями кристаллической формы к составу“, появившуюся в 1855 г., он посвящает исследованию тех глубоких физико-химических основ, которые обуславливают кристаллографический класс. В стремлении выявить физические условия и химические причины, обуславливающие течение физико-химических процессов, Д. И. Менделеев углубляется в изучение вопросов, стоящих на грани между химией и физикой.

Эпоха, в которую Д. И. Менделеев начинал свою научную деятельность, 50-ые и 60-ые годы прошлого века, характеризовалась интенсивным развитием молекулярной физики. Ожижение некоторых газов, впервые выполненное Фарадеем, поставило проблему о единой природе этих двух столь различных между собою агрегатных состояний, так называемых „стихий“ по определению физики древнего мира. Исследования Реньо над сжимаемостью газов обнаружили малую пригодность столь простого и ясного закона Бойля-Мариотта. Развитие кинетических представлений о строении вещества дало возможность подойти с новой точки зрения к объяснению известных явлений. Установление правильных взглядов на природу теплоты привело к целому ряду исследований, посвященных влиянию температуры на различные свойства вещества.

Неудивительно, что вопросы молекулярной физики и, в частности, зависимость изменения объема жидкостей и

газов под влиянием температуры и давления стали в центре научных интересов Д. И. Менделеева в самом начале его деятельности.

По защите своей магистерской диссертации Д. И. Менделеев провел два года в Гейдельберге, куда его привлекали знаменитые имена Бунзена, Кирхгофа и Коппа. Здесь, в устроенной им собственной лаборатории, он выполнил ряд исследований, объединенных общей идеей о силе сцепления частиц жидкостей.

Хотя по своему значению в науке эти работы, конечно, значительно уступают главному творению его гения — периодической системе элементов, тем не менее для данной области они чрезвычайно важны как по глубине поставленной проблемы, так и по ее экспериментальному и теоретическому оформлению. О причинах, побудивших его к исследованиям над капиллярностью, Д. И. Менделеев говорит в одной из своих последующих статей.

„Главную цель предпринятых мною исследований над капиллярностью и удельным весом жидкостей составляет собрание материалов, необходимых для молекулярной физики. Полагаю, что для успехов этой науки, должествующей впоследствии изъяснить нам физические свойства и химические реакции тел, прежде всего необходимо иметь следующие точные данные: 1) Вес частицы, определяемый химическим анализом, реакциями и плотностью пара. 2) Удельный вес твердых и жидких тел и его изменение от нагревания. Это данное дает возможность судить об относительном расстоянии центров частиц, если справедливо, что тела состоят из совокупности отделенных друг от друга частиц. Если p есть вес таких частиц и dg удельный вес тела, то относительное расстояние центров частиц должно быть

равно $\sqrt[3]{\frac{P}{dg}}$. Вес и расстояние частиц недостаточны для решения вопросов частичной механики твердых и жидких тел, потому что в них расстояния частиц должны быть не столь велики, чтобы можно было пренебречь их формой и величиною. Лучшим доказательством этого, по моему мнению, служит то, что сцепление в кристаллах неравномерно по разным направлениям (осям). Не останавливаясь над этим, замечу, что ближайшим средством для успехов частичной механики может служить определение 3) сцепления тел, потому что оно, очевидно, стоит в прямом и близком соотношении с мерою взаимного притяжения частиц, а это-то притяжение, конечно, и обуславливает физические и химические явления“.

В этих словах отчетливо намечается широкий план предстоящих исследований и указана ясная перспектива проблемы.

Стремясь глубоко проникнуть в природу изучаемых им явлений, Д. И. Менделеев начинает с исследования зависимости капиллярной постоянной или, как он говорит, сцепления от температуры. В своей первой работе „Частичное сцепление некоторых жидких органических соединений“ (1) он обращает внимание на наблюдения Франкенгейма и его школы над уменьшением высоты поднятия жидкости в капиллярных трубках при нагревании. Отношение между температурой и a^2 — величиной, характеризующей сцепление — выражается по большей части с точностью ошибок наблюдений или уравнением прямой

$$a_i^2 = A - Bt$$

как для воды и эфира, или же уравнением параболы

$$a_i^2 = A - Bt \pm Ct^2,$$

как, например, для алкоголя.

Экстраполируя приведенные формулы, легко найти те температуры, при которых сцепление частиц делается равным 0.

„Что же произойдет при этих температурах с жидкостями?

Когда $a^2 = 0$, то, очевидно, что высота мениска K станет $= 0$, т. е. поверхность жидкости в волосной трубке будет плоская. Когда $a^2 = 0$, то и $h = 0$, т. е. уровень в капиллярной трубке и широком сосуде будет один и тот же. Если a^2 служит для характеристики силы сцепления жидких частиц, то при $a^2 = 0$, т. е. когда сцепление будет $= 0$, жидкость должна сделаться телом без сцепления, газом, т. е. превратиться в пар, несмотря на малость пространства. Это ясное заключение из всего, что было сказано выше. Опыты Каньяр Лятура показали, что для вышеназванных жидкостей (эфир, вода) существуют температуры, при которых они вполне выпариваются в запаянных трубках, объем которых немного больше объема жидкости, следовательно существование предела, когда сцепление жидкостей $= 0$, этим доказывается... Температура этого превращения жидкости в газ, эта абсолютная температура кипения, когда $a^2 = 0$, для эфира лежит около 190° , как находим и по формуле

$$a_i^2 = 5.35 - 0.0280 t^\circ.$$

Здесь впервые дано определение температуры абсолютного кипения, получившей впоследствии название критической температуры. Далее Менделеев переходит к определению меры сцепления жидкостей. За меру сцепления жидкостей Менделеев принимает не коэффициент сцепления a^2 , называемый теперь капиллярной постоянной а „произведение из удельного веса на коэффициент сцепления“, т. е. величину $a^2 dg$.

„Эта функция служит мерою силы, с какою одинаковой длины ряд частиц жидкости, лежащий в верхнем краю мениска, действует на остальную массу жидкости, поднятой в волосной трубке“. Нетрудно видеть, что определенная таким образом мера силы сцепления является ничем иным, как удвоенным современным коэффициентом поверхностного натяжения. Необходимо подчеркнуть, что это ясное и отчетливое физическое определение меры сцепления дано впервые Д. И. Менделеевым, только приступившим к изучению явления капиллярности. Введенную им меру сцепления Д. И. Менделеев умножает

еще на молекулярный вес и получает „частичное сцепление“

$$M = Pa^2 dg.$$

„Вводя вес химической частицы в изучение сцепления жидкостей определенного химического состава, я имел в виду определить зависимость между весом частицы и сцеплением, подобно тому, как найдена зависимость между весом частицы и удельным весом пара, теплоемкостью, удельным весом жидких тел и т. п. Между весом частиц и мерою их взаимного притяжения без сомнения должно существовать строгое отношение, которое и будет несомненно открыто, когда соберется достаточное число наблюдений и когда теория сцепления будет еще более разработана“.

В этих словах уже ясно выражен зародыш той мысли о выдающемся значении атомного веса в определении физических и химических свойств, вещества, которая впоследствии сделалась основною в периодической системе элементов.

В следующей своей работе „О сцеплении некоторых жидкостей и об отношении частичного сцепления к химическим реакциям“ (2), выполненной в 1860 г., Д. И. Менделеев оперирует критической температурой как твердо установленным понятием и, выполнив ряд измерений для выяснения температурного коэффициента капиллярной постоянной некоторых жидкостей и в том числе хлористого кремния, вычислил его критическую температуру по экстраполяции кривых и получил 212° . Поставленные им прямые опыты по определению критической температуры хлористого кремния дали 235° .

Совпадение этих двух чисел следует признать вполне удовлетворительным, если принять во внимание, что определение температурного коэффициента капиллярной постоянной было проделано при температурах, мало превышающих комнатные. При этом он выясняет более полно понятие о критической температуре, устанавливая, „что и прямые опыты показали, что абсолютная точка кипения не зависит ни от радиуса трубки в которой запаена жидкость, ни от от-

ношения между объемом жидкости и вместимостью трубки“.

Следующим этапом в работах Д. И. Менделеева, посвященных критическому состоянию вещества, является его исследование о зависимости скрытой теплоты испарения от температуры. Выписываем данную им аргументацию.

„Очевидно а priori, что при прочих равных условиях, для разрыва частиц жидкости и для превращения жидкости в пар нужно употребить тем больше работы, чем больше сцепление жидкости. Работа, необходимая для превращения жидкости в пар, выражается числом единиц теплоты, необходимых для превращения единицы веса жидкости в пар, т. е. тем числом, которое называется скрытою теплотою испарения. Следовательно, если при прочих равных условиях уменьшается сцепление, то и скрытая теплота испарения уменьшается. Подтверждение этого легко видеть из того, что с возвышением температуры уменьшается сцепление и скрытая теплота испарения“. Это положение подтверждается рассмотрением имеющегося опытного материала для воды, метилового алкоголя и ряда других жидкостей, полученного как непосредственно самим Д. И. Менделеевым, так и другим исследователями.

В своей третьей работе „О расширении жидкостей от нагревания выше температур кипения“ (3), опубликованной в 1861 г., Д. И. Менделеев касается вопроса о той тесной связи, которая должна иметь место между изменением удельного веса от температуры и сцепления.

„Удельный вес должен войти необходимым данным для определения сцепления, а, следовательно, как мне кажется, и для решения вопросов о причинах химических реакций. В наше время многие реакции производятся в запаянных трубках, при температурах выше их кипения жидкостей, но до сих пор мы не имеем еще данных о расширении самых обыкновенных жидкостей при температурах выше их кипения. Значение удельного веса жидкостей при этих температурах может служить материалом для решения некоторых вопросов механической теории теплоты“.

Опыты, поставленные Д. И. Менделеевым над расширением некоторых жидкостей, воды, эфира и алкоголя при нагревании, подтвердили применимость эмпирических формул Коппа вида:

$$V = V_0 (1 + at + bt^2 + ct^3 + \dots),$$

выведенных им для невысоких температур, так же и к температурам, лежащим выше точки кипения.

„Из этого ясно следует, что закон расширения жидкостей до и после температуры кипения один и тот же, что коэффициент расширения непрерывно и постепенно увеличивается с уменьшением сцепления жидкости, т. е. с повышением температуры. При некоторой температуре он достигает до величины коэффициента расширения газов. Так, для эфира это происходит около 133° , когда коэффициент расширения 0.00367.

Суммируя результаты своих работ, приведших его к установлению понятия о критической температуре, Д. И. Менделеев делает следующее заключение.

„Абсолютною температурою кипения должно считать ту температуру: 1) при которой сцепление жидкости $= 0$; 2) скрытая теплота выпаривания также $= 0$ и 3) при которой жидкость превращается в пар, несмотря ни на давление ни на объем. Абсолютная температура кипения эфира около 190° (Вольф), хлористого кремния около 230° (мои наблюдения), хлористого эфира около 170° (Дрион). Для алкоголя она должна лежать около 250° , для воды—около 550° , судя по изменениям капиллярности этих жидкостей от нагревания“.

В этом выводе, явившемся в результате ряда блестяще выполненных экспериментальных работ и цепи безукоризненно построенных логических рассуждений, заключаются все элементы, определяющие понятие о критической температуре, хотя и недостаточно ясно развита мысль, имеющая доминирующее значение, о невозможности ожигения газа при температурах, лежащих выше критических—мысль, введенная и доказанная классическими работами Андриуса, подошедшего к определению критической температуры с противоположной, чем Менделеев, стороны,

именно со стороны изучения газообразного состояния.

Таким образом, вся основа современного учения об изотропном состоянии вещества, о существовании его в жидкой и газообразной фазах и о возможности непрерывного превращения их друг в друга при критической температуре, была сформулирована и экспериментально доказана Д. И. Менделеевым в 1860—1861 гг. за 5 лет до появления классических работ Андриуса и за 12 лет до появления учения о критическом состоянии Ван-дер-Ваальса.

Вопросы приоритета играли в истории науки очень часто большое значение, являясь причиной продолжительных споров и даже специальных ученых исследований. Достаточно указать на спор о приоритете открытия закона Бойля-Мариотта. В истории открытия критической температуры не возникло почти никакого спора, если не считать нескольких полемических статей, которыми обменялись Менделеев и Авенариус, профессор физики Киевского Университета, претендовавший на первенство введения термина абсолютной температуры кипения. Имя создателя учения о критическом состоянии вещества утвердилось за Андриусом, так же, как ему обычно приписывается честь первого открытия критической температуры. На историка науки ложится обязанность внести в этот вопрос историческую правду, отведя Д. И. Менделееву принадлежащее ему по праву место основоположника учения о критическом состоянии, впервые описавшему и выяснившему понятие о критической температуре.

Интересно упомянуть, что в числе тех мотивов, которыми руководствовался Эдинбургский Университет при возведении Д. И. Менделеева в степень доктора в 1884 г., приведены и работы по установлению температуры абсолютного кипения. При этом сохранена установленная Д. И. Менделеевым терминология, несмотря на то, что шотландец Андриус, главный проводник распространения новых понятий, предложил другое название. Повидимому, на родине Андриуса приоритет Менделеева не подлежит оспариванию, поскольку 69

в Брит. Энциклопедии признается, что Д. И. Менделеев предвосхитил идею Андрюсса о критической температуре и дал ее определение.

Рассматривая разобранные работы Д. И. Менделеева с точки зрения экспериментальной техники, несомненно, их следует признать выдающимися, не утратившими своего значения образцовых в смысле методической подготовки эксперимента. Достойно указать на тщательное выяснение такой сравнительно мелкой детали, как определение капилляра наивыгоднейшего радиуса для определения капиллярной постоянной данной жидкости.

Подойдя к понятию о критической температуре различными путями, дав ее определение и указав на некоторые вытекающие последствия, Д. И. Менделеев, несомненно, имел все предпосылки для того, чтобы развить учение о непрерывном переходе из газообразного состояния в жидкое и утвердить в физике надлежащее место этому широкому обобщению, сыгравшему впоследствии в работах Андрюсса и особенно Ван-дер-Ваальса столь выдающуюся роль. Однако, подойдя к этой теме, вплотную, Д. И. Менделеев ее оставил. Другие еще более широкие перспективы встали в центре его внимания. По возвращении из заграничной командировки, Д. И. Менделеев, помимо интенсивной педагогической работы, выполняет в 1865 г. и защищает свою знаменитую диссертацию „О соединениях спирта с водой“ и приступает к работам, закончившимся в 1869 г. открытием периодического закона — этого главного творения его жизни. Но когда в 1870 г. появляется первая работа Андрюсса „о непрерывности газового и жидкого состояния вещества“, в которой рядом демонстративных опытов иллюстрировано понятие о критической точке, Д. И. Менделеев немедленно же отзывается на нее статьей, опубликованной в *Poggendorff's Annalen* под названием „Bemerkungen zu den Untersuchungen von Andrews über die Compressibilität der Kohlen-Säure“, представляющей совершенно исключительный интерес. Если в первых работах Д. И. Менделеева, написанных вскоре по окончании Института, можно было

„по когтям узнать льва“, то в только что упомянутой статье его гений, находившийся эти годы в периоде своего расцвета, проявился в полной мощи. В сжатой, но насыщенной содержанием статье, Д. И. Менделеев излагает сначала суть опытов Андрюсса, затем приводит длинные выдержки из своих предыдущих работ, формулирует исчерпывающе полно введенное им понятие об абсолютной температуре кипения и устанавливает полное тождество этого понятия с определением критической точки, данной Андрюссом. Отдавая должное Андрюссу, подошедшему к определению критического состояния по совершенно оригинальному пути со стороны ожижения газов, Д. И. Менделеев пользуется случаем высказать ряд соображений о значении открытия Андрюсса для молекулярной физики.

„Мне кажется, что исследование температуры абсолютного кипения даст возможность выяснить зависимость ее от состава вещества. Если Копп получил значительные преимущества сравнивая объемы тел при температуре кипения, то сравнение объемов при температурах, при которых сцепление жидкостей = 0 должно представляться еще более интересным. При этих температурах жидкости занимают определенный предельный объем, который не зависит от взаимодействия молекул и обусловлен только самими атомами“.

В этом, вскользь брошенном замечании нетрудно уловить ту идею о соответственных состояниях, которая была впоследствии подробно развита Ван-дер-Ваальсом и оказалась столь плодотворной при сравнительном изучении различных веществ.

Охватывая проблему критического состояния во всей ее широте, Д. И. Менделеев смело делает следующее замечание:

„Неудача в получении ожижения некоторых газов, как например кислорода, азота, водорода, вероятно объясняется тем, что опыты были поставлены при температурах более высоких, чем их абсолютные температуры кипения. С помощью более сильного охлаждения можно надеяться осуществить ожижение этих газов“.

В этих словах дается объяснение неудачи попыток Натерера и др. сжать некоторые постоянные газы и излагается целый план исследования, выполненного впоследствии, через 7 лет, Пикте и Кальете, весьма вероятно не знакомых с этими соображениями Д. И. Менделеева.

Значительно больший интерес Д. И. Менделеева вызывал другой вопрос, возникающий в связи с опытами Андрюсса, а именно вопрос о пределе сжимаемости газов. Условная применимость закона Бойля-Мариотта была сравнительно давно уже установлена целым рядом исследователей и в частности работами Реньо, который нашел, что каждый газ при определенной температуре подчиняется закону Бойля-Мариотта, при более низких температурах сжимается сильнее, чем это следует по закону, а при более высоких — слабее. Исходя из этих данных и результатов работы Андрюсса, Д. И. Менделеев пишет: „Мне кажется весьма вероятным, что все газы, нагретые выше своей абсолютной температуры кипения, при высоких давлениях ведут себя подобно водороду. Если это верно, то газы не могут быть сжимаемы беспредельно, но их объем должен достигнуть некоторого предела, которого нельзя уже перейти. Можно принять, что этот предел при бесконечно большом давлении близок к пределу, занимаемому жидкостью“.

В центре научных интересов Д. И. Менделеева начинают занимать место новые темы, хотя и близко связанные с его прежними работами по молекулярной физике, а именно исследование состояния газов в двух предельных условиях: при очень больших и, в особенности, при очень малых давлениях. Он начинает и в продолжение около 10 лет ведет, во главе группы сотрудников и учеников, в большом масштабе поставленное исследование о свойстве газов, выпуская в 1875 г. большую работу „Об упругости газов“.

Возвращаясь к работам Д. И. Менделеева, посвященным критическому состоянию, следует прежде всего отметить, что вопрос этот в течение многих десятков лет продолжал оставаться дискуссионным. Достаточно указать, что

даже в начале XX в. идеи Андрюсса подвергались весьма сильной критике (Teichner, Traube). Тем резче надо подчеркнуть то обстоятельство, что современное учение о критическом состоянии полностью основано на тех представлениях, которые впервые заложены Д. И. Менделеевым еще 70 лет тому назад.

Рассмотренные выше работы Д. И. Менделеева были посвящены исследованию и выяснению тех физических процессов, которые обусловлены сцеплением, т. е. вызваны взаимодействием молекул вещества. Вскоре после работ Д. И. Менделеева к изучению вопроса о критическом состоянии и о непрерывном переходе из жидкого состояния в газообразное приступил и в течение многих лет продолжал работать голландский физик Ван-дер-Ваальс. На основе кинетических представлений о строении вещества и при учете взаимодействия молекул, проявляющегося тем больше, чем ближе они расположены друг от друга (хотя и до известного предела сближения), ему удалось весьма удовлетворительно объяснить поведение газов и жидкостей при изменении давления, температуры и объема и описать их поведение с помощью своего знаменитого уравнения состояния. С тех пор эти силы, вызывающие сцепление, получили название ван-дер-ваальсовских. Однако, по существу, дело свелось только к замене одного термина другим, и вопрос о природе ван-дер-ваальсовских сил в течение многих десятилетий продолжал оставаться совершенно темным. Только большие успехи, достигнутые физикой в последнее десятилетие в изучении строения атома и молекулы, позволили приступить к выяснению природы этих сил. Молекула вещества представляет сложную электрическую систему, образованную вследствие взаимодействия противоположно заряженных элементов. Ядра атомов, входящих в состав сложной молекулы, заряжены положительно и взаимным расположением друг относительно друга определяют пространственную конфигурацию молекулы. Эти атомы окружены отрицательно заряженными электронами, образующими как бы оболочкающую их „облако“. Построенная таким

образом система находится в динамическом равновесии, входящие в ее структуру элементы находятся в непрерывном движении. При воздействии на подобную систему внешнего электрического поля произойдет так называемая поляризация молекулы, т. е. „облако“ электронов деформируется и смещается относительно прежнего своего положения. Бывшая прежде электрически нейтральной молекула получит некоторый электрический момент. Подобная поляризация может произойти также в результате взаимного воздействия молекул друг на друга при достаточном их сближении друг с другом. Взаимно-поляризованные молекулы должны притягиваться друг к другу с силами, зависящими от степени их поляризации.

Это представление о полярных молекулах, введенное в науку Дебаем, оказалось весьма плодотворным в деле выяснения качественных соотношений, но оказалось недостаточно удовлетворительным для количественных подсчетов. Энергия двух взаимно поляризованных молекул, а, следовательно, и обусловленная этой энергией сила их притяжения друг к другу, значительно зависит от быстрых изменений электрического поля молекулы, вызванного движением электронов внутри

обволакивающего молекулу „облака“. Это обстоятельство не учитывалось теорией Дебая. Созданная в последние годы волновая механика, достигшая громадных успехов в выяснении многих элементарных процессов, была применена и к определению ван-дер-ваальсовских сил. Расчеты, проделанные Слэйтером и Кирквудом относительно величины постоянной уравнения Ван-дер-Ваальса, обусловленной действием ван-дер-ваальсовских сил, как простейших молекул водорода и гелия, так и для более сложных Ne , Ar , N_2 , H_2 , O_2 и CH_4 , дали результаты, весьма близкие к экспериментально полученным данным. Следует думать, что близок и к количественному решению вопрос о природе ван-дер-ваальсовских сил, т. е. тех сил сцепления, которые, по выражению Д. И. Менделеева, „очевидно стоят в прямом и близком соотношении с мерою взаимного притяжения частиц, а это-то притяжение, конечно, и обуславливает физические и химические явления“.

Литература

1. Горный журнал, 1860, часть I, стр. 365—381, стр. 557—582.
2. Горный журнал, 1860, часть III, стр. 191—221.
3. Горный журнал, 1861, часть II, стр. 141—152.
4. Pogg. Ann. 141, S. 618—626. 1870.

Д. И. МЕНДЕЛЕЕВ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ СИЛЫ ТЯЖЕСТИ

В. Д. БАСКОВ

Дмитрий Иванович Менделеев, в конце своей долголетней и плодотворной научной деятельности, большое внимание уделял вопросу определения силы тяжести абсолютным способом. Значение подготовительных работ, проделанных под его руководством, в бытность его управляющим Главной палатой мер и весов—теперь Всесоюзный институт метрологии и стандартизации—будет очевидно только после выяснения состояния данного вопроса по изучению силы тяжести в настоящий момент.

Изучение силы тяжести в различных областях нашего Союза имеет большую значимость в разработке теоретических вопросов, связанных с определением фигуры земли, вытекающих из запросов точнейших геодезических работ. Кроме того, результаты, полученные при изучении силы тяжести, дают хорошие объяснения разрешению вопросов геофизики, в частности—установлению зависимости между недостатком силы тяжести с сейсмической и тектоникой изучаемого района.

Энергичная работа по определению силы тяжести, ее аномалий, за последние пять лет у нас в Союзе, дает возможность выявить плотность слоев, лежащих в верхней части земной коры, а, следовательно, и полезных ископаемых (каменный уголь, нефть и т. д.), сопровождающих эти слои; отсюда вытекают широкие возможности использования изучения силы тяжести в вопросах геологии. Гравиметрия—наука об определении силы тяжести—является в настоящий момент одним из основных геофизических методов разведки полезных ископаемых. Гравиметрия, прежде всего, есть одна из точнейших геодезических работ; это основное свойство вытекает как из запросов теории фигуры земли, так и геологической интерпретации. Широко развернутые относительные способы определения силы тяжести у нас в Союзе дают точность в определении ускорения силы тяжести до ± 0.002 см/сек² и точнее; но гравитационного пункта с абсолютным определением силы тяжести, с указанной точностью, мы не имеем, в то время как необходимость его вполне очевидна, так как относительные определения, по существу, должны опираться на фундаментальный пункт, где известна сила тяжести. Все наблюдения, произведенные у нас по настоящий момент, базируются на основном пункте, единственном на земле, в Потсдаме. В Потсдаме в период времени 1898—1904 гг. Кюнен и Фуртвенглер при помощи пяти оборотных маятников образцовыми наблюдениями определили силу тяжести абсолютным способом и добились точности ± 0.003 см/сек², что и считается в настоящий момент наивысшей точностью. На проблему определения силы тяжести абсолютным способом по настоящий момент мы должны смотреть, как на одну из труднейших задач, так как на маятниковые установки, при помощи которых определяется сила тяжести, кроме определяемой величины влияют многие факторы, как то: сопротивление воздуха, качание штатива и т. д.; действие этих факторов, трудно выявляемое при сложности окружающих процессов, можно учесть только путем длительных экспериментов с маятниковой установкой.

Сознавая всю необходимость иметь в России фундаментальный гравиметрический пункт, определенный абсолютным способом; располагая притом первоклассными лабораториями времени, масс и длины в Главной палате мер и весов, — Д. И. Менделеев разработал основной план подготовки к абсолютным определениям силы тяжести. Приведем основные его мысли по данному вопросу.

Одним из основных соображений Д. И. Менделеева является использование длинных маятников, длиной до 38 м, для чего им была установлена чугунная труба шириной в 1 м, простирающаяся выше земли на 22 м и вкопанная в землю на 16 м. Для поддержания одинаковой температуры по всей длине, труба была сделана с двумя стенками, между которыми находилась вода, перемешиваемая насосом, приводимым в действие от электромотора. Преимущество длинных маятников вполне очевидно из рассмотрения основной формулы, выражающей зависимость продолжительности колебания маятника от длины и силы тяжести, если только упомянутую формулу продифференцируем и решим относительно абсолютной ошибки в измерении силы тяжести. Начиная с родоначальников определения силы тяжести Галилея, Ньютона, Кандомина, Борда и других, указанная маятниковая установка является первой и единственной по своим размерам и оборудованию.

Для исключения, в первом приближении, всевозможных влияний на продолжительность качания маятников, как-то: трение в точке подвеса, изгиб проволоки, на которой подвешивают шар, влияние воздуха и т. д. Д. И. Менделеев проектировал применение способа Бесселя—система маятников с разной длиной в 38 м, 22 м, 4 м, с тем, чтобы таким образом, получить несколько значений силы тяжести, по которым можно судить о степени точности данного способа, о зависимости значений, полученных как одиночными маятниками, так и всевозможными комбинациями из них. Указанный способ, несомненно, является незаменимым в выявлении тех неизвестных до настоящего момента поправок, относительно которых мы можем в на-

стоящий момент сказать, что они существуют, но количественно определить не можем. Путем применения системы длинных маятников, отличающихся между собою только по своей длине, но имеющих одинаковые шары, проволоку, трение в точке подвеса и т. д., можно совершенно исключить указанные поправки.

Особенное внимание Д. И. Менделеев придавал при наблюдениях над качанием маятников поправкам на трение и пустоту. Первая поправка — на трение ножа о подставку у него вытекала из долготных наблюдений над качанием весов при точных взвешиваниях в Палате мер и весов. Выявление указанных двух поправок мыслилось при помощи двух серий экспериментов: в первой серии подвешиваются на тонкую стальную проволоку различные шары (алюминиевый, латунный, свинцовый, золотой и т. д.) с одинаковым объемом, но различного веса; во второй серии, наоборот, с одинаковым весом, но различных объемов. Очевидно, разность продолжительностей в колебаниях маятников, в первой серии, будет зависеть от различной величины трения, вызываемого шаром пропорционально весу; во второй же серии разность в продолжительности будет сказываться от различной величины сопротивления воздуха при разных объемах шаров. Комбинирование совместно обеих серий дает возможность установить отдельно поправки как на сопротивление воздуха, так и на трение в точке опоры маятников. Для контроля правильности выведенных поправок рекомендуется произвести эксперименты с шарами одинакового удельного веса, но различного объема, а, следовательно, и веса. Но, ввиду сложности вопроса, Д. И. Менделеев, для определения двух указанных поправок на этом не останавливается, а рекомендует произвести наблюдения над качанием маятников в газах различной плотности, а также в воздушном пространстве с различным давлением, для чего в помещении лаборатории масс Главной палаты мер и весов была устроена специальная труба длиной в 4 м. Надо ожидать, что эффект выявления поправок на сопротивление воздуха, в среде различной плотности,

будет не меньшим, чем при комбинировании шаров различного веса и объема.

Работа по определению силы тяжести на территории Главной палаты мер и весов была поручена проф. А. А. Иванову, который наблюдениями за период 1906—1911 г. в течение пяти лет многократными опытами добился запроецированной точности ± 0.01 см/сек² и дал науке целый ряд новых данных, как-то: определение поправки в продолжительности колебания маятника, в зависимости от поперечного сечения проволоки, на которой висят шары; целесообразность производства наблюдений над качанием шаров меньших размеров, чем указано в подготовительной программе; и многие другие; кроме того, почти полностью А. А. Ивановым была разработана методика наблюдений с длинными маятниками.

В заключение укажем, что в настоящий момент Гравиметрическим комитетом при Наркомтяжпроме в течение второй пятилетки намечена общая гравиметрическая съемка всего Союза, для чего необходимо произвести наблюдения по определению силы тяжести в 18500 гравиметрических пунктах.

В конце второй пятилетки мы будем иметь гравиметрическую сеть по всей территории Союза, которая по своему количеству пунктов будет больше, чем сумма гравиметрических пунктов во всех капиталистических странах, вместе взятых. Постановка задачи качества работы, получение наибольшей точности в произведенных наблюдениях выдвигает вопрос, с одной стороны, о точных первоклассных гравиметрических пунктах в различных районах, определенных самыми лучшими приборами относительным способом; с другой стороны, выдвигает вопрос о необходимости иметь на территории Союза свой фундаментальный пункт, определенный с достаточной точностью, на котором надежным образом может базироваться энергично развивающаяся гравиметрическая сеть. Учитывая высказанную необходимость, выдвинутую практикой грандиозного строительства, а также принимая во внимание научную ценность разрешения труднейшего вопроса определения силы тяжести абсолютным способом, Все-

союзный Институт метрологии и стандартизации, по инициативе проф. А. А. Иванова в конце 1933 г. приступил к организации наблюдений, запроектировав точность ± 0.002 см/сек², которые начнутся в январе настоящего года. Будем надеяться, что установленная точ-

ность, в конечном результате, благодаря подготовленности к многочисленным экспериментам, благодаря опытности руководства ВИМСа, будет достигнута.

Начатая работа будет являться прекрасным напоминанием о величайшем мировом ученом Д. И. Менделееве.

НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ О Д. И. МЕНДЕЛЕЕВЕ

До настоящего времени нет полной биографии Дмитрия Ивановича Менделеева, освещающей его личность с разнообразных сторон. Одной из самых интересных проблем является тот путь, тот материал и тот образ мыслей, которыми он дошел до окончательного, более или менее законченного воззрения. Разбор этих элементов представляет один из самых интересных вопросов в области изучения психики и процесса мышления. Это своего рода анализ и синтез, своеобразная трехгранная призма, разлагающая общую мысль на ее составные части.

К числу таких вопросов относится его „учение о промышленности“, напечатанное в „Библиотеке промышленных знаний Д. Менделеева“. СПб., 1900.

В этом произведении Д. И. начинает с „общественного (социального) значения промышленности“, где говорится о возникновении семьи и общества, о значении труда, о разнице между работой и трудом, о механизации производства и т. д. Далее высказываются мысли о развитии сельскохозяйственной промышленности, государства, власти и т. п., затрагивается ряд социальных проблем, с полупути критикой политико-экономистов и социологов, в том числе и Маркса.

Казалось бы совершенно естественным задаться вопросом, на каких материалах основываются воззрения Д. И. Менделеева, который был чрезвычайно добросовестен и всесторонне и глубоко вникал и изучал всякий возникающий перед ним вопрос. Естественно было бы биографу искать в наследстве Д. И., в его библиотеке, в его книгах и рукописях разрешения этой загадки.

К сожалению кабинет Менделеева был неизвестен и недоступен для круга исследователей, так как представлял собою мертвый музей, где лишь хранились реликвии.

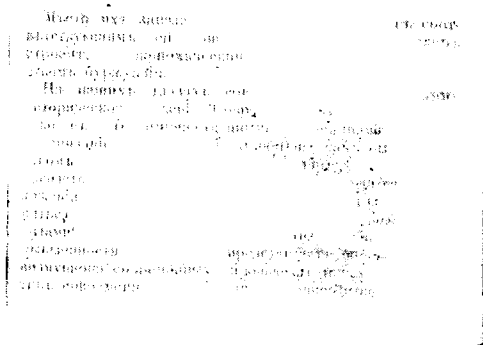
Занятый реорганизацией кабинета Менделеева и расстановкой книг согласно его оригинальному каталогу, я натолкнулся на книгу № 678, с заглавием „Капитал“ Маркса и пометкой на заглавном листе „см. хорошую критику Бунге“ (далее нумерация книги и страницы). Это был только первый том. Но эта находка заставила насторожиться и искать других источников по социологии и марксизму, так как она указывала на то, что Д. И. изучал К. Маркса. Предположения мои оправдались: был найден второй и третий том Маркса. Однако, особых замечаний, указывавших на отношение Менделеева к марксизму, не было.

Тогда пришлось обратиться к каталогу (предметному); нашелся отдел № 96: „экономические и народно-хозяйственные статьи, финансовые (о деньгах), социологические“. На первом листке находим оглавление: „История“ и перечень: Ингрэм, Бунге, Смит, Галиани, Дюринг, Лист, Мияль, Джордж, ... Маркс, Беллами, Маркс („Капитал“) и т. д.

Далее следуют листки с подразделениями и перечнем авторов. Среди них мы встречаем: Дюринг — „Курс национальной и социальной экономики“, где в главе II, отд. III (земельная рента, прибыль на капитал и заработная плата) и отд. IV (полнота промышленности и положение сельского хозяйства) имеются пометки Д. И. Далее Меринг — „Немецкая социалдемократия“, Энгельс — „Происхождение семьи...“ Герцен — изд. трудов ... стр. 309 и др., Бебель — „Женщина“; обращает на себя внимание то обстоятельство, что в этом перечислении карточного каталога весьма важное для Д. И. подчеркнуто два раза, менее важное — один раз, еще менее важное — вовсе не подчеркнуто. К первой категории относится Маркс, Бебель, Герцен, ко второй — Энгельс и т. д. Все это указывает на то, что Д. И. внимательно прислушивался к новейшей социалистической литературе, серьезно изучал проблемы социологии со всех сторон и в пометках на полях выражал отрывочно свое отношение к ним.

Вторым чрезвычайно важным и интересным моментом для иллюстрации психологии Д. И. является обнаруженная мною нелегальная и революционная литература. Повидимому, она приобретена им в период 1890—1900 гг. Это совпадает с тем моментом, когда Д. И. в марте 1890 г. подал историческую петицию, а весной ушел из Университета после получения выговора от министра Делянова, и далее с отказом в издании ежедневной бесцензурной газеты „Подъем“ по общим вопросам политики. Все эти явные признаки недоверия со стороны правительства, студенческие волнения и несправедливое отношение к ним правительства сильно подействовали на Д. И. И вот, подходя к шестому десятку, Д. И. начинает изучать нелегальную революционную литературу, искусно скрывая ее в переплетенных книгах.

Так, в томе № 492 „Смесь“ 1896 г. мы находим: 1) „Прогрессирующая Япония“, 295 стр., Пеликана; далее 2) Вечная память, 114 стр., Победоносцева (о членах царской семьи); затем 3) Коммунистический манифест Маркса



Снимок воспроизводит то место из Коммунистического манифеста (Женева, изд. 1882 г.), где говорится о ниспровержении феодальной организации, феодальных имущественных отношений, оказавшихся несоответствующими вызванным к жизни производительным силам; при чем эта ниспровергаемые отношения уступили место сменявшей феодальное общество буржуазии с ее свободной конкуренцией, с соответствующим общественным и политическим строем, с ее экономическим и политическим господством. Слова «экономическим и политическим» подчеркнуты Менделеевым и снабжены воспроизводимой на снимке его ремаркой: «Это и худо».

и Энгельса. Женева 1882 г. Перевод и предисловие Г. Плеханова, с предисловием авторов к русскому изданию и к немецкому изданию. I—IV и приложения I и II (устав международного товарищества рабочих). В первой главе имеется 7 заметок Д. И. удивительного содержания: напр., там, где в Коммунистическом манифесте говорится о гибели феодального строя и о смене его молодой буржуазией, Менделеев отмечает: «Это и худо», а между тем он фактически был защитником молодой буржуазии в России; затем следует 4) Конституция графа Лорис-Меликова. 1893, Лондон. Изд. Фонда русской вольной прессы, в которой описываются проделки «членов императорской фамилии и неразлучно сопровождающей их сволочи-камарильи». Она не вызывает протеста, отсутствие заметок — молчаливое согласие; далее следуют: 5) О ко-

ринке... 6) Curieuse brochure — La fabrication des plumes à écrire, 7) La république Argentine dénoncée, 8) Н. Лейкин — «Где зреют апельсины».

В другом томе «Смесь» 1900 г. В начале: 1) L'armée du vice, 213 стр.; затем 2) «Студенческое движение 1899 г.» Изд. Свободного слова. Англия; 3) «Чему учит конституция гр. Лорис-Меликова?» Волховского, 1894 г. Изд. Фонда свободной русской прессы, Лондон; 4) «Условия возможности социализма и задачи социал-демократии» Э. Бернштейна, 1900. Изд. Фонда... Англия; 5) «Болезнь и смерть Александра III». Лондон, 1900. Заметки Д. И. содержат сильнейшее возмущение: по поводу описываемых там болезненных проявлений (мании преследования Александра III, как результат запугивания Победоносцева), Д. И. многократно отмечает: «ложь, наглая ложь, выдумка» и т. д.; 6) «Листки свободного слова» 1899 г., содержащие «сведения из современной жизни в России»; 7) А. Н. Толстой («Воскресение»), 1900 г. Свободное слово; 8) «О сожжении оружия духовоборами» Зибарова. Англия, 1898 г. (описание варварского избиения духовоборов казаками). Отсутствие заметок протеста, в противоположность статье 5), указывает на согласие Д. И. с описываемыми фактами.

Наконец, том № 488 «Смесь» 1895 г. содержит в середине «Сборник посмертных статей» А. И. Герцена. Genève — Bâle — Lyon, 1874, 310 стр. Заметки Д. И. встречаются в отделе «Письма к старому товарищу», вызвавшем в Д. И. живейший интерес, судя по подчеркиваниям, знакам вопроса и восклицаниям.

Итак, из всего сказанного следует, что Д. И. Менделеев интересовался марксизмом и революционным движением в девяностых годах, когда ему было около шестидесяти лет, после того как царское правительство искверкало его научную деятельность, после того, как Д. И. пришлось переломить свою жизнь в таком преклонном возрасте. Это является одним из интереснейших моментов и ценнейшим указанием в разгадке психологии Д. И. Менделеева.

Исследование продолжается, и его результаты будут напечатаны отдельной книгой.

Э. Х. Фрицман.

ПРАЗДНОВАНИЕ 100-ЛЕТИЯ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА

9 февраля 1934 г. исполнилось 100 лет со дня рождения одного из величайших ученых нового времени Д. И. Менделеева.

Академия Наук СССР совместно с Ленинградским университетом, Всесоюзным институтом метрологии и стандартизации (б. Гл. палатой мер и весов) и Ленинградским химико-технологическим институтом отметила эту дату торжественным общим собранием в зале Ленинградской Гос. филармонии, состоявшимся 8 февраля 1934 г.

Зал переполнен. Над эстрадой висит огромная таблица — периодическая система Менделеева

и портрет работы И. Репина. За столом президиума — президиум Академии, представители Университета, ВИМС'а, Химико-технологического института и вдова Д. И. Менделеева — А. И. Менделеева. Вступительное слово произносит президент Академии Наук А. П. Карпинский.

Затем слово для доклада о значении Д. И. Менделеева в химии предоставляется акад. А. А. Байкову. В ярких чертах докладчик характеризует время и условия, в которых протекала научная деятельность Д. И. Менделеева. Величайшие обобщения, вылившиеся в форму периодического

закона, были подготовлены предшественниками Д. И. Менделеева. Были слабые попытки найти законы, связывающие свойства элементов, но не было человека, который выразил бы эту связь. Химия подобна альманаху, где не было связи между отдельными ее частями. Что сделал Д. И. Менделеев с химией? Он воспользовался всем огромным материалом, накопленным до него, он оформил носившиеся в воздухе идеи и своим периодическим законом превратил бессвязный сборник статей по химии отдельных элементов в одно целое: „альманах превратился в поэму“.

Величайшие достижения дались Д. И. Менделееву благодаря его исключительным личным качествам. На многих ярких примерах докладчик характеризует Д. И. Менделеева как человека упорнейшего труда, не терпевшего беспорядка ни в чем и подвергавшего систематизации и упорядочению все, начиная от своей библиотеки и газетных вырезок и до свойств химических элементов. Сама периодическая система вытекла из работы над „Основами химии“, при составлении которых необходимо было привести все элементы в стройный порядок. Другим свойством Д. И. Менделеева было его мужество и твердость, с которой он доводил до конца задуманное им дело. Это качество особенно сильно проявилось при полете Д. И. Менделеева на воздушном шаре во время солнечного затмения 1887 г., когда Д. И., никогда раньше не летавший, один поднялся в воздух. Эти замечательные качества Д. И. Менделеева и сделали то, что другим было недоступно. „Его удел вечность, имя ему гений“. Этими словами закончил акад. А. А. Байков свой доклад, прослушанный с величайшим вниманием.

Затем заслушан доклад проф. С. А. Щукарева „Современное состояние периодического закона Д. И. Менделеева“.

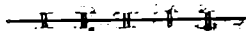
Современная химия и физика внесли много нового в науку о строении материи, строении атомов. Это позволяет понять, почему различные элементы имеют те, а не иные свойства. Открытие радиоактивных явлений, открытие новых элементов, открытие изотопов, открытие рентгеновских спектров и многое другое придало таблице Менделеева совсем иной вид и более глубокий смысл, чем это было при жизни ее творца, но основа ее осталась та же. Докладчик выражает уверенность, что и далее Менделеевская система будет видоизменяться и жить вместе с развитием науки о веществе.

Последним заслушан доклад акад. С. И. Вавилова „Современная физика и научное наследие Д. И. Менделеева“.

Доклад С. И. Вавилова содержал характеристику физического мировоззрения Д. И. Менделеева, как прямолинейного ньютонианца. Резко отклоняясь от обычной химической дороги, Д. И. Менделеев защищал динамическую модель молекулы, управляемую законами и силами, аналогичными ньютоновскому тяготению.

Являясь в области химии представителем чисто-физической интерпретации, Д. И. Менделеев упорно, однако, сопротивлялся идее единства вещества, обвиняя физиков в метахимии. Последняя часть доклада содержала краткую характеристику современного состояния химической проблемы в физике.

О. Звягинцев.



НОВОСТИ НАУКИ

ФИЗИКА

Экспериментальное доказательство отдачи атома при испускании света.¹ Многие явления могут быть объяснены только квантовой теорией света, которая допускает, что свет частоты ν может испускаться, существовать и поглощаться лишь в виде квантов энергии $h\nu$. Особенно резко проявляется квантовая природа света в явлениях испускания и поглощения; поэтому естественно, именно в этой области, искать подтверждения основных положений квантовой теории. Описанию одного подобного опыта и посвящена реферируемая работа. Квантовая теория света приписывает кванту частоты ν импульс $P = \frac{h\nu}{c}$, где h — постоянная Планка и c — ско-

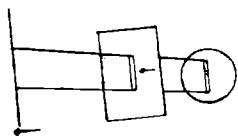
рость света. Принимая справедливость закона сохранения количества движения, приходится допускать, что атом, поглощая световой квант, приобретает импульс, равный импульсу светового кванта. Возбужденный же атом, переходя в нормальное состояние с испусканием светового кванта, должен приобретать импульс, равный импульсу светового кванта, но направленный в противоположную сторону. Следовательно, при испускании атом должен испытать отдачу. Скорость отдачи атома можно определить из следующего уравнения, выражающего равенство импульсов атома отдачи и кванта.

$$m V_a = \frac{h\nu}{c},$$

где m и $m V_a$ — масса атома и скорость отдачи. Для обнаружения отдачи атомов Na автор воспользовался методом молекулярных пучков. Метод мо-

¹ R. Frisch. Ztchr. f. Phys. Bd. 86, S. 42. Октябрь, 1933.

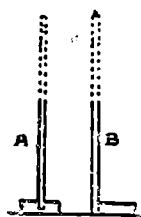
лекулярных пучков заключается в том, что из узкой щели в стенке печи, находящейся при достаточно высокой температуре, вырывается поток молекул (атомов), который в вакууме распространяется прямолинейно. Диафрагмы, стоящие на пути этого пучка, вырезают из него тонкий параллельный пучок. Применяя ряд диафрагм в виде щелей, удается получать пучки шириною 0.01 мм, распространяющиеся на большие расстояния без заметного рассеивания. Скорость молекул пучка определяется температурой печи. Автор применял пучки Na при температурах около 600 абсолютных, что соответствует скорости около $9 \cdot 10^5$ см/сек. Если в таком пучке будут заключаться возбужденные



Фиг. 1. Щель в стенке печи. Диафрагма. Вольфрамовая нить.

атомы, то они, испуская свет, будут испытывать отдачу и отклоняться в сторону от общего потока. Отношение скорости отдачи к скорости атома в пучке даст угловое удаление атома. Для атома Na, при испускании желтой линии (5890 и 5896 Å), скорость отдачи равна 2.93 см/сек., что отвечает угловому удалению около 6 секунд. Для обнаружения столь малых удалений приходится брать большую длину пучка (60 см).

Исследуя распределение атомов в поперечном сечении пучка при наличии и отсутствия в нем возбужденных атомов, можно судить о том, имеют ли место указанные выше отклонения атомов. Фиг. 1 дает схематическое представление прибора автора. Тонкая вольфрамовая нить служит для определения числа атомов Na в каждом месте пучка. Это измерение основано на том факте, что каждый щелочной атом, попадая на вольфрамовую нить (при T большей 1600°) отдает ей электрон. Измеряя число образующихся ионов, которые небольшим полем увлекаются на добавочный электрод, можно определить число атомов, падающих на нить. Положение вольфрамовой нити в пучке определяется микроскопом с точностью до 2 μ . Для идеального пучка, при одинаковых скоростях всех атомов, для распределения равномерного с помощью вольфрамовой нити получилась бы кривая, указанная пунктиром на фиг. 2. Освещая пучок атомов вдоль щели (перпендику-

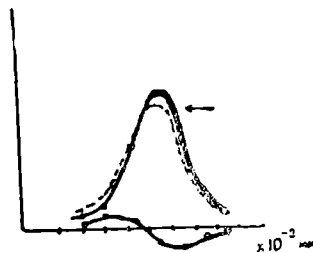


Фиг. 2.

лярно к пучку), можно было бы ожидать кривую типа A, так как в пучке будут встречаться с одинаковой вероятностью скорости отдачи всех направлений. При освещении перпендикулярно щели, атомы будут приобретать импульс при поглощении и добавочный импульс при испускании; поэтому кривая должна бы иметь форму B. На самом деле эти кривые будут более или менее размыты, так как в пучке

заключаются атомы самых различных скоростей (распределение Максвелла). Кривые распределения получались следующим образом. Для каждого положения вольфрамовой нити сначала измерялась интенсивность пучка, а потом изменение этой интенсивности при освещении атомного пучка, непосредственно перед последней диафрагмой, светом натриевой лампы.

Кривые с точками и кружками на фиг. 3 дают результат измерения при боковом освещении. Пунктирная линия дает сумму этих кривых.



Фиг. 3. Верхняя сплошная кривая дает интенсивность пучка без освещения, нижняя — изменение интенсивности при освещении пучка, пунктирная дает их сумму.

Зная, какая часть атомов пучка находится в возбужденном состоянии, автор определяет распределение атомов невозбуждавшихся и возбуждавшихся. Смещение одной кривой по отношению к другой совпадает с вычисленной величиной и составляет около 0.01 мм.

При освещении вдоль щели также наблюдается изменение в распределении атомов, но оно значительно меньше и за недостатком времени количественным расчетам не подвергалось.

Л. Грошев.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДРЕВЕСИНЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ, СПИРТА И ГЛЮКОЗЫ¹

Ф. БЕРГИУС

От переводчика. Печатаемая статья является сокращенной и несколько переработанной стенограммой доклада, прочитанного д-ром Ф. Бергиусом 15 ноября 1933 г. в Лондоне на собрании Ассоциации инженеров-химиков. Ф. Бергиус — немецкий ученый и химик-технолог с мировой известностью, решивший огромной важности проблему ожигения угля методом бергинизации, в течение последних 15 лет занимался разрешением не менее благодарной задачи — превращением древесины в сахар и спирт. В докладе своем Ф. Бергиус излагает результаты этой многолетней работы и пути, которыми он и его сотрудники развили процесс осахаривания дерева вплоть до осуществления его в крупном заводском масштабе.

Новое открытие Бергиуса, в случае его широкого промышленного использования, для чего, как утверждает автор, имеются все технические и экономические предпосылки, сможет кардинальным образом изменить направление развития пищевой промышленности, в первую очередь сахарной и бродильной, и вместе с тем существенные изменения в размещении ряда производств. Оно обещает также найти отражение и в мировой экономике, ибо ряд стран, богатых древесиной, смогут сделаться экспортерами древесного сахара. От сахарного тростника, как источника сахара, наука и промышленность нашли возможность перехода к сахарной свекле, чем в огромной степени были раздвинуты географические пределы сахарного производства. Теперь, с разработкой метода промышленного получения сахара из дерева, эти пределы расширяются до границ крайнего севера. Богатый лесами Север сможет стать местом производства спирта и сахара. Здесь же на базе кормового сахара сможет развиваться животноводство.

Для Советского Союза с его неисчерпаемыми лесными богатствами, решенная Бергиусом проблема может представить исключительный интерес. В деле освоения Советского Севера метод Бергиуса может сыграть далеко не последнюю роль.

„Уже более чем столетие известно, что целлюлоза дерева может быть превращена в сбраживающиеся углеводы сравнительно простыми способами.“²

¹ „Chemistry and Industry“, т. 52, № 52, 29 XII 1933, стр. 1045.

² Эта возможность обуславливается тем обстоятельством, что клетчатка или целлюлоза ($C_6H_{10}O_5$), являющаяся основной составной частью дерева, представляет полимер простейшего сахара — глюкозы ($C_6H_{12}O_6$, получившийся

Осахаривание крахмала, произведенное впервые Кирхгоффом в Петербурге в 1811 г. с помощью разбавленной кислоты, следует рассматривать как первый успех в деле осахаривания дерева. Первые опыты осахаривания дерева были предприняты несколькими годами позже.

Вгоспоп наблюдал в 1819 г., что целлюлоза разлагаемая лишь бактериями, может быть превращена в различные формы сахара, путем обработки концентрированной серной кислотой. В 1855 г. Melseus применил разведенную соляную кислоту крепостью 3—5% для дезинтегрирования древесных стружек, а Béchamp годом позже использовал концентрированную серную кислоту для осахаривания древесины. Однако, все эти и аналогичные другие эксперименты не давали промышленного решения проблемы.

Опыты осахаривания древесины в промышленном масштабе были предприняты в начале текущего столетия на основе превращения дерева в сахарные растворы посредством обработки разведенными кислотами при нагревании с тем, чтобы из таких растворов получать брожением спирт.

Первый завод для производства спирта из дерева был выстроен в САСШ в 1910 г. и работал на стружках и опилках лесопильного завода в Южн. Каролине, применяя разведенную серную кислоту, как осахаривающую среду. Вследствие низких выходов (6,5 литров спирта из 100 кг сухого дерева) завод оказался нерентабельным и работал всего несколько лет. Позднейшие опыты в САСШ по осахариванию дерева в больших масштабах с помощью разведенных кислот также оказались безуспешными.

Проблема производства алкоголя из дерева для Германии приобрела актуальность во время войны. В 1916 г. был вооружен завод в Мангейме, близ Дюссельдорфа, работавший по способу А. Classen, и позднее второй завод в Штеттине. Для осахаривания там применялись разбавленные соляная, серная и сернистая кислоты. Хотя выхода спирта были лишь немного больше, чем на американском заводе, количество полученного спирта было значительным благодаря чрезвычай-

в результате отщепления от n молекул глюкозы n молекул воды: $nC_6H_{12}O_6 \rightarrow (C_6H_{10}O_5)_n + nH_2O$.

В определенных условиях, при участии катализаторов, какими являются сильные кислоты, потерянная в процессе образования целлюлозы вода может быть снова присоединена, и произойдет разложение клетчатки на глюкозу: $(C_6H_{10}O_5)_n - nH_2O \rightarrow nC_6H_{12}O_6$. На этой реакции основан метод Ф. Бергиуса. Прим. переводчика.

чайным условиям того периода. Огромный расход древесины и соответственно высокая стоимость производства не играли в те годы решающей роли.

Улучшение в эти методы производства алкоголя из дерева внес несколькими годами позже метод Scholler-Tornesch и вскоре же — процесс Epsom'a. В этих способах применялась разведенная 0,2—0,8% серная кислота при температуре 160—190° под давлением около 10 атм. Scholler получал 60—70% теоретического выхода, т. е. от 20 до 24 литров спирта на 100 кг сухого дерева. Однако, так как растворы содержали всего 2—3% сахара, их можно было использовать только для сбраживания в алкоголь или другие продукты. Рентабельное производство твердого или этилового концентрированного углевода (сахара) этим путем невозможно, так как количества подлежащей выпариванию жидкости слишком велико.

Превращение целлюлозы в сахар указанными способами достигалось с помощью разведенных кислот при относительно высокой температуре, при которой получающаяся глюкоза легко разлагается, и 30—40% древесного сахара теряется в процессе производства.

Эти потери можно бы было устранить, если бы проводили гидролиз целлюлозы при таких температурах, при которых глюкоза стойка в присутствии кислоты. Но для воздействия на целлюлозу при низких температурах требуется относительно сильная и концентрированная кислота.

Применяя концентрированную сильную кислоту Ost нашел, еще ранее 1910 г., что практически вся целлюлоза может быть получена в форме глюкозы. Этот метод, применимый в лабораторном масштабе, неприложим в промышленности, так как для реакции нужны значительные количества серной кислоты, и до сих пор не найдено способов для отделения от глюкозы серной кислоты и ее извлечения. Понятно, что такой метод останется экономически невозможным до тех пор, пока не будут разработаны способы извлечения кислоты.

Вильштеттер и Цехмейстер в 1910 г. опубликовали хорошо известную статью, в которой они указывали, что при нормальной температуре соляная кислота с содержанием не менее 40% хлористого водорода легко растворяет целлюлозу с образованием раствора глюкозы.

В распоряжении человечества окажется неисчерпаемый источник сырья для производства пищевых продуктов, если будет разработан технический процесс для превращения углеводов дерева в глюкозу или подобные усвояемые углеводы.

Эти соображения заставили нас взяться за решение проблемы осахаривания древесины. Вопрос производства алкоголя из дерева был с нашей точки зрения менее важен, так как он решался попутно. Нашей задачей было получение концентрированного и удобоваримого сахара или смеси сахаров, которые можно употреблять либо непосредственно для питания человека в форме чистой глюкозы, либо обходным путем — в форме углеводных кормов для скота. Таким образом, одновременно решался бы и вопрос производства белковых веществ.

Метод Вильштеттера и Цехмейстера — действие концентрированной соляной кислотой представлялся нам наилучшей основой для технического процесса. Скорость реакции между соляной кислотой и целлюлозой достаточно высока при нормальной температуре, если соляная кислота приводится в соприкосновение с сухим деревом. Получающийся раствор, содержащий $\frac{2}{3}$ вещества сухого дерева, может быть легко отделен от остающейся части дерева — лигнина. Наиболее трудной задачей было отделение сравнительно больших количеств соляной кислоты из раствора сахара. Поэтому прежде всего мы разработали рациональный метод извлечения соляной кислоты посредством отгонки в вакууме.

В 1916 г. мы приступили к разработке метода гидролиза дерева, иногда именуемого „дресносахарным процессом Бергиуса“ (Bergius Wood-Sugar Process), при поддержке Th. Goldschmidt Ag., Essen. Но этот способ оооовывается не только на моих личных изобретениях, а является результатом сотрудничества ряда химиков и инженеров, работавших годы со мной и под моим руководством. Я называю имена проф. Erik Hägglund и Fritz Koch, работавших над этими вопросами с самого начала, и E. Färber, присоединившегося к нам несколькими годами позже.

Реакция между древесиной и 40% соляной кислотой требует сравнительно большого избытка кислоты. Чтобы получить наибольшие возможные количества сахара из древесины, к 1 части дерева оказалось необходимым добавлять 7 частей соляной кислоты. Таким образом, в результате реакции, получается раствор с содержанием менее, чем 10% сахара. Извлечение кислоты из раствора, содержащего всего 10% сахара было бы трудной и дорогой процедурой. Однако, было найдено, что уже содержащий сахар солянокислый раствор способен реагировать со свежей древесиной, повышая таким образом концентрацию сахара. В конце концов между соляной кислотой и целлюлозой устанавливается равновесие.

Используя это обстоятельство, мы достигли повышения концентрации сахара, проводя процесс в батарее из 8—10 кубов (диффузоров). Свежее дерево вводилось в кубе № 1 в соприкосновение с кислотой со сравнительно высокой концентрацией сахара, пришедшей из куба № 2. Куб № 2 содержит дерево, которое уже потеряло часть своей целлюлозы и теперь обрабатывается раствором из куба № 3, и так далее. Последний куб батареи содержит кислоту высокой концентрации, которая растворяет последние следы целлюлозы и оставляет лигнин, освобожденный от сахара и целлюлозы. Этим методом мы смогли поднять концентрацию сахара в растворе до 40%, что понятно, представляет чрезвычайные преимущества при извлечении соляной кислоты в ближайшей стадии процесса.

В последнем кубе, после удаления солянокислого раствора глюкозы, остается лигнин, содержащий соляную кислоту. После промывки лигнина водой он удаляется из куба, и батарея готова для новой загрузки.

Батарея кубов-диффузоров, где идет химическая реакция, является лишь частью завода древесного сахара.

Химическая реакция, здесь происходящая, не так проста, как могло бы казаться с первого взгляда. Гидролизуется кислотой не только целлюлоза дерева, но также легко растворяются геми-целлюлоза, гекозозы и пентозы. В сахарном растворе найдена уксусная кислота, примерно, в том же количестве, как она получается при перегонке дерева. Она представляет интересный побочный продукт процесса.

Реакция между сухой древесиной и соляной кислотой экзотермична. Если, проводя процесс в больших масштабах, не принять меры во избежание повышения температуры, могут произойти большие потери сахара, делающие невозможным технический процесс. Сравнительно большое количество жидкости, действующей на дерево, является очень хорошей средой для устранения перегревов, если с самого начала процесса каждая частица свежей древесины приводится в тесное соприкосновение с жидкостью. Для достижения такого контакта, свежее дерево, перед подачей в реакционный куб, смещается с жидкостью в специальных приспособлениях.

Уходящий с батареи продукт является раствором сахара в концентрированной соляной кислоте; для отделения сахара от кислоты нужно прибегнуть к особым мерам, применяя сравнительно низкую температуру — $40-50^{\circ}$, чтобы избежать разложения сахара. Метод, в конце концов, разработанный нами, основан на вакуум-дистилляции, и его основой является легкая летучесть хлористого водорода при сравнительно низкой температуре. Этот метод не представляет трудностей при работе в стеклянной лабораторной посуде, но он чрезвычайно осложняется при переходе к большим масштабам. В начальный период нашей работы еще не существовало методов перегонки соляной кислоты в больших количествах. Все обычные материалы, применяемые для перегонных заводов, не выдерживают концентрированной соляной кислоты. Единственным пригодным металлом является тантал, но препятствием для его применения является высокая стоимость. Керамические изделия, применяемые в настоящее время, имеют очень низкую теплопроводность, так что не представляется возможным приготовить перегонную аппаратуру с керамическими трубками. Поэтому нам пришлось разработать специальный метод, который обходит трудности с передачей тепла, необходимого для дистилляции, через стенки котла. Мы применили принцип непосредственной передачи тепла подлежащему перегонке раствору с помощью летучего передатчика. Для передачи тепла мы применили нефтяные фракции, остывающие парообразными при рабочей температуре. Раствор, содержащий соляную кислоту и сахар, вводится в вакуум-аппарат при невысокой температуре и приводится в тесный контакт с парами нефтяных продуктов (вероятно лигроин), служащими в качестве теплопередатчика. Происходит улетучивание большей части хлороводорода, и одновременно образуется раствор с 60% сахара, содержащий еще $8-9\%$ соляной кислоты. Нефтепродукты, примененные как теплопередатчик, легко отделяются от концентрированного раствора сахара и после подогрева в обычных стальных змеевиках при температуре около 100° С снова вводятся в вакуум-аппарат, работающий

непрерывно. Этот метод достаточно хорош. Он впервые дает возможность разрешения задачи отделения сахара от соляной кислоты. В настоящее время керамические трубы производятся с много большей теплопроводностью, и нами сконструирован специальный вакуум-куб, работающий прекрасно.

Так как других методов для отделения соляной кислоты от раствора сахара на сегодняшний день не существует, метод выпаривания, применяя нефтепродукты, играет важную роль в развитии всего процесса.

Однако вакуум-выпаривания недостаточно для полного удаления соляной кислоты. Сконцентрированный сироп, как упоминалось, содержит еще $8-9\%$ кислоты. Ее невозможно удалить обычной концентрацией или методом высушивания. Лишь путем обработки этого сиропа горячим воздухом в специальных сушилках-пульверизаторах, в которых сироп мелко распыляется давлением воздуха и высушивается струей горячего воздуха, содержание соляной кислоты может быть снижено до $1-2\%$. Удаленная таким образом соляная кислота пригодна для последующего использования в процессе.

Продукт, покидающий сушильный аппарат, содержит около 90% сахаров разных родов, около 2% соляной кислоты, а также немного других органических и неорганических веществ и воду. Этот продукт, сырой древесный сахар, является конечным продуктом первичного процесса. Дистиллят из вакуум-кубов содержит также уксусную кислоту, образующуюся во время процесса. Нами был разработан метод для извлечения этой уксусной кислоты, общее содержание которой составляет $3-5\%$, если сахаризуются хвойные породы и несколько выше — в случае лиственных. Уксусную кислоту можно сконцентрировать в обычных условиях.

Если описанный процесс производится в совершенно кислотоустойчивой аппаратуре, — а лишь в такой аппаратуре он может производиться, — то потери соляной кислоты составляют не более 10% от произведенного сахара, и мы надеемся получить еще лучшие результаты в будущем.

Во время реакции практически не происходит потерь сахара, если исключена возможность его разложения вследствие повышения температуры. Коль скоро работа проводится правильно, выход продукта приближается к теоретически возможному выходу сахара из дерева, т. е. 66% от сухого дерева.

Для разработки химических основ процесса и постройки ползаводской установки для испытания результатов лабораторных опытов потребовалось несколько лет.

Ползаводская установка в Мангейм-Рейнау, работавшая в 1920—1924 гг., имела 10-кубовую батарею по 100 литров куб. Результаты работы этой модели были проверены и подтвердились, дав прекрасный эффект, на первом промышленном заводе по осаживанию древесины в Женеве, где величина диффузоров была увеличена в 40 раз.

Завод в Женеве был пущен в 1927 г., после двух лет упорной работы по конструированию, изменению и переконструированию аппаратуры; он работал с весьма успешными результатами. Продолжительная работа показала, что уста-

новка абсолютно не подвергается действию соляной кислоты, а это является одним из важных требований для осуществления процесса осаживания в промышленном масштабе. Выход сахара из дерева на Женеvском заводе даже несколько превышал выхода, полученные на полузаводской установке в Рейнау. Задачей Женеvского завода была разработка технических основ для строительства заводов по осаживанию дерева, определение соотношения между сырыми материалами и конечным продуктом, энергией и ознакомление персонала с работой аппаратуры. По ряду причин организационного и территориального характера, дальнейшее расширение Женеvского завода не было признано желательным.

В 1928 г. технический персонал был снова переброшен в Мангейм-Рейнау для проведения подготовительных работ по строительству завода крупного масштаба. Строительство началось осенью 1932 г. и в мае 1933 г. завод был смонтирован и теперь находится в непрерывной работе, вот уже несколько месяцев. Оказалось, что получаются те же выходы углеводов, что и на Женеvском заводе. Основные черты конструкции нового большого завода — те же, что в Женеvском заводе. Большой завод в Рейнау имеет диффузионную батарею годичной производительности от 6000 до 8000 т чистых углеводов. Завод может быть легко расширен добавкой многих установок. В то время, как женеvские диффузоры сделаны из кислотоустойчивого родорита (Prodorite), диффузоры в Рейнау железные, покрытые небольшими кислотоупорными плитками, соединенными между собой специальным цементом.

Технологический процесс на заводе в Рейнау таков: дерево, содержащее обыкновенно 20—40% влаги, сначала измельчается на специальных дробилках и мельницах на кусочки величины в зерно злаков и затем высушивается во вращающихся сушилках. Затем древесина поступает в диффузоры, где происходит гидролиз целлюлозы. С батареи диффузоров содержащий около 35% сахара раствор подается на дестилляционную установку, где освобождается от соляной кислоты. Выпаривание ее производится в вакуум-эвапораторах, — железных аппаратах, покрытых внутри специальной резиной для предохранения от действия соляной кислоты. Конденсация кислотных паров происходит в керамических холодильниках, но впрямь, по видимому, из-за плохой теплопроводности их, намечается переход на холодильники из особого сплава железа. Вместе с соляной кислотой конденсируется и уксусная, которая отделяется затем в очень чистой форме специальным, разработанным автором, методом.

Сахарный сироп, остающийся в вакуум-эвапораторах после удаления большей части соляной кислоты, содержит 55—65% сахара. Остатки кислоты удаляются и высушивание сахара производится струей горячего воздуха в особых сушилках — pulverizаторах. Хлористо-водородный газ поглощается в абсорбционной установке, и полученный слабый раствор соляной кислоты дополнительно насыщается до 40%.

„Предпринимается большее число экспериментальных работ для отыскания удачной формы

аппаратуры и дешевых материалов для конструкции. Такой материал рассматривается, как совершенно пригодный лишь после минимум годичного испытания на экспериментальной станции. В результате этих экспериментов мы применяем сейчас на нашем заводе много различных типов специальных материалов и их комбинаций для предохранения металлических частей от действия соляной кислоты; нам пришлось преодолеть не мало трудностей. Было нелегко, напр., сначала конструировать керамические трубы в сотни метров длиной с сотнями вентилей. В настоящее время это столь простое задание, как и конструкция сочленений высоких давлений и сварных соединений, что 20 лет назад, когда я начинал работы под высоким давлением в техническом масштабе, было также очень сложной проблемой. Необходимо было много настойчивости, средств и уверенности в результатах для преодоления трудностей.

При обработке дерева концентрированной соляной кислотой по нашему методу, оно превращается в три продукта: сырой сахар, лигнин и уксусную кислоту.

Лигнин может быть использован непосредственно для целей нагревания в процессе и может брикетироваться без добавки связывающих веществ. Такие брикеты имеют калорийность 5000 калорий и представляют чистое и удобное домашнее топливо. Из них можно получать чистый и твердый уголь. Под высоким давлением лигнин прессуется в твердые и прочные плитки, которые можно пилить и сверлить и которые могут быть использованы для различных целей.

Об уксусной кислоте ничего не остается сказать — она извлекается в практически чистой форме.

Сахар, в том виде, в котором он получается после сушения горячим воздухом, содержит около 2% соляной кислоты, небольшие количества неорганических соединений из дерева и немного влаги. Содержание сахаров в нем около 90%. Лишь небольшая часть сахара присутствует в мономерной форме, большая же часть в виде полимеров. Соответственно среднему молекулярному весу сахара это должны быть тетрамеры.

Этот полимерный сахар может быть легко и в очень короткий срок превращен в мономерный сахар инверсией в 2% растворе при температуре немножко выше 100°. Небольшое количество соляной кислоты, содержащейся в сахаре, достаточно для реакции инверсии.

Не только глюкоза, продукт разложения целлюлозы, содержится в древесном сахаре, но и др. формы сахара, количества которых зависят от рода обрабатываемого дерева. Сахар из хвойных деревьев содержит кроме глюкозы маннозу¹ и пентозы.² Сахар из лиственных пород содержит, кроме глюкозы, — главным образом пентозы. Манноза и пентозы являются продуктом гидролиза геми-целлюлозы, которая может быть легко

¹ Сахар такой же эмпирической формулы, как и глюкоза $C_6H_{12}O_6$, но с несколько иным пространственным расположением атомов и атомных групп.

² Пентозы — сахара общей формулы $C_5H_{10}O_5$.
Прим. переводчика.

извлечена при сравнительно низкой температуре из дерева разведенными кислотами. Мы разработали специальный метод для этой цели. Гемиделлюлоза осаживается и экстрагируется обработкой дерева, до его подачи в сушилку, очень разбавленной кислотой. Такое пред-экстрагированное дерево затем сушится и подается в батарею. Наш метод позволяет получать чистую ксилоту, ¹ свободную от глюкозы, в кристаллической форме. Известно, что ксилоту используют при диабете. Мы можем, следовательно, производить сравнительно дешевую форму пищевых веществ для больных диабетом.

Сырой сахар может быть применен после нейтрализации, как углеводистый корм для скота. Опыты с этим продуктом показали прекрасные результаты, особенно для откармливаемых на сало свиней. Питательная ценность его практически та же, что ячменной муки. Если желательнее получать из сырого древесного сахара этиловый спирт, то его необходимо сначала инвертировать в мономер. 100 кг восстановляющего сахара дают около 52 литров 100%-ного спирта; обычный тростниковый сахар дает около 60 литров. Прочие продукты брожения, напр., молочная кислота, также могут быть легко извлечены.

За последние годы мы нашли метод для кристаллизации чистой глюкозы из инвертированного раствора сырого сахара. В начале это была очень трудная работа. Процесс в его нынешней простой форме — недорог и не требует специальных приспособлений.

Кристаллическая глюкоза получается либо безводной, либо содержащей кристаллизационную воду. Она химически чиста.

Разработав удовлетворительный метод гидролиза древесины в больших масштабах, изучив применимость и поведение различных сортов дерева и древесных отходов, разрешив проблему экономного расходования топлива и материалов, мы располагаем сейчас основными данными, необходимыми для надежного и основательного расчета. В странах, где дерево имеется в больших количествах, — напр. в Балтийских государствах, Румынии, Канаде, в северо-западной части США, — древесный сахар может производиться по более дешевым ценам, чем тростниковый сахар в странах теплого климата. И в Англии глюкоза может производиться по крайне низким ценам из импортного дерева.

Древесный сахар представляет не только корм для скота, но также источник глюкозы для пищи человека. С этих пор основные элементы нашего питания могут быть получены из сырьевых материалов, которыми Европа располагает в изобилии.

Поэтому для перенаселенных индустриальных стран Европы процесс гидролиза древесины может стать важным фактором независимого от заграницы снабжения пищевыми продуктами, таким же образом, как процесс гидрогенизации угля может, в некоторой степени, обеспечить независимость от внешних источников нефти.

Перевод и обработка А. В. Лозового.

¹ Ксилота — одна из пентоз — сахар формулы $C_5H_{10}O_5$. Прим. переводчика.

ГЕОЛОГИЯ

Подземные пожары в Кузнецком бассейне.

Выгорание пластов каменного угля представляет в Кузнецком угленосном бассейне довольно распространенное явление, которое отметили уже исследователи XVIII в.; некоторые пожары, начавшиеся в XIX в., продолжают до сих пор. Но кроме этих современных пожаров встречаются, и гораздо чаще, явные признаки очень древних, которые также обращали на себя внимание прежних исследователей; причины и время их возникновения разъяснены только теперь.¹ Последствием древнего пожара является не только уничтожение пласта угля до известной глубины от поверхности, но и образование своеобразных форм рельефа. Горные породы, среди которых залегает пласт угля, представляют различные песчаники, сланцеватые глины, глинистые сланцы; эти породы, большей частью не очень твердые или даже мягкие, под воздействием высокой температуры, получающейся при горении угля, сильно изменяются; сланцы, глины, глинистые песчаники обжигаются, краснеют, становятся похожими на кирпич, известковые песчаники вблизи угля сплавляются, остекловываются, даже ошлаговываются; элювий и делювий, покрывающий выходы пластов на поверхность, состоящий из щебня тех же пород, перемешанного с суглинком или супеском, превращается в своеобразную брекцию, в которой обжженные или остеклованные обломки прочно связаны черным шлаком, получившимся от расплавления супеска или суглинка и мелкого щебня. Кроме красных разных оттенков, в зависимости от первоначального состава и степени изменения, получают также белые, серые, яркожелтые, голубоватые породы. Но все они гораздо тверже первоначальных и хорошо сопротивляются выветриванию. Наиболее сильно изменяются породы висчего бока, или кровли, т. е. залегавшие над углем, тогда как породы лежачего бока или почвы под углем изменены слабее или даже, при более пологом залегании пластов, совсем не изменены. Гнезда бурого железняка или конкреции сферосидерита, нередко встречающиеся в угленосных породах, при этом процессе превращаются в мелкозернистый магнетит или гематит или агрегат магнетита и гематита, с большей или меньшей примесью других минералов. На месте выгоревшего угля остается более или менее тонкий пласт пепла светлосерого или желтовато-белого цвета, похожего на пластичную жирную глину и состоящего, главным образом, из кремнезема и глинозема с небольшим количеством окиси кальция и натрия и еще меньшим окислов железа, магния, калия, серы и фосфора. В подземную пустоту, оставшуюся после выгорания угля, породы кровли постепенно оседают или, при большей мощности

¹ М. А. Усов. Подземные пожары в Прокопьевском районе — геологический процесс. Вестн. Зап. Сиб. Геол. Разв. Треста, № 4, 1933. П. Ф. Красников. Наблюдения над микрорельефом в Прокопьевском районе и о каменноугольных пожарах. Там же. В. Jaworsky und L. K. Radugina. Die Erdbrände im Kusnezsk Becken und die mit ihnen verbundenen Erscheinungen. Geolog. Rundschau, Heft 5, 1933.

угля, обрушиваются глыбами, между которыми нередко остаются более или менее значительные пещеры, заполняющиеся грунтовой водой и представляющие опасность при подземных работах.

Обожженные породы благодаря своей твердости обуславливают выдающиеся части рельефа — гребни холмов и гор с грядками скал, часто фантастических форм и ярких цветов, которые тянутся более или менее далеко и обращают на себя внимание человека; их состав и цвет нередко принимались (и принимаются) неопытными исследователями за доказательства молодой вулканической деятельности (недавний пример — „вулкан типа маар“ Утиного озера, описанный в № 11 „Природы“ за 1933 г.). Но эти же гряды помогают геологу в его работе, позволяя быстро проследить на большое расстояние простирающиеся пластов угленосной свиты и сразу обнаруживая присутствие угля в данной местности; хотя пласт или пласты угля горели, но не выгорели полностью. Разведки и подземные работы показывают, что пожар не распространяется на большую глубину; он прекращается на той или другой глубине или из-за недостаточного притока воздуха или, главным образом, дойдя до горизонта грунтовых вод; чем глубже этот горизонт, тем дальше мог распространиться пожар. Работы в Кузнецком бассейне обнаружили, что в некоторых местах древние пожары дошли до глубины 50—60 м, иногда даже до 100—120 м от поверхности; при этом пожар распространяется особенно вдоль кровли пласта и вдоль нее уходит глубже, оставляя вдоль почвы более или менее толстый слой не выгоревшего угля и обнаруживая свое постепенное затухание; иногда вообще оказывалась выгоревшей только верхняя часть пласта, а нижняя уцелела. В других случаях замечено, что выгорел один пласт, а соседний не тронут; в горевшем пласте также иногда попадаются отдельные уцелевшие участки.

Геолог Поленов, изучавший Кузнецкий бассейн в 1897 г., отнес возникновение этих древних пожаров к весьма отдаленной эпохе, именно ко времени непосредственно за образованием суши в этой местности, т. е. к началу мезозойской эры, а причиной пожаров считал незакончившиеся в то время энергичные тектонические процессы, связанные с образованием Салаирского кряжа, вдоль северного подножия которого последствия пожаров особенно многочисленны и грандиозны; значительное боковое давление при образовании складок, трение по плоскости сдвигов, многочисленные трещины, по которым циркулировали водные растворы, вступившие с боковыми породами в обменные химические реакции — все это факторы, которые легко могли обусловить самовозгорание угля и изменение боковых пород.

Согласно новым исследованиям как время, так и причины пожаров определяются иначе. Время возникновения их было не столь отдаленное, во всяком случае не мезозойское, так как еще в юрский период в Кузнецком бассейне существовало большое озеро, среди отложений которого также есть пласты угля, и пожары местами коснулись и их, т. е. случились позже. Наиболее вероятно, что они возникли в конце третичного или в начале четвертичного периода, так как в толще зловония и делювия, покрывающей местами выходы обгоревших пород, имеются обломки последних, т. е.

эта толща образовалась позже; приуроченность обгоревших пород к высоким частям современного рельефа указывает их древность — они влияли на ход размыва, требовавшего достаточно продолжительного времени; первоначально эти обгоревшие породы, конечно, не выделялись такими высокими грядами и стенами на гребнях холмов; покрывавшие их необожженные и менее устойчивые породы снесены уже постепенно размывом. Эпоха возникновения пожаров должна была отличаться сухим климатом и поэтому глубоким залеганием грунтовых вод; это доказывается значительной глубиной распространения пожаров, невозможной в эпохи влажного климата.

Первопричиной пожаров являются тектонические движения, но не в том смысле, как полагал Поленов; ни трение при образовании складок и сдвигов, ни циркуляция воды по трещинам не могли сами по себе вызвать самовозгорание угля. Эти движения обусловили раздробление пластов угля во многих местах, его трещиноватость и порошковатость, а трещины в угле и боковых породах позволили воздуху проникать вглубь; кислород воздуха вызвал окислительные процессы в раздробленном и порошковатом угле, связанные с повышением температуры, которое могло дойти до самовозгорания; как известно, уголь в больших штабелях на земной поверхности нередко загорается по той же причине. Пласты угля, содержавшие вкрапления серного колчедана, легко окисляющегося, должны были всего легче загораться; этим вероятно объясняется, что в Кузнецком бассейне выгорели не все пласты и что по соседству с выгоревшим находят совершенно нетронутые. В иных случаях удары молнии или лесные пожары, обусловленные молнией, могли вызвать пожары. Роль же древнего человека в создании этих пожаров приходится отвергнуть: они происходили раньше его появления.

Выяснение времени и причин пожаров имеет непосредственное практическое значение для Кузнецкого бассейна. При современном влажном климате уровень грунтовых вод расположен неглубоко, так что случайно или умышленно зажженный пожар не может распространиться далеко вглубь. Но проведение глубоких шахт для эксплуатации пластов угля создает опасность пожаров; благодаря выкачиванию воды из шахты уровень грунтовых вод резко понижается в целом районе вокруг шахты, пласты угля, раньше пропитанные водой, обсыхают. Благодаря тектонике бассейна они подготовлены к самовозгоранию, а остающиеся при эксплуатации предохранительные целики угля и его мелочь в выработках увеличивают опасность, создавая большие поверхности соприкосновения с циркулирующим воздухом, особенно в мощных пластах. Во избежание пожаров работы обязательно должны вестись с закладкой выработанных пространств, т. е. с заполнением их пустой породой.

В заключение можно осветить вопрос, почему в Чудымо-Енисейском бассейне подземные пожары обусловили образование провалов, напоминающих кратеры вулканов и в иных случаях заполненных водой, образующей озера, как напр., Утиное, принятое за вулкан типа маар, тогда как в Кузнецком бассейне те же пожары обусловили, наоборот, образование выдающихся частей рельефа, скалистых гребней и гряд. Эта разница

очевидно объясняется условиями залегания пластов угля; в первом бассейне пласты залегают горизонтально или очень полого и неглубоко под земной поверхностью; в пустоты, образовавшиеся при пожаре, оседали толщи кровли угля и создали провалы на поверхности. В Кузнецком бассейне угленосная свита дислоцирована гораздо сильнее, падение пластов часто крутое и несмотря на глубокое выгорание, обрушение кровли таких выгоревших пластов не могло заметно отразиться на поверхности; скалистые гребни и гряды сопровождают выгоревшие круто падающие пласты. Последствия пожаров особенно многочисленны и грандиозны вдоль северного подножья Салаира потому, что в этой части бассейна залегание угленосной свиты нарушено особенно сильно благодаря давлению со стороны этого кряжа, надвигавшегося на бассейн, т. е. условия для самовозгорания угля были наиболее благоприятные, а выходы его пластов на поверхность в связи с сильной складчатостью многочисленны.

В. А. Обручев.

Физическая география

Звучание снежного поля. Многим из литературы, вероятно, известно о так наз. звучании песков, камней и скал пустыни¹. Тесно с этим явлением связано также звучание одной из статуй колосов Мемнона (в Египте), которое, более или менее удовлетворительно, было объяснено действием ветра при восходе солнца на пустотелость через образовавшееся в колосе отверстие, а раньше создало своеобразный миф².

Нечто подобное, при совершенно иной обстановке, обстановке резкого контраста, наблюдал автор. Дата: 21 января 1933 г., место — степь, покрытая обледенелым после недавней гололедицы снеговым покровом (на юге УССР — гололедицы явление частое); снежная метель (низовка) при значительном восточном ветре. Свежевыпавший

¹ В пещерах Армении, расположенных по склонам Алагеза, наблюдаются своеобразные шумы, называемые местными жителями „гир-гир“ и напоминающие собою журчание потока. Эти шумы обязаны по большей части действию ветра, дующего сквозь щели и узкие каналы в скале. Жители же связывают это явление с протекающим, по их мнению, потоком под землей. Еще не выяснен вопрос о том, все ли случаи подобных шумов в действительности ветрового происхождения.

Ред.

² Колоссы Мемнона — каменные статуи, воздвигнутые египтянами в честь фараона Аменофиса III и его жены. Греки же связали эти гигантские статуи с именем мифического красавца Мемнона, сына Авроры, утренней зари, погибшего под стенами Трои. Душа его вселилась в поставленный ему памятник, и с тех пор он стал при восходе солнца, приветствовать Аврору.

На самом же деле звук вызывался ветром, который при первых лучах солнца начинал дуть в определенном направлении и вызывал звучание в отверстиях одной из статуй, образовавшемся во время землетрясения (В. В. Битнер. На рубеже столетий).

снег дуло ветром, и несло более тяжелые частицы, сорванные с обледенелой поверхности, вызывая до некоторой степени коррозию последней.

Но самое значительное, что обратило на себя внимание среди этого безжизненного снежного поля — звучание ледянистых крупинок¹. Да, эти звуки зова были действительно музыкальными тонами, вибрация этих крупинок, большей частью пластинчатой формы, происходила от соприкосновения друг с другом, от ударов о ледянистую корку поля с полостью под ней, вследствие оседания снега, в особенности же от ударов об обледенелым хрустальным стебелькам. Временами это был свистящий шелест с характерным хрустом; но стоило, видимо, вибрации увеличить частоту — из хаоса, шума явственно выступало мелодичное звучание (унисон), несколько напоминавшее, в миниатюре, конечно, звуки, издаваемые стакком, если по краю его провести смычком.

Вдобавок обледенелая поверхность по временам рвалась под влиянием, вероятно, крепкого мороза и под напором порывистого ветра, издавая сильный треск наподобие ружейных залпов допояняя, так сказать, дику и вместе с тем оригинальную картину звучания снежного поля.²

П. И. Пащенко.

БИОЛОГИЯ

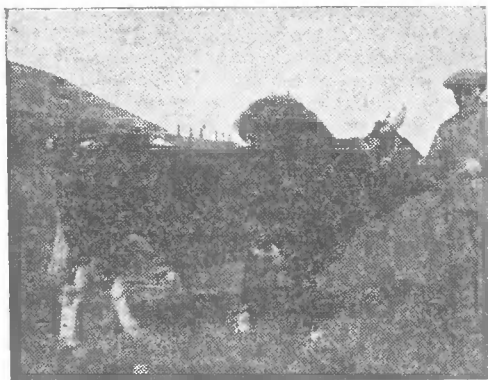
Зоология

Ставка на зебу. В некоторых местах нашего Союза наблюдаются заболевания крупного рогатого скота. Об этих заболеваниях мы уже говорили в нашем журнале (Якимов, В. Л., „Одна из актуальных проблем современного животноводства в СССР“, „Природа“, 1932, № 1). Называются они пироплазмозами. В упомянутой статье мы видели, какими мерами борьбы мы располагаем против этих болезней. Это, во-первых индивидуальное лечение (серебряными препаратами, мышьяковыми, красками) и комбинациями их; во-вторых, применение предохранительных прививок; и, в третьих, борьба с переносчиками болезней — клещами — при помощи мышьяковых ванн.

Казалось бы, что этих мер совершенно достаточно, чтобы можно было быть спокойным за исход борьбы с этими болезнями. По крайней мере, опыт Пятигорского протозоологического института и Ленинградской пироплазмозной станции за последние годы дал ощутительные результаты: количество заболеваний и падеж крупного скота резко сократилось, а вместе с этим — и отход его. Однако, все же идут в раз-

¹ Сотрудники Ангарской экспедиции Гос. Гидр. инстит., между прочим, обратили внимание на изменение структуры снегового покрова в Сибири, отдельные элементы которого с течением времени оказались подвергшимися значительному укрупнению. При соударении между собою этих элементов, имевших вид пластинок, слышен был своеобразный шелест. *Ред.*

² Звуки трескающегося льда на Байкальском озере при сильных морозах сравнивают с громом пушечной канонады. *Ред.*



Фиг. 1. Ленкоранский зебу.

личных направлениях поиски других мер против этих болезней, и иногда эти поиски ведут к совершенно неверным заключениям. Об одной из этих неверных попыток, всколыхнувшей известные слои наших советских специалистов, я и хочу рассказать.

В специальной литературе, особенно агро-зоотехнической, с давних пор утвердилось мнение, что зебу являются животными, устойчивыми по отношению к пироплазмозам. Возникло это мнение с того времени, когда из Индии были ввезены в Соединенные Штаты эти животные в 1849 г. Девисом (Davis). В 1854 г. Петтерс (Petters) перекупил стадо Девиса и продавал потомство в различные места южных штатов. После этого зебу распространились далеко по всему побережью Мексиканского залива. Их усиленно метизировали с местным скотом, причем в начале гибридизации было потомство с малым количеством крови зебу; однако, затем была получена порода более устойчивая и более подходящего качества и типа, чем местный скот (мексиканский или техасский). После этого зебу снова неоднократно ввозились в Соединенные Штаты из Индии, как, например, гамбургским владельцем и продавцом зоологических зверей Хагенбеком (Hagenbeck) в 1905 г. или Броде (Brodet) в 1904 г. На своей родине, в Индии, зебу делятся на два типа: надудана — это мелкий скот и деддана — крупный. Первый тип содержится бедным классом населения и употребляется главным образом для получения от него молока и для земледельческих целей. Второй тип содержится более для вывоза. Между прочим в последних целях в Индии различают 4 породы: 1) неллор (Nellore), под этим названием известны зебу, разводящиеся на восточном берегу Индии, в президентстве Мадрас; они считаются лучшими зебу; 2) джир (Gir) — зебу, разводящиеся в горах Джир, на юге полуострова Катнавар; 3) гузерат (Guzerat) — выращивают в центральной части западного берега Индии, на север от Бомбея; 4) кришна (Krishna) находятся на западном берегу Индии, южнее Бомбея, вдоль долины реки Кришны и ее притоков; думают, что эта порода получена от умелого скрещивания местного скота с породой неллор и гузерат.

В Соединенных Штатах зебу разводят вдоль берега Мексиканского залива от границы

штата Луизиана до реки Рио-Ганде, которая отделяет Соединенные Штаты от Мексики. Эта полоса колеблется в ширине от 50 до 100 миль. Весь этот край частновладельческий, и скот пасется на их пастбищах. Главная цель разведения зебу и их гибридов — желание получить мясной скот.

Все штаты великой северо-американской республики можно разделить на две части; 1) южную, где имеется „техасская лихорадка“ (пироплазмоз или „красная моча“), вызываемая паразитом *Piroplasma bigeminum*, вся заклещеванная, и 2) северная, где нет техасской лихорадки, и она слабо заклещевана. Таким образом, зебу, и их гибриды находятся в полосе техасской лихорадки. Было замечено, что зебу и их потомки метисы меньше страдают от техасской лихорадки, чем местный скот. Это создало мнение, что зебу является скотом, устойчивым против пироплазмоза. Это данное затем вошло в общее мнение и даже в учебники и руководства по зоотехнике и ветеринарии. Так, известный бактериолог Р. Кох говорил, что введенные с о. Мадагаскара в немецкую Африку зебу противостоят заражению „береговой лихорадки“, от которой гибнет множество скота вообще в Южной Америке, и возбуждаем которой является внедряющийся в красные кровяные тельца паразит *Theileria annulata*. Французско-аргентинский исследователь Линьер (Lignières) на Будапештском ветеринарном съезде в 1905 г. первый объявил об устойчивости зебу к заболеванию пироплазмозом. Это мнение было подхвачено, и время от времени стали появляться сообщения об этой устойчивости, хотя эти сообщения были одиночные и непроверенные. Так, указывали на одного владельца из Бона (Алжир), который купил двух зебу, и они не заболели пироплазмозом, в то время как остальные животные у него заболели. В рекламной брошюре фирмы Хагенбека имеются указания, что в Австралии метисы от зебу и местного скота являются иммунными против пироплазмоза; о Мадагаскаре, где имеются животные с горбом, якобы свободен от пироплазмоза, тогда как в Южной Африке скот, неимеющий горба, заболевает болезнью, известной там под названием *red water* (тот же пироплазмоз, вызываемый *Piroplasma bigeminum*).

Однако, имеются и противоположные мнения, правда также немногочисленные. Так, Боне (Bonnet) в 1908 г. видел на Берегу Слоновой Кости (Африка) зебу из разных мест Судана и Сахеля, в крови которых были мелкие паразиты овальной, палочковидной формы и в виде мальтийского креста, похожие на тейлерии (*Theileria parva*) или на гондерии. Пишущий эти строки вместе с Коль-Якимовой в 1911 г. исследовал в Тунисе двух зебу, привезенных с о. Мадагаскара одним колонистом, имевшим в виду именно их quasi-устойчивость к пироплазмозу, и в крови их, а также 10 (из 13) метисов с местным скотом, нашли паразитов (гондерий).

Насколько мнение о резистентности зебу к пироплазмозам твердо укоренилось в умах, показывает, например, статья нашего соотечественника Оленева („Вестник современной ветеринарии“, 1929), который выступает ярким защитником этой теории (причем в числе других качеств зебу указывает на их способность скрещи-

ваться с крупным рогатым скотом, мулом и лошастью(1).

Мнение о резистентности зебу к пироплазмозу было подхвачено и нашими русскими зоотехниками и за последнее время очень сильно муссировалось ими в печати, особенно в журнале „Проблемы Животноводства“, являющемся органом ВИЖа (Всероссийского института животноводства), каковое учреждение является очагом мнения об устойчивости зебу к пироплазмозам.

Так, И. В-в („Проблемы Животноводства“, 1932, № 3—4) указывает, что межвидовая гибридизация в Америке, в районах распространения пироплазмоза, дала иммунный к этому заболеванию скот. Проф. М. Завадский (там же, 1932, № 5—6) указывает, что в Закавказье скот гибнет от пироплазмоза, но что индийский зебу является устойчивым к этому заболеванию и американские скотодоводы уже продуктивно использовали это животное для метизации с высоко-продуктивным американским скотом, получив метисов, иммунных к пироплазмозу. Проф. Серебровский (там же, 1932, № 11—12) вполне четко и определенно говорит о целях гибридизации с зебу: ими является привитие крупному рогатому скоту иммунитета к пироплазмозу, являющемуся хроническим бичом в некоторых юго-восточных районах СССР. То же самое говорит целый ряд других авторов как русских (напр., Филиппенко), так и иностранных (Crew, Nabours, Pears).

Однако, не все так думают. Так, например, известный русский зоотехник Калугин, И. И. в своем классическом труде по исследованию животноводства в Азербайджане определенно говорит о заболевании зебу пироплазмозом, в Ленкоранском уезде.

Затем русские зоотехники от печатных деклараций скоро перешли к активным действиям. В сентябре 1931 г. в Коллегии НКЗема состоялось совещание о поднятии русского животноводства, причем на нем было постановлено предложить ВИЖу произвести работу по метизации зебу с крупным рогатым скотом в направлении устойчивости к пироплазмозу, учтя опыт Соединенных Штатов. ВИЖ перепоручил это задание Закавказскому научно-исследовательскому зоотехническому институту (ЗАКНИЗИ).

Спрашивается, на основании чего создалось мнение об устойчивости зебу к пироплазмозу? Имеется четыре группы авторов, защищающих это мнение. Одни говорят, что зебу обладают „природной“ невосприимчивостью к пироплазмозу; другие говорят о выделении зебу особого жиропота, который якобы отгоняет клещей — переносчиков пироплазмоза; третьи думают, что толщина кожи зебу не позволяет клещу проколоть ее своим колющим аппаратом (хоботком); четвертые видят в коротких и редких волосах шерсти зебу невозможность для клещей ухватиться за них и заселить кожу.

Однако, все эти мнения являются необоснованными, неверными. Относительно первого мне, вместе с моими сотрудниками, удалось доказать, что исследованные нами 35 ленкоранских зебу перенесли в прошлом (вероятно, в молодости) то или иное пироплазмозное заболевание. Второе мнение, защищаемое некоторыми иностранными авторами (Spindler, Pears), также не оправдало



Фиг. 2. Стадо ленкоранских зебу.

себя: Растегаева нашла на ленкоранских зебу 10 видов различных клещей, среди которых были и переносчики пироплазмозов. Относительно третьего мнения Митчел (Mitchel) своими измерениями доказал, что кожа зебу в полтора раза тоньше, чем, например, у герефордов, а также тоньше, чем у абердин-ангусов, род полледов и шортгорнов. Наконец, относительно последнего мнения мы можем сказать, что видели, как в одном случае стадо зебу, прогнанное через заклепчанное поле, не только само оказалось сильно покрытым клещами, но заразило ими весь скот на той станции, которой они принадлежали. Таким образом, все эти четыре довода оказались ни на чем не основанными.

Выше мы сказали, что ВИЖ передал дело по опытам выяснения устойчивости зебу в руки ЗАКНИЗИ. Но Азербайджанский ветеринарный научно-исследовательский институт (АЗВЕТНИИ) предъявил свои претензии на эту работу, и в результате Азербайджанская зональная станция молочного хозяйства (АЗОС), которой принадлежало стадо зебу, передала последних АЗВЕТНИИ. В этом последнем учреждении пишущий эти строки, совместно с ветеринарными врачами В. Ф. Гусевым, Н. В. Нецветевым и Е. Ф. Растегаевой, занимался этой работой.

Однако, работа по выяснению возможности заражения зебу пироплазмозами была начата еще раньше. Еще в 1931 г. в этом же самом АЗВЕТНИИ мы воспользовались несколькими имевшимися там зебу и провели предварительные работы. В этом году мы заразили зебу следующими возбудителями пироплазмозов: *Piroplasma bigeminum*, *Gonderia mutans* и *Anaplasma rossicum*. Заражение было произведено при помощи введения в организм зебу заразной крови. Но на одного зебу мы посадили клещей *Ixodes ricinus*, переносчиков возбудителя северозападного пироплазмоза *Babesiella bovis*. После инкубационного (скрытого) периода, продолжительность которого колеблется между 31 и 42 днями, в крови зебу появились введенные им паразиты. Однако, нас несколько смущал длинный инкубационный период, и мы в нашей 1-й статье по этому вопросу (напечатанной в *Centralblatt f. Bakteriologie*, 1932, т. 124, стр. 465), указали, что возможно, что зебу обладают некоторой, хотя не абсолютной невосприимчивостью против возбудителя пироплазмозов, но не исключено, что в дальнейшем эта относительная резистентность будет побеждена.

В следующем 1932 г. мы несколько изменили наш метод работы. Когда ЗАКНИЗИ отступилось от зебу АЗОСа в пользу АЗВЕТНИИ, то оно поставило такое условие: чтобы зебу были выпущены вместе с контрольным крупным домашним скотом на зараженное поле. Хотя нами такое условие и было принято, но мы были заранее уверены, что исполнение его ни к чему не приведет, так как все взрослые зебу, несомненно, еще в молодом возрасте переболели пироплазмозом и теперь являются иммунными. Наше предположение вполне оправдалось: зебу пробыли на зараженном поле 167 дней (контрольная группа пробыла 90 дней), и ни одно животное не заболело, тогда как из свежих прибывших 45 телят, выпущенных на это поле, несколько голов заразилось пироплазмозом и пали.

Затем мы провели с зебу еще несколько доказательств в пользу того, что зебу содержит в своей крови пироплазмид. Всем зебу и контрольной группе было сделано кровопускание (по 1—2 литра), и через 24, самое позднее через 48 часов после этого в крови этих животных были найдены гондерии и у некоторых пироплазмы (*Piroplasma bigeminum*). Не довольствуясь этим, мы взяли у зебу-матерей кровь, и заразили ею 5 зебу-телят — и все телята заразились *Piroplasma bigeminum*, *Franciella colchica* (оба возбудителя кровавой мочи), анаплазмами и гондериями. То же самое было и в контрольной группе.

Таким образом, этими способами мы выяснили, что взрослые зебу, как материал для испытания их на заражение различными пироплазмидами (в том числе и на зараженном пастбище) не годятся, как уже раньше переболевшие и в настоящее время имеющие латентную инфекцию (или относительный иммунитет, премунитию).

Поэтому для опытов заражения мы совершенно отвели взрослых зебу и взяли зебу-телят, которых и заражали различными пироплазмидами.

В условиях Азербайджана наиболее страшными и губительными являются тейлерииоз (*Theileria annulata*) и пироплазмозы (*Piroplasma bigeminum* и *Franciella colchica*). Мы вводили зебу-телятам кровь, и телята все заразились ими и некоторые падали. Гондериями и анаплазмами они также заражались, но вызываемые ими переболевания переносились легко. Третьим возбудителем кровавой мочи — северо-западной *Babesia bovis* — мы заразили при помощи клещей. Таким образом, наш опыт удался во всех отношениях и доказал, что зебу могут также заражаться пироплазмидами, как обыкновенный крупный домашний рогатый скот.

Ссылки зоотехников на Соединенные Штаты, где зебу „удачно“ заселяют берега Мексиканского залива, в наших глазах не имеет никакого значения. По этому поводу мы обратились с письмом в вашингтонское Бюро Животноводства (Bureau of Animal Industry), на что заведующий Зоологическим отделом д-р Холл (M. C. Hall) прислал нам любезное письмо, в котором он сообщает, что их данные о резистентности зебу к клещам и пироплазмидам зиждутся исключительно на наблюдении, и они не имеют никаких экспериментальных данных для того, чтобы утверждать или отрицать этот факт.

В дальнейшем автор письма принимает все наши опытные данные. Для борьбы же с пироплазмозом в Соединенных Штатах применяется борьба с клещами. Таким образом, заселение берегов Мексиканского залива зебу имеет меньше всего в виду их „стойкость“ к пироплазмозам. Кроме того, можно указать на целый ряд стран (в Южной Америке — Аргентина, Уругвай, Бразилия; в Африке — Южная и Северная), где борются с пироплазмозами при помощи зебу и не думают. Известный в животноводстве Марокко ветеринарный врач Вело (Velu) не так давно писал мне, что в Марокко скотоводы вздумали было бороться с пироплазмозами тоже при помощи зебу; но он будучи знакомым с работой автора этих строк и Коль-Якимовой, отговорил их это делать, так как это привело бы только к бездельной трате денег, не принося никакой пользы. Вовсех только-что перечисленных странах борьба с пироплазмозами ведется при помощи других способов: иммунизации и борьбы с клещами-переносчиками при помощи противоклещевых ванн и перемены пастбищ. На этот путь стала и русская ветеринария: ванны на юге (Северный Кавказ, Закавказье, Средняя Азия) и иммунизация (Северо-западная часть европейской СССР).

Затем многие зоотехники совершенно незнакомы с положением дела пироплазмозов в Соединенных Штатах и в СССР. Там имеется только один пироплазмоз, вызываемый *Piroplasma bigeminum*, и только недавно в некоторых штатах был найден анаплазмоз. В СССР лишь на юго-востоке имеется 6 пироплазмид: *Piroplasma bigeminum*, *Franciella caucasica*, *Franciella colchica*, *Theileria annulata*, *Gonderia mutans* и анаплазма, кроме имеющихся в других частях Союза 4 или 5 других. Если зоотехники думают, что зебу являются резистентными к северо-американской *Piroplasma bigeminum*, то это еще не значит, что они будут резистентными по отношению к *Franciella colchica* и *Theileria annulata*, а наши опыты именно доказали, что зебу легко подвергаются заражению этими паразитами.

Как вывод из наших работ вытекает следующее:

Зебу являются восприимчивыми к заражению пироплазмидами, которыми переболевают и дают отход. Мнение о их невосприимчивости к этим паразитам не подвергается. Заражение происходит не только в порядке эксперимента (кровью), но и в порядке естественном (клещи). Клещи могут хорошо прикрепляться к их коже, и никакой жиропот для них не страшен.

В заключение добавим, что зоотехники от слов скоро перешли к действию: в 1932 г. ими было закуплено в Ленкорани около 200 зебу, которых они переправили для метизации на северный Кавказ.

Наша работа была отправлена в НКЗем, где была передана на рассмотрение междеpartmentальной комиссии из представителей ВИЖа и Института экспериментальной ветеринарии, которая пришла к заключению, что постановку массовой гибридизации зебу с местным скотом с целью выведения невосприимчивой к пироплазмозам породы, учитывая наши опыты, считать целесообразной, хотя желательно такие опыты про-

вести на крупных индийских зебу. Можно заранее сказать, что и индийские зебу точно также будут хорошо заражаться пироплазмами.

Мы думаем, что наша работа, таким образом, избавила государство от бесцельной траты больших сумм на приобретение зебу.

Проф. В. А. Якимов.

Электрический червекопатель. За последнее время все более широкий интерес начинает привлекать к себе вопрос о влиянии электромагнитной энергии на животный организм. С этой точки зрения небезынтересна статья В. Р. Вальтона, напечатанная в феврале 1933 г. в журнале Вашингтонского Энтомологического общества¹ об особом приборе, появившемся в Америке в магазинах рыболовных принадлежностей, который получил название „Электрического червекопателя“.

Новый аппарат предназначен для употребления в домашнем хозяйстве для извлечения земляных червей (*Lumbricus terrestris*) к поверхности почвы электрическим током от цепи с напряжением в 110—120 В.

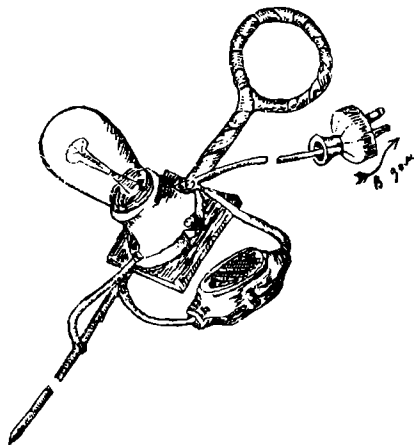
Коммерческий аппарат, предлагаемый в рыболовных магазинах, в основном состоит из 2 электродов 18—24 дюйма длиной, каждый из которых заострен на нижнем конце, а на верхнем конце несет изолированную ручку. Ниже ручек к каждому электроду присоединено по одному из концов провода. Аппарат может быть приключен к домашней электрической проводке.

При употреблении аппарата электроды втыкаются в почву на расстоянии от 3 до 4 футов один от другого на глубину от 8 до 12 дюймов. Когда это сделано, и ток пущен, черви начинают собираться к поверхности, а иногда и совсем выходят на поверхность, при чем для этого требуется всего, от 1 до 1½ минут времени. Аппарат действует лучше, если употребляется в ночное время, но и при полном дневном свете отрицательно фототаксичные черви вылезают к самой поверхности.

При испытании такого аппарата Вальтоном оказалось, однако, что далеко не все дождевые черви, находящиеся в данном месте, вылезают к поверхности. Было замечено также, что все черви вылезают около одного и того же электрода. Причину этого Вальтон видит в том, что один провод сети электрического освещения заземлен или коротко присоединен к водопроводу, и основное протекание электрического тока происходит не между обоими электродами, а между открытым или „теплым“ электродом и относительно огромной поверхностью домашней водной системы.

Свое объяснение Вальтон подтверждает тем обстоятельством, что при вытягивании бездействующего электрода черви продолжают выходить к поверхности совершенно также, как если бы в аппарате участвовало два электрода.

На основании этого обстоятельства, Вальтон упростил аппарат, оставив лишь один проводник, а для того, чтобы определить, когда штепсель входит в соединение с незаземленным проводом, с электродом соединяется электрическая лампочка вместе с ее патроном. Это было выполнено путем прикрепления обыкновенного фарфорового лампового патрона к верхней части электрода, в который ввинчивается двадцативаттная лампочка (см. фиг.).



Если при втыкании электрода и включении штепселя лампа не зажигается, это указывает на то, что используется заземленная сторона цепи; тогда является необходимым только вытянуть вилку и переставить ее в другое гнездо штепселя. Для выключения лампы, когда это нужно, введен особый провод через концы лампового патрона с надавливающимся, подвижным кнопочным выключателем (см. фиг.).

Вальтон не советует брать лампы сильнее 20 ватт, так как при ночном употреблении аппарата свет производит на червей отпугивающее действие. Слабосильная лампа на электроде полезна также для обнаружения появившихся на поверхности червей, при употреблении аппарата в ночное время. Упрощение электрического червекопателя удалением ненужного 2-го электрода гарантирует от возможного в противном случае короткого замыкания и потухания света при случайном соприкосновении двух электродов.

В. В. Яхонтов.

¹ W. R. Walton. The Reaction of earthworm to alternating current of electricity in the soil. — Proceedings of the Entomological Society of Washington, vol. 35, No 2, February 1933, pp. 24—27.

НЕКОТОРЫЕ ХИМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЖИЗНИ¹

Ф. Г. ГОПКИНС

ПРЕЗИДЕНТ ROYAL SOCIETY И ПРОФЕССОР КЕМБРИДЖСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

От редакции. Редакция помещает полностью речь Ф. Г. Гопкинса, президента Royal Society и профессора биохимии Кембриджского университета, по двум соображениям.

Во-первых, публикуемая речь интересна тем, что она дает обзор истории, современного состояния и задач биохимии. В СССР с его бурным ростом культуры, науки и техники, речь такого выдающегося специалиста, как Гопкинс, послужит превосходным введением для ознакомления широких кругов научных работников с молодой, но завоевывающей все большее теоретическое и практическое значение отраслью биологии.

Во-вторых, приводимая речь дает советскому читателю материал, характеризующий социальную и идеологическую обстановку, в которой находится современная буржуазная наука.

С этой стороны интересны методологические позиции самого Гопкинса, его махизм, представление о биохимии, как о науке, которая дает „описание молекулярной динамики в объективных химических терминах“, и проводимое им на этой основе сочетание механицизма с причесанным витализмом. Представляют, далее, интерес социальные взгляды Гопкинса, который, хотя и видит, что наука эксплуатируется „хищными умами“, грабящими весь мир, но, избегая классового анализа, уверяет, что главная опасность в „стадных чувствах“, в том, что „некоторые нации выказывают дух эгоизма и опасного шовинизма“.

Филистерский страх перед революционным переустройством общества приводит Гопкинса к маниловским мечтаньям насчет планирования и создания „Дома“, который занимается синтезированием всего наличного знания и борьбу классов разрешает „мудрым“ применением достижений современной биологии.

Для советского читателя представляет большой интерес весь круг вопросов, поставленных автором в статье или только намеченных между строк: сознание опасности, в которой находится буржуазная цивилизация, реакционные выводы из современной науки, недоверие и разочарование в знании и технике использование буржуазной науки в качестве разрушительной силы и т. п.

Статья дает наглядное представление о том комплексе явлений, который на страницах „Природы“ уже освещался, как кризис капитализма, его науки и культуры, о тех процессах, которые могут быть поняты только в свете учения Маркса, Энгельса, Ленина и Сталина.

I

Британская Ассоциация возвращается в Лейчестер с уверенностью в приеме таком же теплом, как двадцать шесть лет назад, и в таком же благодушном гостеприимстве. Возобновленное приглашение, с готовностью принятое, говорит о взаимной высокой оценке, основанной на прежнем опыте. Хозяева и гости имеют ныне основания для взаимных поздравлений. Ассоциация при втором посещении находит Лейчестер изменившимся во многом. Ныне это полноправный город и местопребывание епископа. Тут есть научный центр, много прекрасных зданий, не существовавших в наш первый визит, и другие доказательства общественной предприимчивости. Граждане Лейчестера, с другой стороны, узнают, что Ассоциация после пользования их гостеприимством праздновала свой столетний юбилей, посетила четыре раза отдаленнейшие части импе-

¹ Президентская речь, читанная перед Обществом содействия науке 6 сент. 1933 г. в Лейчестере (напечатана в Supplement to „Nature“, т. 132, № 3332, 9 IX 1933, стр. 381—394).

рии и поддерживала все годы неуменьшенную свою полезную и важную деятельность.

В 1907 г., как вы знаете, президентское кресло занимал Давид Гилл, знаменитый астроном, которого к несчастью, как и многих его слушателей, уже нет больше с нами. Сэр Давид в своей речи имел дело с разделами (асpekтами) науки, характеризующимися очень точными измерениями. Так ценимая и восхваляемая им точность развита еще современной физикой, и нынче так велика, что ее методы обладают подлинной эстетической красотой. В противоположность этому, я должен говорить об отрасли экспериментальной науки, которая имеет дело с живыми организмами и поэтому находится в ином положении в отношении измерений. В самой сути биологических систем лежит неизбежная сложность, и требования точного измерения здесь недостижимы. Многие даже полагают, что при исследовании жизни мы скоро встречаемся с явлениями, которые недоступны измерению. Я надеюсь убедить вас, однако, что данные современной биохимии, которые будут предметом моих замечаний, были получены количественными методами, способными оправдать выводы, основанные на них.

Хотя размышления о происхождении жизни доставляют удовольствие многим, однако, все, что мы знаем об этом, это то, что мы ничего не знаем. Джинс однажды предположил, хотя и без убеждения, что возникновение жизни могло быть болезнью материи, болезнью ее старости. Многие биологи, я полагаю, согласны с тем, что начало жизни есть наиболее невероятное и наиболее значительное событие в истории вселенной — и довольствуются этим положением.

Мы должны признать, однако, что жизнь имеет одно фундаментальное свойство. Где бы и когда бы она ни появилась — быстрое возрастание энтропии, производимое остальной вселенной, задерживается. Мы не имеем достаточных доказательств того, чтобы жизнь в каком-либо проявлении обходила второй закон термодинамики, — но она ставит барьеры наспадающему потоку энергии и строит резервуар потенциала для своих замечательных проявлений. Задержка деградации энергии в живой природе есть первичная биологическая концепция. С нею связано понятие организации, также очень важное.

Почти невозможно избежать абстрактных способов обсуждения вопросов жизни; однако, мы наблюдаем ее всегда лишь в организованных материальных системах, и в них должны искать механизмы, задерживающих падение энергии. Эволюция установила здесь разделение труда. С давних пор удивительное действие структур, содержащих хлорофилл, было западней, задерживающей и перерабатывающей лучистую энергию — обреченную иначе на деградацию, и так доставляло силу почти для всего органического мира. Невероятно, однако, чтобы такой сложный механизм был уже построен в первых стадиях развития жизни. Существующие сейчас организмы показывают, что было более ранним методом. Так называемые автотрофные бактерии получают энергию для роста посредством каталитических реакций окисления веществ, целиком принадлежащих неорганическому миру, как сера, железо, аммиак, и даже свободный водород. Эти организмы не требуют солнечной энергии, но

они отстают в эволюционном развитии, ибо их методу не хватает экономности. Другие существующие организмы, как, напр., пурпурные бактерии, сделали дальнейший шаг по пути к большей экономичности, но не достигли уровня зеленой клетки. Они обходятся без свободного кислорода и, однако, получают энергию из неорганического мира. Они осуществляют процесс, в котором восстанавливается двуокись углерода и одновременно окисляется сероводород. Частицы первого активируются солнечной энергией, улавливаемой этими организмами с помощью их пигментов.

Должны ли мы считать, что жизнь существует в еще более простых системах, чем бактериальная клетка? Мельчайшие фильтрующиеся вирусы, изучаемые сейчас в связи с инфекциями, возбуждают большой интерес к поставленному вопросу. Мы не знаем еще наверняка — живые ли то организмы? В некотором смысле они растут и размножаются, но, насколько мы знаем, только как обитатели живых клеток. Если, тем не менее, они живые, — это заставило бы нас предположить, что они не могут самостоятельно добывать энергию и, таким образом, не могут представлять первые формы появления жизни. В настоящее время, однако, приходится оставить обсуждение их биологического значения. Крайне желательно более полное знание всех способов добывания энергии для жизненных процессов.

Во всяком случае каждая живая единица является трансформатором энергии, полученной тем или иным способом, и наука биохимии глубоко связана с этими превращениями. Я буду говорить именно об этой науке, и, если я отдам ей много места в своей речи, то моим оправданием послужит то, что с тех пор как биохимия развилась в обширную область науки, она не имела еще представителя в кресле, которое я занимаю.

Как прогрессивная научная дисциплина, она принадлежит нашему веку. Физиологи-экспериментаторы прошлого столетия дали ей патент на существование, а немногие пионеры — обещание успехов; но в части действительной помощи в основной задаче прошлый век оставил ей лишь малое наследство фактов и методов. Подлинной целью биохимии я считаю верное и понятное описание молекулярной динамики в живых клетках и тканях.

II

Когда наше общество начало свою историю в 1831 г. — первому искусственному синтезу биологического вещества было всего три года. Навивное убеждение в существовании непреходимой грани между органическим и неорганическим миром только лишь лишилось своих оснований. С тех пор, на протяжении ста лет существования, общество видело, как маятник качался взад и вперед между откровенной физико-химической концепцией жизни и различными сортами витализма. Для современной науки характерно, что клики давней борьбы между механистами и виталистами сейчас редко слышны. Кажется, в самом деле, что утомленные битвой в туманной атмосфере противники удалились в свои палатки выждать света прогрессирующего знания. Воз-

можно, однако, что они сейчас борются под именами детерминистов и индетерминистов. Если это так, то исход их спора очень интересен. Во всяком случае я счастлив, что, правильно понимая, моя речь не должна поднять старых споров. Заявлять, как я это заявляю, что описание активной химической стороны должно быть много для правильного описания жизни — не значит сводить живые организмы только к физико-химической системе. Это только значит, что в определенном разрезе динамической организации, организм может быть логично описан с помощью одних физикохимических терминов. В этом разрезе мы можем надеяться получить описание, которое было бы так же полно, как описание и морфологической стороны организации. Могут быть, однако, высшие разрезы, требующие для обсуждения совершенно иных терминов.

Я хочу, однако, напомнить вам об одном подходе к рассмотрению материальной основы жизни, который — хотя он преобладал именно в период увлечения физикохимической интерпретацией — был почти так же вреден для продуктивной химической мысли и исследования, как любое из заявлений витализма. Это — представление материальной основы жизни, как единого целого, как определенного, хотя и сложного химического соединения. Почти до самого конца прошлого века, да и теперь еще, термин „протоплазма“ означал именно такое целое в представлении многих. В своей блестящей президентской речи на собрании общества в Данди двадцать два года тому назад, Шарпэй-Шэфер, указав на немногочисленность элементов, составляющих живое вещество, продолжал: „Комбинация этих элементов в коллоидальном соединении представляет физическую основу жизни; и, когда химик сумеет построить это соединение, он, без сомнения, сможет продемонстрировать нам явления, которые мы обычно связываем с термином „жизнь“. Такое соединение, повидимому, соответствует „протоплазме“ многих биологов, хотя, быть может, и трактуется недостаточно почтительно. Заявление президента, казалось бы, должно было подбодрить биохимиков; но предложенное разрешение оказалось иллюзорным, и усилия были направлены по другим путям.

Пока термин „протоплазма“ удерживает морфологическое значение, как в классической цитологии, он может считаться удовлетворительным и сейчас, хотя всегда означает абстракцию. Однако, когда обмен веществ со всею жизнедеятельностью, которую он поддерживает, начинают конкретно приписывать гипотетическим свойствам протоплазматического комплекса, как целого, или когда полагают, что вещества подвергаются изменениям только потому, что они в живой клетке входят (причем теряют свою молекулярную структуру и свойства) в состав этого комплекса, который является неисповедимым очагом циклических превращений — тогда мы уже впадаем в серьезный обскурантизм.

Ведь если бы такое представление оказалось верным, — старый упрек химикам, что, как только они прикасаются к живой материи, она немедленно становится мертвой материей — оказался бы также правильным. Очень известный химик-органик, давно умерший, сказал мне однажды в конце восьмидесятых годов: „Химия живого? Это химия

протоплазмы; это суперхимия; ищите, мой юный друг, себе других задач“.

Исследования двадцатого столетия, однако, дали оправдание оптимизма немногих ученых, которые начали работать в те дни. Будь у меня время, я мог бы иллюстрировать это многочисленными примерами; но я полагаю, что и единственная иллюстрация будет достаточной для показа изменения взгляда на биохимию в последние годы. Я попрошу вас обратить внимание на язык, употреблявшийся тридцать лет тому назад для описания химических процессов в деятельности мышце и сравнить его с языком наших дней. В 1895 г. Михаил Фостер, вдумчивый физиолог, касаясь дыхания тканей, и в частности вопроса о связи активности мышцы с содержанием в ней кислорода, изложил господствующий взгляд, который я коротко резюмирую. Кислород, попадающий в мышцы из крови, не производит непосредственного окисления, но входит в состав мышечного вещества. Он исчезает в каком-то протоплазматическом комплексе, которому сообщает нестойкость. Этот комплекс, как все живое вещество, должен рассматриваться как непрерывно изменяющийся двояким образом: он строится и распадается. При работе преобладает последнее, и в случае мышцы рассматриваемый комплекс распадается и доставляет энергию для сокращения: „Мы, однако, не можем проследить — замечает Фостер — стадии, проходимые кислородом от поступления его из крови в мышечное вещество и до момента появления в соединении с углеродом в двуокиси угля. Вся тайна жизни скрытана в этом процессе, и в настоящее время мы должны удовольствоваться знанием начала и конца его“. Что мы можем сказать сегодня о дыхании мышцы и об изменениях, связанных с ее деятельностью, требует, как я уже указал, иного языка; для тех, кто не интересуется изменением специальных химических взглядов, уже изменение языка может быть показательно. Представление о непрерывном построении и распаде мышечного вещества, как целого, содержит лишь немного истины. Коллоидальная структура мышцы есть, так сказать, аппарат, относительно стойкий, как целое, при нормальном мышечном обмене, и в существенных частях даже весьма стойкий. Происходящие в этом аппарате химические реакции прослежены с поразительной полнотой. Именно углеводные запасы, отличные от самого аппарата (а в некоторых условиях также запасы жира), подвергаются постоянным окислениям, и являются последними источниками энергии для мышечной работы. Среди последовательных этапов химического распада углеводов существенным является промежуточное соединение сахара (гексозы) с фосфорной кислотой — образование эфира. Это является необходимым для осуществления следующей стадии, именно образования молочной кислоты из сахара, что происходит анаэробно. Детальные превращения сахара при комбинировании с фосфорной кислотой в высшей степени замечательны с химической точки зрения. Лишь совсем недавно удалось их открыть. Одна половина молекулы сахара превращается в частицу глицерина, а другая в частицу пировиноградной кислоты. Затем, теряя два атома водорода, глицерин дает молочную кислоту, а пировиноградная кислота, присоединяя

эти два атома, тоже дает молочную кислоту. Получается, следовательно, что водород переходит от частицы глицерина, остающегося в комбинации с фосфорной кислотой, к частице пировиноградной кислоты, и в результате получаются две частицы молочной кислоты. Молочная кислота затем окисляется в круговом процессе (на котором я не стану останавливаться) и доставляет энергию, потребную мышце.

Но энергия этого окисления вовсе не используется прямо для акта механического сокращения. В самом деле, окисление происходит не до, а после сокращения. Освобожденная при этом энергия служит для ресинтеза креатинфосфорной кислоты, распад которой на более ранней стадии цепи реакций является непосредственным источником энергии сокращения. Эти химические реакции даже еще сложнее, так как оказалось, что для передачи энергии окисления углевода к системе, которая синтезирует креатинфосфорную кислоту, требуется еще промежуточная реакция, именно посередине распад и ресинтез аденилпиррофосфорной кислоты. Была прослежена последовательность этих химических реакций в мышце, и было установлено отношение их по времени к фазам сокращения и расслабления. Способ передачи энергии от одной реагирующей системы к другой до последнего времени был совсем темным, но производимые работы бросают свет и на этот вопрос, и уже начинает выясняться (хотя только начинается), как в последней стадии энергия химической реакции превращается в механическое действие. Мимоходом заметим, что иллюстрацией единства жизни является близкое сходство процессов сбраживания сахара дрожжевыми клетками и процессов в живой мышце. На ранних стадиях они идентичны, и мы знаем теперь, где именно они расходятся. Вы, вероятно, поразились сложностью превращений, лежащих в основе деятельности мышцы, но вы должны вспомнить, что она является очень сложной специализированной машиной. Прямое сжигание горючего не подходит для ее сложной организации. Я хотел бы почувствовать, что мое краткое описание фактов дает вам представление, насколько наше современное знание более определено, более химично, чем во времена Михаила Фостера. Возможность проследить ход таких упорядоченных химических реакций в их связи с различными сторонами жизнедеятельности характеризует современное состояние биохимии. Я выбрал случай мышцы, — и он будет моим единственным примером, — но много подобных упорядоченных реакций изучено — от бактерий до мозга. Некоторые оказались общими, другие более частными. Хотя мы еще не имеем полной картины ни в одном случае, но мы уже можем связывать воедино немалое число кусков, мы на верном пути к прогрессу.

Я должен ограничить область обсуждения — и перехожу к значению молекулярного строения для свойств живых систем. Я хотел бы убедить вас, что молекулы в этих системах проявляют те же свойства их структуры, что и в лаборатории химика-органика. Эта тема не нова, но она великолепно иллюстрирует прогресс биохимии. Не так давно один известный биолог, верующий в протоплазму, как целое, писал „живая протоплазма не является обычным химическим сое-

динием, и поэтому не имеет молекулярной структуры, в химическом смысле этого термина". Таково было общее мнение. Можно заметить, далее, что после привлечения на помощь коллоидной химии, проявилась склонность обещать вопросы биохимии в менее специфических терминах коллоидных свойств, фазовых поверхностей, перепонки, и т. д., без достаточного внимания к специфичности, которую определяет молекулярное строение, — раз дело идет о химических реакциях. Указав на их значение, я не стану останавливаться на обсуждении природы коллоидальных систем клеток и тканей, хотя они очень важны. Я буду продолжать рассмотрение химических реакций, происходящих в этих коллоидных системах (структурах). Укажу еще лишь на то, что коллоидные структуры проявляют на своей поверхности сложное молекулярное строение, что доказывают явления катализа, без которого не было бы реакции; если бы поверхность коллоидальных структур не была снабжена катализаторами, живые существа были бы статическими системами.

Я полагаю, что с явлениями катализа все мы в общих чертах знакомы. Вы знаете, что катализатор играет лишь переходящую роль в химических событиях, которые он, тем не менее, вызывает, и которыми управляет. Он остается неизменным, когда превращения закончились. Явления катализа, хотя и открытые в начале прошлого века, мало занимали химическую мысль и исследования, — пока немного лет назад не обнаружилось, что катализаторы имеют большое значение в промышленности. Однако, катализ является одним из наиболее значительных изобретений природы, поскольку он сообщает живым системам их фундаментальное свойство — быть трансформаторами энергии; все указывает, что катализ должен был играть важную роль уже в самых ранних стадиях существования и эволюции органического мира.

Катализаторы живой клетки суть ферментные структуры, проявляющие свое действие на поверхности коллоидальных частиц или на иных поверхностях внутри клетки. Текущие исследования продолжают увеличивать число известных энзимов, которые могут быть выделены из живой клетки, или обнаружены в ней, — и увеличивают наше знание их индивидуальными действиями.

Молекула внутри живой клетки остается в неактивном состоянии и не вступает в реакцию, пока на одной из таких поверхностей она не столкнется с энзиматической структурой, известным образом приспособленной к ее собственной структуре. В этом взаимодействии (ассоциации) неактивная молекула становится „активированной“ (употребляя современный термин) и вступает на определенный путь изменения. Одна сторона энзиматического действия, которую я хотел бы особенно подчеркнуть, — это ее высокая специфичность. Каждый энзим вообще приспособлен для эффективных взаимодействий только с одним видом молекул, или самое большее — с несколькими, близкими по строению. Кинетические исследования показывают с несомненностью, что какое-то химическое комбинирование энзима и соответствующей молекулы должно предшествовать активированию последней; для такого комбинирования должно

быть тесное соответствие структуры. Многие помнят, что уже давно Эмиль Фишер обнаружил различие энзиматического действия на оптические изомеры и говорил о необходимости соответствия, — такого же, как у ключа к замку.

Есть очень важное следствие этой высокой специфичности биологических катализаторов, — к нему я и хочу привлечь ваше внимание. Живая клетка есть арена многочисленных реакций, и для того, чтобы она могла сохранять свою индивидуальность, как целый организм в данной среде, эти реакции должны быть очень организованы. Они должны быть определенного вида и происходить взаимно согласованно в смысле скорости, последовательности, и в других отношениях. Они должны быть, как целое в динамическом равновесии и должны возвращаться к нему после нарушений. И вот, если, каждый из найденных в клетке ферментов обладает высокой специфичностью, — эта именно специфичность должна быть могущественным фактором в создании организации.

Рассмотрим случай отдельной клетки в надлежащих отношениях с ее средой, — будет ли то внутренняя среда, как в случае тканевых клеток высших животных, или внешняя, как в случае одноклеточного организма. Материалы для поддержания жизни клетки поступают в нее из окружающей среды. Выбор среди этих веществ первично определяется проницаемостью, но более важным в этом выборе веществ является специфичность клеточных катализаторов. Часто говорят, что живая клетка отличается от неживых систем именно способностью выбирать из сложного окружения вещества, нужные для поддержания ее строения и жизнедеятельности. Но ведь это не жизненный акт, а именно природа специфических катализаторов определяет собой — что именно клетка „выбирает“. Если молекула проникает в клетку и не встречает там катализатора, ее активирующего, ничего не происходит далее, кроме некоторых ионных и осмотических явлений. Каждая же молекула, встретившая соответственный катализатор, уже не может избежать изменения и направления по одному из путей обмена веществ. Надо напомнить, что энзимы, как специфические катализаторы, не только ускоряют реакции, но и определяют их направление: например, молекула глюкозы превращается в молочную кислоту энзиматической системой мышц, и в спирт + углекислоту иной системой в дрожжевой клетке, — хотя, конечно, ее химические возможности одни и те же. Очень важно понять, что различные энзимы могут действовать последовательно и что специфический катализатор может так же направлять, как и выбирать. Если труднее всего изображать течение клеточных синтезов, то мы должны принять во внимание, что биологические синтезы могут и действительно осуществляются энзимами, и имеется достаточно фактов, подтверждающих мнение, что цепь специфических энзимов может направлять сложный синтез по путям, определяемым природой самих энзимов. Я мог бы развить далее эту сторону предмета, но боюсь огорчить ваше терпение. Я лишь добавлю, что энзиматические действия, хотя и очень важны, не являются единственными факторами химической организации клетки. Другие свойства ее коллоидальной структуры играют свою роль.

III

Ясно, что при организации, осознанной на координации множества химических превращений в живой клетке, она должна обнаруживать особую чувствительность к молекулам особой природы, проникающим в нее. Природа многих органических молекул такова, что они проникают в живую клетку и не производят эффекта. Те, которые соответствуют обмену веществ, подвергаются, понятию, нормальным изменениям. Некоторые, однако, действуют на клетку особым образом. Если эти действия оказываются высоко специфичными, то это значит, что проникающая молекула обладает строением, приравненным к строению каких-то веществ в самой клетке. Легко понять, что в таких мелких системах вторжение даже нескольких молекул может так изменить существующие равновесия, что поведение клетки глубоко изменится.

Такие влияния, хотя и не исключительно, достигают наибольшего значения в высших организмах: здесь отдельные ткани, различные химически, с дифференцированными функциями и отделенные пространственно, — действуют друг на друга посредством химических агентов, пересылаемых через кровообращение, таким образом, что достигается координация жизнедеятельности тела как целого. Связь посредством химических агентов должна быть сейчас признана основным свойством этих организмов. Правда, во всех них нервная система играет почетную роль субстрата высшей организационной деятельности; но мы теперь знаем, что и ее действия часто, если не всегда, осуществляются через посредство химических свойств молекул. Для моей темы очень важно, что достигающий ткани нервный импульс вызывает внезапное образование определенного вещества, в окончании нерва, что может быть существенным для ответа ткани на этот импульс. Общеизвестно, что импульс достигающий сердца через волокно нерва *vagus* вызывает ослабление ударов, или задержку более сильных. Это, конечно, часть нормального управления сердечной деятельностью. И вот, было показано, что, когда бы ни достиг сердца импульс, в нем появляется (освобождается) вещество — ацетил-холин. К этому было добавлено наблюдение, что и в отсутствие нервного воздействия введение различных минимальных доз ацетил-холина действует на сердце так, что воспроизводится во всех деталях эффект различного раздражения нерва. Более того, накапливаются факты, показывающие, что и в случае других нервов, принадлежащих к той же морфологической группе, и что *vagus*, но обслуживающих иные ткани; то же самое появление ацетил-холина сопровождает их деятельность и что химическое действие этого вещества на эти ткани воспроизводит и здесь точную картину, наблюдаемую при раздражении нервов. Более того, функции другой группы нервов противоположны функциям группы *vagus*; например, импульсы через некоторые волокна ускоряют биение сердца; снова химическое вещество освобождается в окончаниях этих нервов и имеет свойство ускорять биение сердца. Мы находим, следовательно, что такие ткани и органы отвечают на неспецифические физические изменения, достигающие нервов окончаний, лишь косвенно;

настоящем этапе развития. Особенно верно это в случае коллоидальных структур живых систем, — о которых я сказал так мало в своей речи.

IV

Как экспериментальная наука, биохимия, подобно классической физиологии, а также экспериментальной биологии, молчала и должна получить большинство своих данных из исследования изолированных частей организма, но частей, в которых продолжают динамические изменения. И хотя, к счастью, она обладает методами исследования реакций в неповрежденных живых клетках, неповрежденных тканях и, конечно, в неповрежденном животном, — все же можно заявить, что ее исследования частей последовательно увеличивают охват целого, которое она желает описать, как бы далек этот охват ни был от окончательного. Это заявление было подвергнуто сомнению с известной философской точки зрения. Не с точки зрения генерала Смутса, хотя в своей сильной речи на нашем столетнем юбилее он и подчеркивал, подобно многим современным философам, важность свойств, исходящих от системы как целого, и пригласил нас помнить, что часть в целом есть не то, что та же часть в отдельности. Он поспешил, однако, далее признать, что для экспериментальной биологии, как и для других отраслей науки, необходимо и логично приближаться к целому через его части. И не с точки зрения такого учителя, как А. Н. Уайтхед, было наше заявление подвергнуто сомнению, — хотя в его философии органического механизма нет реальной цельности, какого бы ни было рода, без внутренних и многих связей, и каждое целое — больше суммы своих частей. Тем не менее, я нашел в его работах утверждения *ad hoc*, прямо поддерживающие методы биохимии.

Вот, в учении Ж. С. Хальдана уже давно были подвергнуты сомнению наши методы. Некоторые, вероятно, вспомнят, что в своей речи на первой секции, двадцать пять лет назад, он описал философскую точку зрения, которую затем мужественно поддерживал во многих статьях. Д-р Хальдан считал, что для образованного биолога организм не есть проблема для анализа: он, как организм, аксиоматичен. Его существенные свойства аксиоматичны; наследственность, например, есть не проблема, но аксиома. „Задачей физиологии не является получение по кусочкам физико-химического объяснения физиологических процессов“ (я цитирую по речи 1885 г.), „но раскрытие наблюдением и экспериментом взаимных связей всех деталей структуры и деятельности организма, как проявлений его природы — яко организма“.

Я не могу претендовать на адекватное обсуждение здесь этих взглядов. Они часто обсуждались другими, быть может не всегда с достаточным пониманием. То, что в них верно — очень тонко, и я сомневаюсь, чтобы автору удалось найти подходящие слова, в которых он мог бы передать другим убеждение в той истине. Она включена в мировоззрение. Я считаю ненаучным в учении Хальдана априорный элемент, который ведет к предрассудкам перед лицом очевидности. Задача, которую он ставит физиологам, кажется тяжелой многим, и он забывает, что при правильном суждении исследование частей может вести к ценным интеллектуальным синтезам.

В 1885 г. он писал „нет сомнения, что будут найдены точки соприкосновения физических наук и биологии, но мы можем уверенно предсказать, что, когда они будут найдены, и одна из наук будет поглощена — это будет не биология“. Теперь он заявляет, что биология торжествует, ибо физика уже имеет дело не с Ньютоновскими системами, но подобно биологам, с организациями, — какими оказались атомы. Так не достаточно ли для моих сегодняшних целей указать, что мы ничего не знали об атомах, как целых, — пока не нашли, что некоторые распадаются спонтанно, а другие могут быть разложены на части в лабораториях?

Тут, однако, я должен попросить вас не подзрывать меня в желании свести все свойства живых систем, — или хотя бы наиболее ясные, — только к химической организации. Я уже высказал свое убеждение, что эта организация является основой одного поразительного свойства каждой живой клетки — ее способности сохранять динамическую индивидуальность в отличающемся окружении. Живые клетки выказывают еще другие характерные свойства; они растут, размножаются, наследуют и передают признаки. Различать плоскости организации в таких системах — значит абстрагировать от действительности; однако, логично предположить, что перечисленные свойства основаны на таком уровне организации, который в известном смысле выше, чем химический. С точки зрения биохимии главной является необходимость решить: согласованы ли и уверены ли экспериментальные данные в ее собственном разрезе, — который конечно, доступен определению. Это наверняка так в отношении данных, которые сейчас добывает биохимия. Никогда еще, за все время развития, химические связи не были нарушены воздействиями сверххимического рода.

Сверх того, ранее, чем предположить уровень организации, на котором химические управляющие агенты должны перестать действовать, следует соблюсти принцип умственной экономности (Оккэм), и убедиться в их недостаточности, — ранее, чем страдать по сверххимическим сущностям, как организаторам. Деление и дифференцировка клетки, пожалуй, могли бы оказаться наиболее далеки от регуляции просто химическими свойствами вещества, — это то деление и дифференцировка, которые происходят в период между оплодотворенным яйцом и готовым зародышем. И, однако, похоже на то, что пересылаемое вещество, по существу гормон, может играть значительную роль в этой замечательной драме. Несколько лет тому назад стало известным, что на ранних стадиях развития группа клеток, так называемый „организатор“ Шлеманна, индуцирует последовательные стадии дифференцировки в других клетках. Последние исследования как будто показывают, что бесклеточный экстракт из этого „организатора“ может действовать вместо него. Рассматриваемое вещество, как будто, не заперто в „организаторе“, но широко распространено снаружи (но не внутри) зародыша. Это представляет действительно замечательный случай химического действия.

Было бы неуместно в подобном обсуждении пытаться рассмотреть психо-физиологическую проблему. Как бы много мы ни узнали о мате-

витамином, но может быть обращен в теле в витамин А; эти и другие факты из исследований витаминов должны составить интересную главу в истории научных исследований.

В этом кратком обзоре гормонов и витаминов я касался лишь их действий в животном организме. Родственные вещества, однако, производящие аналогичные действия, имеют широкое и, быть может, общее биологическое значение. Известно, что многие микроорганизмы требуют для своего развития витаминно-подобных веществ, а недавние очень интересные исследования показали, что в высших растениях находятся вещества, вырабатываемые в специальных клетках, и стимулирующие рост других клеток, т. е. и растения в целом. Эти, так называемые, ауксины являются по существу гормонами.

Особо значительно для моей темы и является источником моего большого удовлетворения то, что значение действительной молекулярной структуры витаминов и гормонов быстро растет. Мы уже располагаем точными познаниями в отношении немалого числа их. Мы можем считать правильным убеждение, что через несколько лет это, знание достигнет размеров, достаточных для установления соотношения между молекулярным строением и физиологическим действием. Такую связь издавна искали для лекарств, и были обнаружены некоторые общие правила. Надо заметить, однако, что до самого последнего времени можно было рассматривать лишь структуру лекарств; растущее знание тканевых структур должно внести ясность в фармакологические действия.

Я не могу удержаться, чтобы не упомянуть здесь некоторых отношений, связанных с явлениями роста тканей. Будет удобно ввести некоторые специальные химические рассуждения при их описании, хотя я уверен, что эти отношения могут быть уяснены и без особого удара на таких деталях. Витамин, который обычно называется "А", важен для общего роста всего организма. Последние исследования доставили много сведений о его химической природе. Его молекула построена из частей, которые имеют, как выражаются химики, изопреновую структуру. Они конденсированы в длинную углеродную цепь, связанную с кольцевой структурой особого рода. Такое строение роднит его с другими биологическими веществами, в частности с некоторыми растительными пигментами, одним из которых является так называемый каротин — вещество, о котором я уже сказал, что оно может быть превращено в витамин. Однако, для того, чтобы оказать специфическое воздействие на рост, должны быть выдержаны все детали структуры витамина. Обращаясь к витамину D, действие которого является наиболее специфическим, управляя именно ростом скелета, мы находим, что структурными единицами являются опять-таки изопреновые радикалы. Но вместо образования длинной цепи, как в витамине А, они соединены в систему уплотненных колец. Подобные кольца составляют основной компонент молекул стеролов, — веществ, которые являются нормальными составными частями почти каждой живой клетки. Именно один из них, сам по себе недействительный, превращается ультрафиолетовыми лучами в витамин D. Мы знаем, что каждый из этих ви-

таминов стимулирует рост тканевых клеток. Теперь обратимся к случаю иной стимуляции роста, — патологической природы. Как вы несомненно знаете, давно известно, что долгое соприкосновение с дегтем приводит к раковому росту кожи. Очень важные исследования недавно показали, что только некоторые определенные составные части дегтя вызывают это явление. Было далее показано, что способность вызывать рак связана с определенным типом молекулярной структуры этих составных частей. Эта структура, подобно стеролам, есть конденсированные кольца, причем существенным различием оказалось то, что стероловые кольца гидрогенизированы (выражаясь химическим языком) а кольца молекул, вызывающих рак, нет. Действительно, гидрогенизация уничтожает их активность. Вспомните, однако, гормон личинок — эстрин. Молекулярная структура эстрина имеет в основном кольчатую структуру стерола, но одно из колец не гидрогенизировано. Таким образом, химическая природа эстрина связывает витамин D со структурной веществ, вызывающих рак. Далее было обнаружено, что вещества с ярко выраженной способностью вызывать рак, могут производить эффекты в теле, подобно эстрину. Сталкиваясь с такими отношениями трудно не предположить: не может ли стероловый обмен, нормально дающий вещества стимулирующие физиологический рост, быть так извращен в особых условиях, что дает вещества, стимулирующие патологический рост? Такое предположение может быть при современном состоянии науки принято лишь с большой осторожностью. Оно совершенно не подтверждено экспериментально. Главная цель моего упоминания об этих интересных отношениях состояла в подчеркивании важности химического строения в вопросах биологических процессов. В неповрежденном теле человека и животных удается наблюдать только конечный результат глубокого воздействия на живые клетки и ткани минимальных количеств веществ, с их припорошенной структурой. Несомненно, что только благодаря тонкой и чувствительной организации химических превращений в каждой клетке и ткани, наблюдаемые эффекты пропорционально так велики.

Непосредственной задачей биохимии является исследование механизма подобных действий. Она должна описывать в объективных химических терминах, как именно и где молекулы гормонов и витаминов вторгаются в химические процессы обмена веществ. Она действительно уже принялась за эту задачу, не стоящую вне пределов ее методов. Усилия в этом и иных направлениях должны быть связаны с быстрым ростом знания всей области химической организации живых организмов, и на этот рост мы глядим с уверенностью в будущем. Надежда именно здесь. Современные методы еще много могут дать: но я уверен, что прогресс должен получить большой толчок от применения тех новых методов исследования, которые химия унаследовала от физики: рентгенограммы, современные исследования мономолекулярных поверхностных слоев, и химических реакций на поверхностях; современная спектроскопия, количественное развитие фотохимии; ни одна отрасль исследования не связана так с прогрессом техники, как биохимия на ее

настоящем этапе развития. Особенно верно это в случае коллоидальных структур живых систем, — о которых я сказал так мало в своей речи.

IV

Как экспериментальная наука, биохимия, подобно классической физиологии, а также экспериментальной биологии, получала и должна получать большинство своих данных из исследования изолированных частей организма, во частей, в которых продолжают динамические изменения. И хотя, к счастью, она обладает методами исследования реакций в неповрежденных живых клетках, неповрежденных тканях, и, конечно, в неповрежденном животном, — все же можно заявить, что ее исследования частей последовательно увеличивают охват целого, которое она желает описать, как бы далек этот охват ни был от окончательного. Это заявление было подвергнуто сомнению с известной философской точки зрения. Не с точки зрения генерала Смутса, хотя в своей сильной речи на нашем столетнем юбилее он и подчеркивал, подобно многим современным философам, важность свойств, исходящих от системы как целого, и приглашал нас помнить, что часть в целом есть не то, что та же часть в отдельности. Он поспешил, однако, далее признать, что для экспериментальной биологии, как и для других отраслей науки, необходимо и логично приближаться к целому через его части. И не с точки зрения такого учителя, как А. Н. Уайтхэд, было наше заявление подвергнуто сомнению, — хотя в его философии органического механизма нет реальной цельности, какого бы ни было рода, без внутренних и многих связей, и каждое целое — больше суммы своих частей. Тем не менее, я нашел в его работах утверждения *ad hoc*, прямо поддерживающие методы биохимии.

Вот, в учении Ж. С. Хальдана уже давно были подвергнуты сомнению наши методы. Некоторые, вероятно, вспомнят, что в своей речи на первой секции, двадцать пять лет назад, он описал философскую точку зрения, которую затем мужественно поддерживал во многих статьях. Д-р Хальдан считает, что для образованного биолога организм не есть проблема для анализа: он, как организм, аксиоматичен. Его существенные свойства аксиоматичны; наследственность, например, есть не проблема, но аксиома. „Задачей физиологии не является получение по кусочкам физико-химического объяснения физиологических процессов“ (я цитирую по речи 1885 г.), „но раскрытие наблюдением и экспериментом взаимных связей всех деталей структуры и деятельности организма, как проявлений его природы — яки организма“.

Я не могу претендовать на адекватное обсуждение здесь этих взглядов. Они часто обсуждались другими, быть может не всегда с достаточным пониманием. То, что в них верно — очень тонко, и я сомневаюсь, чтобы автору удалось найти подходящие слова, в которых он мог бы передать другим убеждение в той истине. Она включена в мировоззрение. Я считаю ненаучным в учении Хальдана априорный элемент, который ведет к предрассудкам перед лицом очевидности. Задача, которую он ставит физиологам, кажется тяжелой многим, и он забывает, что при правильном суждении исследование частей может вести к ценным интеллектуальным синтезам.

В 1885 г. он писал „нет сомнения, что будут найдены точки соприкосновения физических наук и биологии, но мы можем уверенно предсказать, что, когда они будут найдены, и одна из наук будет поглощена — это будет не биология“. Теперь он заявляет, что биология торжествует, ибо физика уже имеет дело не с Ньютоновскими системами, но подобно биологам, с организмами, — какими оказались атомы. Так не достаточно ли для моих сегодняшних целей указать, что мы ничего не знали об атомах, как целых, — пока не нашли, что некоторые распадаются спонтанно, а другие могут быть разложены на части в лаборатории?

Тут, однако, я должен попросить вас не подзрывать меня в желании свести все свойства живых систем, — или хотя бы наиболее ясные, — только к химической организации. Я уже высказал свое убеждение, что эта организация является основой одного поразительного свойства каждой живой клетки — ее способности сохранять динамическую индивидуальность в отличающемся окружении. Живые клетки выказывают еще другие характерные свойства; они растут, размножаются, наследуют и передают признаки. Различать плоскости организации в таких системах — значит абстрагировать от действительности; однако, логично предположить, что перечисленные свойства основаны на таком уровне организации, который в известном смысле выше, чем химический. С точки зрения биохимии главной является необходимость решить: согласованы ли и уверены ли экспериментальные данные в ее собственном разрезе, — который конечно, доступен определению. Это наверняка так в отношении данных, которые сейчас добывает биохимия. Никогда еще, за все время развития, химические связи не были нарушены воздействиями сверххимического рода.

Сверх того, ранее, чем предположить уровень организации, на котором химические управляющие агенты должны перестать действовать, следует соблюсти принцип умственной экономности (Оккэм), и убедиться в их недостаточности, — ранее, чем страдать по сверх-химическим сущностям, как организаторам. Деление и дифференцировка клетки, пожалуй, могли бы оказаться наиболее далеки от регуляции просто химическими свойствами вещества, — это то деление и дифференцировка, которые происходят в период между оплодотворенным яйцом и готовым зародышем. И, однако, похоже на то, что пересылаемое вещество, по существу гормон, может играть значительную роль в этой замечательной драме. Несколько лет тому назад стало известным, что на ранних стадиях развития группа клеток, так называемый „организатор“ Шпемана, индуцирует последовательные стадии дифференцировки в других клетках. Последние исследования как будто показывают, что бесклеточный экстракт из этого „организатора“ может действовать вместо него. Рассматриваемое вещество, как будто, не заперто в „организаторе“, но широко распространено снаружки (но не внутри) зародыша. Это представляет действительно замечательный случай химического действия.

Было бы неуместно в подобном обсуждении пытаться рассмотреть психо-физиологическую проблему. Как бы много мы ни узнали о мате-

риальных системах, которые в целом связаны с сознанием, природа этой связи еще останется проблемой. Интерес к этой проблеме настоящей и она постоянно возникает в наших мыслях. Ее существование, однако, не оправдывает предубеждения против ценности связанного знания, которое материальные системы дают исследователю.

V

Я полагаю, вам стало ясно, что химический способ мышления, — каковы бы ни были его ограничения, — призван оказать глубокое влияние на биологическое мышление. Если, однако, биохимик когда-либо уклонится в сторону переоценки значения своих вкладов в биологию, или недооценки множества проблем, лежащих вне его области, ему следует на некоторое время оставить лабораторию и отправиться в поле, или хотя бы в музей, чтобы вспомнить о бесконечном множестве приспособлений, на которые способна жизнь. Он тогда будет работать с большей скромностью, — как бы ни была велика его уверенность в важности своих методов.

Не подожит, однако, сомнению, что биохимия, перешедшая от своих прежних работ с мертвыми биохимическими продуктами к исследованию активных химических процессов живого организма, стала отраслью прогрессивной биологии. Она открыла методы мышления о физическом базисе жизни, которые едва ли могли быть применены прошлым поколением. Такие данные и такие методы мышления проникают вглубь проблем, и должны явиться аспектами биологической мысли. Но эти аспекты, понятно, не охватывают целого. Биология во всех отношениях быстро прогрессирует, и ее значение для благосостояния человечества становится все более очевидным.

К несчастью, природа и истинное значение этого биологического прогресса известны лишь ничтожной части широких масс. Несомненно, что интерес масс к науке увеличивается, но он ограничивается более романтичными взглядами современной астрономии и физики. То, что достижения физики произвели малое впечатление, объясняется несколькими обстоятельствами, среди которых главным, несомненно, является пренебрежение к биологии в системе нашего образования. Поражающие данные современной астрономии и физики, — хотя, конечно, в поверхностном освещении, — легче находят понимание у не-специалистов, чем может рассчитывать новая экспериментальная биология для своих результатов. Звучит парадоксально, — но первичные биологические концепции являются наименее доступными. Кроме того, современная физика изложена для широких масс такими блестящими авторами, что их книги оказывают большое и стимулирующее влияние.

Лорд Рассель однажды рискнул выдвинуть положение, что переход от физики к биологии вызывает у него впечатление, будто его из вселенной перенесли в деревню. Знающие хорошо эту „деревню“ убеждены, что это скорее „столица“, заслуживающая несравненно больше внимания, чем ей обычно уделяют составители путеводителей по вселенной. Она может быть малой по протяженности, но является ареной наиболее

значительных событий. В слишком многих современных изданиях, подытоживающих достижения науки, биология остается без внимания или упоминается лишь вкратце. Блестящие примеры стыка современного знания с философией направляют мысль от выводов современной физики к природе и строению человеческого мышления и даже к спекуляциям о божестве. Есть, однако, такие биологические аспекты, которые являются плодотворными для подобных обсуждений и быть может необходимыми для их правильности.

VI

Именно в силу огромного значения биологии для социального прогресса приходится сожалеть о незнакомстве с нею широких масс. Генри Дэйл однажды заметил, что „нам следует подумать, не затмили ли поразительные достижения физических наук — в сознании и интересах большинства людей, как и в техническом и промышленном развитии, — до такой степени достижения биологии, что наша воспитательная и массовая политика угрожает сделать односторонним развитие самой науки и цивилизации, которую мы намерены основать на науке“. Вальтер Флетчер, чья смерть в прошлом году унесла у нации образованного советчика, почти испугал публику, заявив по радио, что „мы найдем безопасность и прогресс только в той мере, в какой внесем в правительственные методы руководство биологических истин“. То, что сановное правительство должно заниматься биологическим образованием, — явилось новой идеей для многих слушателей.

Несколько лет назад кембриджский философ С. Броуд, знакомый более других философов с данными науки, отметил вредность неравного развития наук: большие достижения в управлении неорганической природой рядом с относительно ничтожным познанием биологии и психологии. Он заключил дискуссию о возможности дилетантского умственного прогресса на земле заявлением, что эта возможность зависит от достижения адекватного знания и управления жизнью и мышлением, — иначе незнание этих областей в сочетании с познанием физики и химии разрушит всю социальную систему. Он закончил прямо пугающими словами „какой из соперников в этом состязании победит — невозможно сказать заранее, но физика и смерть далеко впереди психологии и жизни“. Никто, конечно, не ждет и не ожидает замедления хода первых; но ускорение шага последних, отметившее последние десятилетия, вызывает большое удовлетворение. Но, повторяю, необходимость признания биологических истин руководителем поведения индивида, а также в правительственной и общественной политике, все еще требует настойчивого напоминания. Открыто признав ту истину, что его природа соответствует отношениям всей остальной природы, изучаемой биологией, и правильно поняв ее учения, человек сможет избежать бесчисленных задерживающих влияний, связанных с прошлой историей и современным незнанием, и вооружить себя для более высоких уровней стремлений и успехов.

Я должен удовлетвориться здесь одним примером биологических исследований, имеющих значение для благосостояния человечества, —

хотя он может показаться недостаточным для поддержки выставленного выше важного тезиса. Я беру пример, близкий теме моей речи. Это — современные исследования над питанием человека и животных. За последние двадцать лет, т. е. с момента введения точного экспериментального метода, — исследования над питанием показали, что потребности тела значительно более сложные, чем полагали ранее, и что в частности вещества, потребляемые почти в бесконечно малых количествах, могут каждое на свой лад быть так же необходимым, как вещества, составляющие основную массу правильного рациона. Эта сложность потребностей не должна удивить тех, кто помнит о сложности изменений в различных живых тканях тела.

Ранее я упоминал, в несколько иной связи, о витаминах: полагаю, что не приходится напоминать об их питательной ценности. Благодаря огромной рекламе витамины служат темой дискуссий в гостиной не менее, чем в столовой а также, хотя и менее, в детской, но к сожалению еще совершенно недостаточно на кухне. К сожалению широкая публика не всегда критически разбирается в вопросах их пищевого значения. Некоторые полагают, что раз дано достаточно витаминов — можно предоставить случаю состав остального рациона; другие же думают, что витамины настолько хорошая вещь, что, сколько ни кушай — не будет слишком много. Понятно, ни то, ни другое представление не верно. Что до второго, то пожалуй теперь, когда на рынке появились и широко рекламируются витаминные концентраты, следовало бы помнить, что избыток витаминов может быть вреден. Для случая витамина D это установлено определенно. Однако, предположение, что каждый известный витамин имеет высокие пищевые свойства, поддерживается все возрастающим фактическим материалом. Вероятно, хотя и не наверняка, что человеческое тело требует всех известных витаминов.

Значение мелочей становится очевидным и при рассмотрении потребности тела в правильном минеральном рационе. На первом месте стоит правильное соотношение солей, потребляемых в значительных количествах; однако, установлено, что некоторые вещества, содержащиеся в минимальных количествах в обычной пище, совершенно необходимы. Беру один только пример: потребность в следах меди, оказывающей где-то в теле каталитическое действие на обмен веществ, так же существенна, как потребность в значительно больших количествах кальция, магния, калия, или железа. При постоянном соприкосновении с экспериментальными исследованиями получаешь все время указания, что есть еще неизвестные важные пищевые факторы. Тот, кто постоянно занят вопросами человеческого рациона с научной точки зрения, знает, что идеальный рацион не может быть еще определен.

Это упоминание о пищевых исследованиях имело главной задачей показать что они вполне оправдывают уделяемое им большое внимание. Я полагаю, что никого не убедит аргументация, что, мол, поскольку человечество должно до настоящего времени в полном незнании подобных мелочей, — приобретенное познание представляет лишь академический интерес. Эта аргументация очень стара и всегда неверна.

Можно, я полагаю, сделать одно заявление по поводу растущей просвещенности в вопросах питания и недавнего признания научного исследования их. Это частично уже показывает, что питание может помогать природе гораздо больше, чем допускали несколько лет назад. Это предмет, которым я хотел бы заняться. Я не сомневаюсь, что различные доказательства, все очень желательные, ведут в том же направлении.

Позвольте мне теперь одно последнее замечание о другой области пищевых исследований. Их огромное экономическое значение в животноводстве требует полного признания. Как раз нынче агрономические авторитеты серьезно заняты поисками лучшего метода контроля над заболеваниями скота. В массе эти заболевания приносят огромный экономический урон фермам, т. е. и стране. Но, хотя их значение нельзя преувеличить, все же неправильное питание играет немалую роль в появлении этих заболеваний, как показали исследования Роветт-Института в Абердине и других местах. Тут еще можно сделать многое с большой пользой.

Исследовательская деятельность сильно возросла за последние годы во всех областях науки. Это ясно всем, но лишь те, кто мог близко познакомиться с положением, могут установить размер этого роста. Одно время мне казалось, что оценка научной деятельности в Великобритании, и специально организация субсидируемых государством исследований, должны были составить часть содержания моей речи. Меланье показала достижения моей науки увлекло меня прочь от этого намерения. Я располагал, однако, некоторым временем для ознакомления и пришел к заключению, что от восьми до десяти человек занято нынче научными исследованиями, — против одного, занятого ими двадцать лет назад. Надо иметь в виду, конечно, что не только возросли научные вклады Европы и Америки, но что Япония, Китай, и Индия также выступили в поле и делают значительные и ценные вклады в науку. Верно то, что, каковы бы ни были следствия, рост научного знания сейчас испытывает положительное ускорение.

Кстати, я не могу отказаться от замечания по поводу выразительных слов, сказанных моим предшественником по этой важной научной кафедре, — слов, которые еще отражаются в мыслях, разговорах и печати. В своей мудрой и красноречивой речи в Йорке Альфред Евинг напомнил нам серьезно, что власть над природой была вложена в руки человека ранее, чем он познал, как управлять самим собою. Он предостерег нас от опасностей, заключенных в этом обвинении; и мы должны вспомнить, что генерал Смутс также поднял предостерегающий голос в Лондоне.

Обвинение, конечно, не относится к самой науке. Это скорее, предостерегающий сигнал, который должен быть поставлен на ее пути: „Вперед опасный холм“, быть может, или „Сворот направо“; но не „Тише ход“, ибо такому совету наука не может последовать. Обвинение относится к человечеству. Истина, которую оно заключает, не может не быть ясной для тех, чьи работы ежедневно увеличивают власть человечества над природой; но именно по отношению к ним необходимо, чтобы эта истина рассматривалась в надлежащей перспективе. В конце кон-

цов, именно войне придала наука ужасов, и именно страх войны делает ее (войну) действительно неизбежной; эта неизбежность чувствуется сейчас, когда некоторые нации вызывают дух эгоистичного и опасного шовинизма. Быть может я неправ; но мне кажется, что, оставая войну в стороне, дары науки и изобретательства не на много повысили возможности проявления наиболее серьезных иррациональных побуждений человека. Самое, вероятно, худшее, что они (дары науки и изобретательства), сделали это — дали талантливым и хищным умам, остающимся в рамках законности, весь мир на расхищение: вместо прихода или провинции годы назад.

Но А. Евинг говорил нам о „разочаровании, с которым он, стоя теперь в стороне, наблюдает обширный парад открытий и изобретений, что ранее возбуждали его бесмерный восторг“. Я желал бы, чтобы человек, которому прикладное знание и Великобритания так много обязано, был пощажен от этого разочарования, — я думаю, что оно причиняет ему боль. Я не знаю, осталось ли бы у него разочарование, когда бы он мог прибавить перспективы биолога к „перспективам инженера“. Как защищающий сейчас претензии биологии, я очень хотел бы знать. Однако, верно то, что дары инженера человечности вообще достаточно огромны, чтобы перевесить ту помощь, которую он мог оказать разрушительным силам.

О биологии может быть заявлено, что, вопреки тяжелым упрекам в бактериальных военных средствах и т. д. — не в ее природе помогать разрушению. Что она может сделать для того, чтобы человек стал более достойным своего достоинства — теперь должно быть полностью признано. По этому предмету я уже много сказал. Не может быть сомнений о ее службе физическому улучшению. Я упоминал лишь кратко о поддержке, которую оказывают медицине биологические исследования. Я предполагал говорить об этом больше, но нашел, что если я сказал довольно — не стоит говорить больше.

Есть еще два больших вопроса, настолько современных, что я не могу удержаться от заключительного замечания. Я имею в виду, конечно, парадокс нищеты среди изобилия, и вытеснение человеческого труда машиной. Прикладная наука не отвечает за первое, но жалуется на несправедливую потерю доверия. Я не могу сказать ничего более об этом парадоксе и его лечении; но я сознаю, что вижу больше настоящей опасности в случае „денег или человека“, чем настоящей или будущей опасности в „машине или человека“.

Что касается последнего, то люди науки настаивают, что вытеснение человеческого труда будет продолжаться. Те, кто в этом сомневается, не могут представить себе смысла положительного ускорения в науке, чистой и прикладной, которое ныне продолжается. Никто не может сказать, какое равновесие будет достигнуто в распределении досуга. Во всяком случае можно смотреть оптимистически на вероятные эффекты его возрастания.

Нет необходимости в революционных изменениях при наличии реального планирования будущего. Лорд Мельбетт был прав, когда несколько времени назад настаивал в Нижней Палате на необходимости подумать об этом бу-

душем; но я полагаю, что лишь немногие деловые люди всерьез верят в то, — хотя это очень вероятно, — что вытеснение, о котором мы говорим, даст новую структуру обществу. Она может существенно отличаться от тех крайних общественных форм, одно упоминание которых вызывает антагонизм. Я сознаю, что, если цивилизация избегит других опасностей, я мало опасаясь заключительного царства машин. Мы не должны забывать о большом различии в использовании реального и обильного досуга, сравнительно с возможным для очень краткого, связанного с усталостью, или о разнице между принудительным трудом и добровольной работой.

Мы должны себе представить, кроме того, в Великобритании реакции широких масс, которые, за исключением меньшинства, показали себя за последние годы способными к обучению. Я не считаю фантазией уверенность в том, что наше превосходное радиовещание, особенно используя выгоды коротковолновой передачи, могло бы заняться систематическим обучением подростков после того, так очное обучение в школе подготовит их к этому. Это не должно быть произвольным обучением, но общим образованием. Слушание организованных курсов, вначале, быть может, будет доступно немногим; но в конце концов станет обычным для той части населения, которой оно будет особенно благоприятно.

В скобках разрешите мне короткое замечание по поводу „планирования“. Это слово особенно современно теперь, главным образом в связи с предприятиями. Но может быть планирование более фундаментальных процессов развития: для будущих нужд социальной реконструкции. В таком планировании тренированная научная мысль должна иметь свою часть. Ее проникновение в будущее может быть очень ограниченным, но в отношении материального прогресса и его вероятных последствий наука (я включаю все отрасли знания, к которым применимо это название) имеет во всяком случае лучшие данные для пророчеств, чем другие формы знания.

Уже очень давно написано „Мудрость и Знание будут крепостью твоего времени“. Хотя правители могут иметь достаточно мудрости для непосредственных и несложных проблем, с которыми им приходится иметь дело, однако, должен быть резервуар синтезированного и очищенного знания, из которого они могли бы черпать. Техника связи правительства со специальными науками, хотя и улучшена за последнее время, но еще несовершенна. Во всяком случае политика поневоле больше занимается настоящим, чем будущим. Я недавно прочитал снова Бэконовскую „Новую Атаантиду“ и размышлял над его Домом Соломона. Мы знаем, что правила деятельности этого Дома были неверны, потому, что философ начертал их в настроении лорд-канцлера; но, поскольку философ начертал нам образ организации лучших умов, занятых собираньем знания для будущих практических целей, — его идеал велика. Когда цивилизация в опасности и общество в переходном состоянии, — не нужен ли Дом, набранный из лучших умов страны, с функциями, подобными (*mutatis mutandis*) таковым в Бэконовском романе? Дом, свободный от политики, занятый преимущественно синтезом налич-

ного знания, вынесением оценок прогресса науки, и постоянно занятый ее касательством к общественному регулированию. Не надо представлять себе его собранным только из научных авторитетов. Это должна быть скорее умственная биржа, где мысль шла бы впереди непосредственных проблем. Я уверен, что функции такого Дома в дни, как наши, были бы очень реальными. Здесь я должен предоставить их вашему воображению, допуская, что этим предложением я потерял в глазах многих свою репутацию реалиста.

Я спешу закончить. Многие из нас в прошлом опасались предоставления досуга большинству. Для того, чтобы увидеть в нем большое социальное благодеяние требуется известное умственное усилие и уверенность в способности среднего мужчины и женщины к образованию. Но если политические устремления наций станут здоровыми и будут разрешены искусственные мировые экономические проблемы, — обеспеченные дары здоровья, обилия и досуга будут конечным оправданием прикладного знания. В обществе с этими преимуществами каждый индивид сможет развивать свои прирожденные способности и, становясь более индивидуальным, будет менее подвержен тем стадным инстинктам, которые всегда представляли главную опасность для всего мира.

Может казаться, что в своей речи я настаивал исключительно на материальной пользе науки в ущерб ее культурной ценности. Я это исправлю одной краткой заключительной фразой. Я уверен, что для тех, кто разрабатывает ее правильно и скромно, наука есть одно из высших проявлений человеческого духа; не менее.

Перевел с англ. Ю. Медведев.

Физиология

Гуморальные факторы в нервной деятельности [G. H. Parker. Humoral agents in nervous activity (Harvard University), Cambridge, at the University Press, 1932].

Приводя большой сравнительно-физиологический материал, автор делает попытку выявить значение гуморального контроля над деятельностью отдельных частей организма и всего организма в целом и показать, что в ряде случаев, когда связь между отдельными органами, т. е. рецепторами и эффекторами, осуществляется, как это принято считать, нервным путем, на самом деле имеет место также гуморальная или гормональная регуляция.

Опираясь на тот факт, что у некоторых кишечно-полостных рецепторы, адекватными раздражителями которых являются определенные изменения внешней среды, как, напр., фоторецепторы у медуз, состоят в прямой и непосредственной связи с эффекторными органами, мышцами, автор в введении и в первых трех главах монографии разбирает вопрос о том, каким образом раздражение рецепторных органов приводит эффекторы в то или иное состояние деятельности. С особой тщательностью подвергаются разбору изменения хроматофор, т. е. особого вида клеточных элементов, находящихся в кожном покрове некоторых ракообразных, рыб, амфибий и рептилий и определяющих окраску животного,

которые происходят при различных изменениях внешней среды, действующих на определенные рецепторные органы этих животных.

Приводя как старые (Stark, Ballowitz Pouchet и др.), так и более новые (Frisch, Fries, Mast, Kuntz, Hewer и др.) данные, свидетельствующие о том, что изменения состояния хроматофор у различных исследованных этими авторами рыб регулируются нервным путем и определенными нервными центрами, находящимися в головном и в спинном мозге (Frisch), а также и новейшие данные, позволяющие сделать вывод, что иннервация хроматофор является двойной в том смысле, что по симпатическим волокнам притекают нервные импульсы, вызывающие сокращение, а по парасимпатическим волокнам импульсы, обуславливающие расширение хроматофор и, соглашаясь с этими данными, автор приводит примеры того, что хроматофоры у рыб подвержены также и гуморальным влияниям (у *Fundulus*, у которого часть хвоста денервирована, введение адреналина вызывает сокращение хроматофор как в денервированном хвосте, так и в остальных частях тела). Особенно ясно выраженным автор считает гуморальный контроль (надпочечная и гипофизарная железы) над хроматофорами у амфибий, хотя и у этих животных сохранена, впрочем в слабой степени, способность к изменению окраски кожных покровов при изменениях освещения окружающей среды (нервная регуляция через глазные рецепторы и кожные фоторецепторы); у рептилий должен быть признан, по мнению автора, двойной контроль, т. е. как нервный, так и гуморальный.

При разборе изменений хроматофор у ракообразных автор особенно подчеркивает то обстоятельство, что непременным условием изменения окраски в зависимости от интенсивности освещения сосуда, в котором содержится подопытные животные (главным образом *Palaemonetes*), является целостность хотя бы одного глаза, и что прямое воздействие на хроматофоры световых (Taite), а также ультра-фиолетовых (Koller) лучей не влечет за собою изменений в состоянии хроматофор, т. е. в окраске кожных покровов; он останавливается далее на том, что, несмотря на кажущуюся несомненность предположения, что глазной рецептор должен быть связан с центральной нервной системой, из которой в свою очередь исходят импульсы, определяющие и регулирующие состояние хроматофор, гистологические поиски подобных периферических нервных окончаний оказались безрезультатными. Отрицательный результат этих поисков автором объясняется тем, что в данном случае имеет место, именно, гуморальная регуляция, что, по его мнению, с несомненностью вытекает из опытов Perkins'a и Koller'a и других авторов.

Коллер показал, что введение крови, взятой от темной креветки (*Cragnon*), в тело светлой креветки вызывает у последней потемнение окраски.

Перкинс готовил экстракты (на морской воде) из глазных стебельков светлых *Palaemonetes* и вводил их ослепленным особям, у которых в результате операции темные хроматофоры были расширенными; через час после инъекции наступало сокращение темных хроматофор, которое держалось в течение около суток и снова усту-

пало место расширению. Так как контрольные опыты (введение чистой морской воды) дали отрицательный результат, было сделано заключение, что у *Palaemonetes* при раздражении сетчатки светом в глазных стебельках образуется вещество, которое попадает в темные хроматофоры гематогенным путем и вызывает сокращение их. Несмотря на весьма настойчивые поиски, указанному автору не удалось обнаружить веществ, которые действовали бы на темные хроматофоры в обратном направлении, т. е. вызывали бы расширение их.

Дальнейшие опыты Коллера показали, однако, что экстракты из ростральной части вызывают у *Cragno*, у которых до этого хроматофоры были темными, расширение пигментных клеток.

Считая нейро-гуморальный контроль над хроматофорами у ракообразных и амфибий доказанным, автор возвращается к рассмотрению этого вопроса по отношению к рыбам и рептилиям и указывает на то, что местные изменения окраски, наблюдаемые у рыб (камбала) могут также быть объяснены с точки зрения гуморального контроля, если допустить, что в этом случае в определенном участке кожи в результате раздражения происходит секрция гормонального вещества, количество которого является достаточным для того, чтобы вызвать местный эффект, но недостаточно, чтобы изменить окраску всего животного. В качестве данных, подтверждающих это предположение, автор приводит экспериментальный материал Мейера, который брал сывотку крови темных камбал (приобретших темную окраску в результате одно- или двухнедельного пребывания на темном грунте), и вводил ее светлым камбалам; у последних наступало в районе укола заметное потемнение; сделанный *experimentum crucis*, т. е. введение сывотки крови светлых камбал темным, дал согласный результат; контрольные же опыты (введение сывотки светлых камбал светлым же и, наоборот, сывотки темных темным же) дали отрицательный результат.

Развивая взгляды Эллиотта (1904), автор склонен считать, что секрция гормоноподобных веществ, вызывающих те или иные изменения хроматофор, должна происходить в окончаниях симпатических нервов, находящихся в хроматофорах; таким образом мы видим, что автор склонен усматривать, что в рецепторных элементах глаза (глазные стебельки у *Palaemonetes*) происходит образование гормонального вещества, способного действовать через кровь на хроматофоры, и что в нервных окончаниях, приходящих в соприкосновение с эффектором, также происходит секрция, влияющая на хроматофоры, которая должна явиться результатом раздражения нервного центра. Вопрос о том, каким же образом происходит раздражение центральных элементов эфферентного нерва, т. е. происходит ли раздражение соответственного нервного центра в результате нервных импульсов, притекающих от рецептора, или же в результате поступления в него гормонов, образующихся в рецепторных элементах, автором не подвергается обсуждению; этот же вопрос является весьма и весьма существенным, так, как до получения данных, которые позволили бы так или иначе ответить на этот вопрос, невозможно представить себе взаимно-

отношения между нервной и гуморальной регуляцией.

Мне думается, что разбираемые автором вопросы должны быть точно и отчетливо разграничены: если вопрос о том, что различные экстракты (как, напр., экстракты глаза), а также и гормоны, вырабатываемые специальными органами (как, напр., надпочечные и гипофизарные железы), могут оказывать и оказывают влияние на состояние хроматофор, может считаться действительно разрешенным в положительном смысле, то другой вопрос, а именно, каким образом происходит переход нервных импульсов с нервных окончаний на эффекторную ткань, и имеем ли мы в этом случае перед собою пример секрции, происходящей в нервных окончаниях, требует для своего разрешения дальнейшей экспериментальной разработки. И мне думается, что, именно, таким образом следует относиться к целому ряду других данных, которые приводятся автором (гл. 4) в защиту последней гипотезы применительно к мышечной ткани позвоночных животных, как напр., к данным Леви, Бринкмана и ван-Дама, Кэннона и Бака (у теплокровных) и др.; во всех этих случаях мы сталкиваемся с образованием в органах, на которые путем раздражения тех или иных нервов производится определенное воздействие (напр., сердце при раздражении блуждающего и симпатического нервов, гладкие мышцы волос при раздражении симпатических нервов и т. д.), каких-то веществ, оказывающих на другие органы действие, аналогичное действию соответственного нерва; но есть ли это вещества, образуемые нервными окончаниями, или же какие-либо продукты деятельности самих эффекторов, остается совершенно открытым вопросом. В качестве опытов, поддерживающих гипотезу об образовании этих веществ в нервных окончаниях, а не в мышечной ткани, автор приводит опыты Бринкмана и Рюйтера, которые показали, что рингеровский раствор, проходящий через иммобилизованную кураре и раздражаемую с двигательного нерва мышцу, оказывается способным вызывать раздражение кишечника. Однако, и в этих опытах не исключена полностью возможность, что активные вещества образуются все же в мышце, так как отсутствие движения в мышце не есть показатель полного отсутствия в ней химических сдвигов, которые могут иметь место при раздражении моторного нерва мышцы.

Далее автор останавливается на вопросе о том, что и в рецепторной части взаимоотношение между нервными окончаниями афферентных нервов и специальными сензорными, воспринимающими клетками также является нейро-гуморальным и подчеркивает трофическое значение нервных окончаний, благодаря которому сензорные клетки сохраняют свою жизнедеятельность. Однако, в этом случае автор считает экспериментальный материал недостаточным для точных и определенных выводов. Наконец, автор вкратце разбирает вопрос и о нервных центрах, затрагивая проблему перехода возбуждения с одной половины синапса (афферентной) на другую (эфферентную) и ограничения распространения возбуждения одним направлением. Автор напоминает, что Шеррингтон еще в 1925 г. предлагал применять для объяснения „поляризация“

образование химических веществ в синапсах и приводит данные Джонсона и Стуга, которые обнаружили, что в макросинапсах гигантских волокон земляного червя та половина синапса, в которой происходит нервный разряд, окрашивается осмием в более темный цвет, чем воспринимающая т. е. дистальная (по направлению проведения импульса) половина синапса; это гистологическое различие свидетельствует, по мнению автора, о том, что первая половина синапса отличается способностью сецернировать вещества, действующие на вторую половину. Данные упомянутых исследователей могут служить весьма хорошим подтверждением гипотезы Шеррингтона, однако, как с этим соглашается автор, этот вопрос

являет столь большие трудности для экспериментального анализа, что дальнейшие данные в настоящее время отсутствуют.

В заключение автор указывает на то, что необходимы дальнейшие экспериментальные данные и кончает изложение следующими словами: „В наши дни никто серьезно не относится к афоризму, что «мозг сецернирует мысли, как печень желчь», однако, если принять, что изложенное в этой монографии является правильным, то надо считать, что нервная секреция играет такую большую роль в наших умственных процессах, какой не подозревают современные физиологи“

А. А. Линдберг.

НАУЧНЫЕ СЪЕЗДЫ И КОНФЕРЕНЦИИ

Первая Всесоюзная Конференция по физико-химическому анализу. Физико-химический анализ представляет собою в настоящее время мощную область знания, которая занимается изучением отношений между каким-либо свойством равновесной системы, с одной стороны, и ее составом, другими свойствами и факторами равновесия, с другой. Наряду с классической геометрической интерпретацией изучаемых явлений, он все шире и увереннее начинает пользоваться энергетической и молекулярно-кинетической точками зрения на изучаемые отношения. Физико-химический анализ имеет громадное теоретическое значение и представляет огромный практический интерес для целого ряда отраслей промышленности. Он особенно мощно развился и четко оформился в организационном отношении за годы пролетарской диктатуры, после создания в 1918 г. специального Института физико-химического анализа при Академии Наук СССР, основателем и руководителем которого является основоположник физико-химического анализа в нашем Союзе акад. Н. С. Курнаков. После сказанного представится совершенно естественным, что происходивший осенью 1932 г. в Харькове VI Менделеевский съезд вынес особое постановление о созыве в 1933 г. в Ленинграде, историческом центре физико-химического анализа, особой конференции, посвященной этой отрасли знания.

Будучи хорошо подготовлена оргкомитетом во главе с акад. Н. С. Курнаковым, конференция состоялась точно в срок с 24 по 29 октября 1933 г. В день ее открытия появилась в „Известиях ЦИК“ статья акад. Н. С. Курнакова, посвященная характеристике содержания, методов и значения физико-химического анализа, и вышли хорошо отпечатанные „Программы занятий и тезисы к докладам“. Открыл конференцию в переполненном большом конференц-зале президент Академии Наук СССР акад. А. П. Карпинский. Была чрезвычайно трогательна небольшая речь рулевого советской науки, посвященная

характеристике физико-химического анализа и его основателя, которого акад. А. П. Карпинский знал еще как выдающегося своими недюжинными способностями студента Горного института. Председателем президиума, состоявшего из крупнейших представителей физико-химического анализа, был избран акад. Н. С. Курнаков; в почетный президиум, под гром аплодисментов, было избрано Политбюро ЦК.

На конференцию, не считая многочисленных гостей, собралось из 20 городов 304 делегата, командированных 122 учреждениями и заводами. На Ленинград пришлось 158 человек (из 55 учреждений) и на другие города — 146 человек (из 67 учреждений). Москва прислала 92 делегата (из 33 учреждений), Харьков — 12, Днепропетровск — 9, Киев и Томск — по 6, Воронеж — 5 и т. д. Наиболее полно были представлены по Ленинграду возглавляемые акад. Н. С. Курнаковым институты Академии Наук СССР: Физико-химического анализа (32 ч.), Общей химии (14 ч.) и Платиновый (13 ч.), а по Москве — институты: Авиационных материалов (16 ч.), Цветных металлов (14 ч.) и Прикладной минералогии (11 ч.). По партийности делегаты распределились так: членов ВКП (б) — 39 ч. (13%) членов ВЛКСМ — 12 ч. (4%) и беспартийных — 253 ч. (83%).

Конференция имела 6 общих собраний (на которые было заявлено 44 доклада) и по 4 собрания секций металлургических и соляных равновесий (37 и 36 докладов). Из этих 117 докладов состоялось 100 (85%).

На общих собраниях разрабатывались вопросы топологии и метрики химических диаграмм, применения новых методов исследования, связей физико-химического анализа с другими дисциплинами и его методологии. В докладе, исключительном по широте и глубине охвата данной области, акад. Н. С. Курнаков осветил основные вопросы топологии (общего строя) равновесной химической диаграммы. Он дал теорию, которая ярко освещает дальнейший путь развития физико-

химического анализа. Н. И. Степанов в ряде блестящих докладов изложил свои последние работы по метрике химической диаграммы, причем особо надо выделить его доклад о законе действующих масс, как основе этой диаграммы. Если учесть возможность вывести данный закон как из молекулярно-кинетических, так и энергетических соображений и получить из него диаграмму „состав — свойство“, то мы найдем здесь исключительно плодотворную в развитии физико-химического анализа связь между молекулярно-кинетической, энергетической и геометрической точкой зрения на изучаемые отношения.

Значительное число докладов было посвящено методам физико-химического анализа и касалось как разработки этих методов, так и применений их; при этом были вскрыты новые стороны исследуемых равновесий. Здесь надо отметить общий доклад акад. В. А. Кистяковского, посвященный классификации, глубокому анализу и сравнительной оценке этих методов; доклады Б. В. Ильина, П. А. Ребиндера, Н. А. Трифонова и Р. В. Мерцляна о применении поверхностных явлений в физико-химическом анализе; доклады А. Г. Бергмана и его сотрудников о полнотермическом методе исследования химических равновесий; сообщения А. Н. Шукарева по вопросам калориметрии и Е. Я. Роде по вопросам тензиметрии; наконец, доклады А. Ф. Капустинского, особенно — сообщение об испускании электронов накаливаемыми телами, как методе ф.-х. анализа.

Вопросы связи физико-химического анализа с другими дисциплинами были затронуты достаточно подробно. Проблемам кристаллического строения вещества было посвящено отдельное общее собрание, открывшееся блестящим докладом Б. Н. Делоне об однозначной установке кристаллов и заслужившее сообщения Н. Н. Падурова, С. Т. Конобеевского, А. К. Болдырева и др. На другом собрании связи кристаллохимии и физико-химического анализа коснулся А. Ф. Капустинский. Весьма живо и ярко осветил применение триангулярной диаграммы в физико-химическом анализе коллоидных систем А. В. Думанский и углубленно разобрал связи петрологии с ф.-х. анализом В. Н. Лодочников.

Общих вопросов исследования жидких систем, как самостоятельной ветви ф.-х. анализа, коснулся в своем докладе Н. А. Трифонов, который попытался дать на примере этой области опыт применения марксистско-ленинской методологии в ф.-х. анализе.¹

В секции металлургических равновесий рассматривались общие вопросы, касающиеся природы и методов исследования сплавов, а также специальные вопросы, связанные с изучением сплавов тяжелых металлов, в частности, платиновой группы, и легких металлов, имеющих сейчас столь важное значение в промышленности.

Природа фаз, механизм и теория их превращений в сплавах были освещены в докладах Г. А. Курдюмова, С. Т. Конобеевского, П. Я. Сальдау, Н. В. Агеева, В. А. Боброва и др. А. А. Бочвар изложил развитие представлений о диаграммах рекристаллизации и коснулся вопроса о кристаллизации эвтектик; специальные

свойства эвтектик и эвтектоидов изучил по методам электропроводности и твердости П. Я. Сальдау. Современные методы исследования металлов и сплавов охарактеризовал Б. Н. Остроумов. Весьма ценные работы по магнитному анализу сплавов доложил В. С. Месъкин, который дал основные типы диаграмм удельной магнитной восприимчивости сплавов, изучил изменение магнитных свойств при распадении твердых растворов и получил сплавы с исключительно высокими магнитными свойствами. Тяжелые металлы были затронуты в докладах акад. Н. С. Курнакова и Н. И. Коренева о диаграмме плавкости системы: железо — хром, С. С. Штейнберга — о превращениях аустенита в сталях, Н. Т. Гудцова — о взаимоотношениях железа и углерода в системе: железо — углерод и др. Металлов платиновой группы касались доклады В. А. Немилова, О. Е. Звягинцева и А. Т. Григорьева. Легким металлом и их сплавам было уделено на Конференции немалое внимание. Весьма ценные работы дали акад. Н. С. Курнаков и В. И. Михеева по изучению сплавов магния и алюминия и Н. И. Степанов — по исследованию сплавов магния и кадмия. Следует также отметить исследования Г. Г. Уразова по тройным системам легких металлов и П. Я. Сальдау — о растворимости примесей в магнии и алюминии.

В секции соляных равновесий рассматривались общие вопросы равновесия в природных соляных водоемах и силикатные системы.

К числу общих вопросов надо отнести детальное исследование реакции обменного разложения в водных растворах между хлористым натрием и сернокислым магнием в широких температурных пределах, произведенное А. Г. Бергманом и А. П. Палкиным, в сотрудничестве с Н. П. Лужной, Г. В. Уставшиковой и др. Природные соляные равновесия были представлены целым рядом докладов. Здесь прежде всего надо отметить доклады акад. Н. С. Курнакова, В. И. Николаева и В. Г. Кузнецова об испарении морской воды и акад. Н. С. Курнакова и М. Г. Вальяшко о годичном физико-химическом цикле соляных озер. Необходимо также указать на сообщения С. З. Макарова по равновесиям в содовых сульфатных озерах, В. И. Николаева по озерным и морским равновесиям и С. А. Шукарева об эвтропийной диаграмме соляных озер, растворимости газов в соляных растворах, концентрации водородных ионов в соляных озерах и о роли обменной адсорбции в генезисе рапы соляных озер. Вопросы адсорбции в озерных равновесиях были затронуты также в докладах Б. П. Никольского, В. И. Николаева и Н. А. Шлезингера, работающего по озеру Эльтон.

Специальное заседание секции было посвящено силикатным равновесиям, причем надо отметить доклады И. Ф. Пономарева о применении систем силикатов в технике, Р. А. Мюллера о ф.-х. анализе боратных стекол, К. А. Кракау о тройных силикатных системах и П. П. Будникова о теплоте гидратации вяжущих веществ.

Все доклады секций металлургических и соляных равновесий неизменно имели в виду запросы практики, выдвигаемые социалистическим строительством.

На заключительном заседании Конференция приняла обстоятельную и деловую резолюцию, тщательно разработанную особой комиссией. Эта

¹ Н. А. Трифонов. Ф.-х. анализ жидких систем.

Природа, 1934, № 1, 39

революция подвела итоги работы по физико-химическому анализу за время с Октябрьской революции и наметила дальнейшие ее перспективы. Для разрешения выдвинутых Конференцией задач решено организовать при Институте физико-химического анализа Академии Наук СССР постоянное Бюро по ф.-х. анализу для планирования и увязки работ, ведущихся на территории Союза, методологического и методического руководства этими работами, стандартизации существующих и введения в практику новых методов и для периодического созыва конференций.

Закрылась конференция глубоко-прочувствованной речью почетного акад. И. А. Каблукова. Он горячо благодарил от имени членов Конференции президента Академии Наук СССР акад. А. П. Карпинского и акад. Н. С. Курнакова за устройство данной Конференции. Далее оратор отметил исключительно глубокие познания акад. Н. С. Курнакова в области химии и геометрии, приведшие его, при их синтезе, к созданию физико-химического анализа, триумфом которого явилась эта Конференция, привлекавшая огромное количество участников со всех концов нашего необъятного Союза. Отмечая высокое качество докладов, И. А. Каблуков указал, что многие из них принадлежат молодым ученым, выросшим за годы Октябрьской революции, и что можно не беспокоиться за судьбу науки, развитие которой находится в руках высококвалифицированной смены. Он чрезвычайно удачно отразил тот прилив бодрости и твердой воли к дальнейшей работе, которые сообщила Конференция своим участникам.

Отмечая крупный успех и большое значение Конференции, нельзя обойти молчанием и некоторые недостатки ее организации. Особенно надо отметить малое число секций, откуда возникла нагрузка общих собраний некоторыми частными вопросами, что сократило время на основные доклады и особенно на дискуссии по ним.

При организации будущей конференции, которую имеется в виду созвать в 1935 г., надо будет ставить на общие собрания лишь широкие и крупные доклады методологического и установочного характера и, наряду с секциями металлических и соляных равновесий, учредить секции силикатных равновесий и жидких систем.

Было бы также исключительно ценно поставить на общую дискуссию ряд крупных вопросов методологии ф.-х. анализа и привлечь к этим дискуссиям наших работников в области методологии химии.

Труды Конференции печатаются в 7 и 8 томах „Известий Института физико-химического анализа при Академии Наук СССР.“

Проф. Н. А. Трифонов.

Поправка. К статье проф. Н. А. Трифонова „Физико-химический анализ жидких систем“ („Природа“, № 1, 1934 г., стр. 49, правый столбец, вторая фраза). После слов: „... в поверхностном слое“ ... следует читать: „... большой избыток вещества K_2 , а в неактивной части — лишь малый избыток его по сравнению с концентрацией в объеме. В этом случае мы говорим о положительной адсорбции K_2 и об отрицательной адсорбции K_1 “.

О конференции по экспериментальной зоологии. В конце 1933 г. по инициативе акад. Н. В. Насонова, Биоассоциация Академии Наук СССР выделила комиссию в составе: акад. Н. В. Насонова, Я. М. Урановского, проф. Д. М. Федотова и П. К. Денисова для проведения работы по согласованию планов Лаборатории экспериментальной зоологии и морфологии животных АН СССР с планами других родственных, внеакадемических учреждений. В конце декабря комиссия созвала небольшую конференцию, пригласив в качестве представителей, ВИЭМ — проф. П. П. Иванова, ЛГУ и Научн.-иссл. Петергофского И-та — проф. А. П. Владимирского, И-та экспериментального морфогенеза и И-та экспериментальной биологии — проф. Д. П. Филатова, МГУ и Лаборатории физиологии развития И-та животноводства — проф. М. М. Завадовского.

Конференция в составе: акад. Н. В. Насонова (под его председательством) и профессоров: А. П. Владимирского, П. П. Иванова, М. М. Завадовского, Я. М. Урановского, Д. М. Федотова и Ю. Ю. Шакселя на заседаниях 27, 28 и 29 декабря заслушала доклады: Н. В. Насонова, М. М. Завадовского, П. П. Иванова и А. П. Владимирского о работах учреждений за 1933 г. и о планах работ на 1934 г. В итоге обмена мнений вынесено следующее постановление.

1. Установить в ближайшее время плановую связь в работах ЛЭЭМ, как ведущего учреждения в стране, разрабатывающего теоретические вопросы экспериментальной зоологии, с одной стороны, с головными учреждениями Наркомзема и Наркомздрава (ВИЖ, ВИЭМ и др.), разрабатывающими вопросы сельского хозяйства и медицины, с другой стороны.

2. Считать желательным расширение работ ЛЭЭМ по изучению регенерационных процессов при заживлении ран и включение работ по регенерации желез внутренней секреции и жировой ткани.

3. Считать желательным созвать конференцию по экспериментальной зоологии в 1934 г. для планирования работ и сети учреждений.

Работа Всесоюзной конференции, которая будет созвана на широких началах, должна дать многое для поднятия и расширения работ в области экспериментальной зоологии.

Предполагается установление генеральных линий экспериментальной зоологии, обсуждение сети учреждений, разрабатывающих вопросы этой дисциплины, установление доподлинной, плановой связи между учреждениями всего Союза.

Несомненно будет поднят ряд новых теоретических проблем, выдвигаемых производством, будет проведено развитие и укрепление взаимосвязей между вопросами теории и практики, при которых теоретические учреждения, принимая запросы производства, будут возвращать переработанное в практику. Это поднимет ценность ряда теоретических исследований в области экспериментальной зоологии, результаты которых будут иметь несомненное значение для Страны Советов.

Проф. Д. М. Федотов.

ЖИЗНЬ ИНСТИТУТОВ И ЛАБОРАТОРИЙ

О работе Киевского Научно-исследовательского института ботаники. Киевский Исследовательский институт ботаники развивался постепенно на базе бывшего университетского ботанического сада. В 1923 г. этот сад, вместе с гербариями, оранжереями и маленькой подручной библиотекой был отделен от Института народного образования (быв. Университета) в самостоятельное учреждение с исследовательской кафедрой ботаники, в которой объединились ботанические силы упраздненного Университета с акад. А. В. Фоминим во главе.

К 1927 г. работа исследовательской кафедры настолько расширилась по разным дисциплинам, что она естественно была превращена в Украинский Научно-исследовательский институт ботаники, который вмещал лаборатории: 1) морфологии и систематики растений с отделением ботанической географии и геоботаники, 2) спорыи растений с отделениями лихенологическим, бриологическим и микологическим, 3) цитологии, 4) эмбриологии и 5) физиологии растений. В 1931 г. к Институту был присоединен Ботанический музей Всеукраинской Академии Наук с его коллекциями и штатом. С этого момента Институт вошел в био-ботанический цикл Академии Наук и стал называться "Исследовательским институтом ботаники ВУАН". При институте до 1933 г. имелось 5 филиальных отделений: 1) Ботанический Сад в Харькове, 2) в Одессе, 3) в Днепропетровске, 4) в Житомире 5) в Каменице-Подольске. В текущем году ботанические сады в Харькове и Одессе снова отошли к восстановленным в этих городах университетам, остальные же, пока, остаются филиалами Института ботаники ВУАН.

В 1933 г., с упразднением био-ботанического цикла ВУАН в Институт Ботаники вошли кафедры: физической физиологии (акад. Н. Г. Холодный), 2) химической физиологии (акад. В. Н. Любименко), 3) генетики (акад. А. А. Сапегин), 4) биологии сельскохозяйственных растений (акад. Е. Ф. Вотчал) и акклиматизации (акад. Н. Ф. Кащенко). В виду такого расширения явилась необходимость в большом помещении для лабораторий и опытных участков; поэтому город отдал 170 га на окраине Киева (в Голосееве), а Наркомпрос ассигновал 1000 000 руб. для постройки там института. Проект уже принят, и наступающей весной будет приступлено к постройке. Во главе расширенного Института продолжает стоять акад. А. Н. Фомин.

За время существования с 1923 г. в Институте ботаники были основаны гербарии: 1) Украинский, 2) Кавказа и Крыма, 3) Туркестанский, а общий гербарий приведен в порядок для пользования. Библиотека возросла с одной сотни книжек до 6000 названий. В 1924 г. А. В. Фоминим был основан журнал "Вестник Ботанического Сада", и под его редакцией вышло до на-

стоящего времени 18 выпусков. Обмен изданиями ведется в Институте со всеми ботаническими учреждениями Союза и с 120 учреждениями за границей. Экспедиционные исследования Институт производил в Мериупольском округе, в Донбассе, в Полесье (Украинском), в Черниговском и Киевском округах. А. В. Фоминим была составлена карта ботанико-географических районов Украины и их описание. В музее Института был устроен демонстративный отдел, в котором коллекции расположены в тематическом порядке, что дает возможность руководителю выбрать определенную тему.

С 1923 до 1933 г. Институт было подготовлено 27 ботаников по разным специальностям, работающих в настоящее время в районных ботанических учреждениях Москвы, Киева и других городов Союза.

Работа по отдельным лабораториям

1. В лаборатории морфологии и систематики растений по низшим спорыи, а именно по лишайникам, почти совсем не изученным раньше на Украине, большую работу проделал сотрудник Института доцент А. Н. Окснер, который изучил и инвентаризировал лишайниковую флору Украины и обработал большой материал этой флоры из Лапландии и Урала. По систематике и биологии грибов работает З. К. Гжицкая. Она изучила и инвентаризировала все роды грибов на Украине, описала много новых видов и подготовила к печатанию определитель грибов. Над изучением высших спорыи растений — мхов и папоротникообразных работали сотрудники Д. К. Зеров, А. С. Лазаренко и А. В. Фомин. Зеров и Фомин провели инвентаризацию мхов украинских торфяных болот. Фомин определял виды сфагновых мхов болот Черниговщины и Харьковщины, а Зеровым была выпущена монография торфяных мхов Украины. Лазаренко обрабатывал листовые мхи Украины и Дальнего Востока и является сотрудником известного журнала "Revue bryologique". Наконец, А. В. Фомин, работал вообще над папоротникообразными; напечатал монографию: "Pteridophyta Украины" и "Pteridophyta Дальнего Востока".

Изучением семенных растений *Spermophyta* в Институте занимались главным образом Е. И. Бордзиловский и Ю. Д. Клеопов. Общими усилиями киевских и харьковских ботаников видовой состав флоры Украины за последнее десятилетие настолько хорошо изучен, что явилась возможность издавать не только "Определитель", но и "Флору Украины" с диагнозами на латинском и украинском языках. В настоящее время эта флора находится в печати.

По геоботанике сотрудники Исследовательского ботанического института ВУАН проводили

работы под знаком проблем первой пятилетки, помогая разрешать вопросы повышения урожайности, увеличения посевной площади, изучения лесных богатств и кормовых площадей наших лугов. Геоботанические исследования Украины велись также в контакте с харьковскими, одесскими и днепропетровскими ботаниками. Результатом этой работы явилась ботанико-географическая районизация Украины и описание отдельных районов. Вслед за общей ботанико-географической картой А. В. Фомина появилась карта растительности Украины харьковского ботаника Лавренка. Что касается флористических описаний, то особенно интересную и полную характеристику украинских степей дал киевский ботаник Ю. Д. Клеопов.

2. Лаборатория физиологии растений (руководитель акад. Н. Г. Холодный), в течение последних пяти лет (1929—1933), разрабатывала преимущественно проблемы роста и ориентировочных движений растительного организма, на основе предложенной Н. Г. Холодным (1927) и Ф. В. Вентом (1928) гормональной теории роста и тропизмов (см. статью акад. Холодного в „Природе“ за 1933 г., № 8—9). В этой области впервые применен новый метод измерения роста — микро-потометрический, основанный на точном определении количества воды, поглощенной растущим органом, при отсутствии транспирации; исследован вопрос о влиянии ранений на рост и тропизмы; изучено влияние ростового гормона на неповрежденный корень, при чем оказалось, что введение в корень избыточных количеств этого вещества приостанавливает рост органа в длину и вызывает утолщение его (образование опухоли) в зоне роста; произведено критическое исследование механистической теории фототропизма голландского ученого Влайш, и экспериментально показано ее несоответствие опытным данным; приведен ряд новых доказательств в пользу гормонообразующей функции корневой верхушки и полярного характера распространения ростового гормона в корне. Наряду с разработкой этих теоретических вопросов, играющих большую роль в современной физиологии, Лаборатория физиологии растений уделяла также серьезное внимание проблемам, тесно связанным с запросами социалистического сельского хозяйства нашей страны. Так, напр., подробно исследовано явление так называемых стекания плодов у зерновых и некоторых ягодных культур, наблюдаемое при продолжительных дождях и приводящее к значительным потерям сухого вещества и к общему снижению урожая. Лабораторные и полевые опыты показали, что причина этого явления заключается в вымывании сахаров и азотистых веществ из созревающих плодов. Результаты этих исследований, несомненно, должны быть приняты во внимание при введении в практику сельского хозяйства нового метода орошения — так. наз. дождевания, которое предполагается в широком масштабе применить в районе Волго-строя и некоторых других местах нашего Союза, отводимых ныне под сельскохозяйственные культуры. Следует также отметить работы лаборатории по количественно-анатомическому и физиологическому изучению сортов картофеля, — работы, выполненные по пред-

ложению Всесоюзного Института бродильной промышленности. Эти исследования дали результаты, представляющие интерес для селекционера, и наметили пути для более широкого применения новых методов стимуляции в сельскохозяйственной практике. Одна из актуальнейших проблем социалистического сельского хозяйства — проблема яровизации — также входит в программу работ лаборатории. Заслуживают упоминания опыты по яровизации озимой ржи, одной из наиболее распространенных культур левобережного Приднепровья, которая в годы больших весенних разливов сильно страдает от половодья. Так, весной 1931 г. и 1932 г. все посевы ржи в широкой прибрежной полосе были смыты весенними водами, причинившими главным образом громадные убытки сельскому хозяйству целого ряда районов, расположенных по течению р. Днепра. Исследования, предпринятые лабораторией физиологии растений Инст. бот., имеют целью выяснить возможность позднего весеннего сева яровизованной ржи — во второй половине мая, после спада воды. Ориентировочные опыты 1933 г. дали удовлетворительные результаты: рожь выколосилась в первой половине июля. К сожалению, крайне неблагоприятные метеорологические условия этого лета (холодная, дождливая погода в период цветения и позже) помешали нормальному завершению жизненного цикла опытных культур и не дали возможности собрать урожай. Лаборатория изучает также связанные с яровизацией изменения в гормональном аппарате растений.

Большое значение имеют разработанные акад. Холодным новые методы исследования микрофлоры воды и почвы. Метод прямого подсчета бактериального населения естественных водоемов в последнее время довольно широко применяется в различных модификациях при санитарно-бактериологических исследованиях в СССР и за границей. Уже более широкое применение нашел себе метод „пластинок обростания“ при изучении микрофлоры почвы — в целях оценки ее плодородия и других свойств. Этот метод становится общепринятым в агробактериологической практике американских опытных станций и рекомендован для почвенно-диагностических исследований Всесоюзной Конференцией по общей с.-х. и технической микробиологии, состоявшейся в Ленинграде в январе 1932 г. В минувшем году акад. Холодным разработан новый метод почвенных камер, позволяющий исследовать микрофлору почвы в живом состоянии и открывающий более широкие возможности для экспериментирования, чем метод пластинок обростания. Необходимо упомянуть также об исследованиях акад. Холодного над железобактериями Украины и Кавказа, которые осветили ряд вопросов морфологии, физиологии и истории развития этих микроорганизмов, играющих исключительно важную роль в процессах образования железных руд.

В течение последних пяти лет (1929—1933) Лаборатория физиологии растений опубликовала в Союзной и заграничной печати 4—5 работ и подготовила к научной работе 10 аспирантов; некоторые уже состоят преподавателями высшей школы и сотрудниками н.-исслед. учреждений, другие заканчивают аспирантуру в 1934 г.

3. Работы в Цитологической лаборатории Исследовательского института ботаники под руководством проф. Я. С. Модилевского последние годы проводились в следующих направлениях. Многолетние наблюдения над изучением редукционного деления у высших растений привели к мысли об отсутствии однообразия в процессах редукционного деления у различных видов (что ныне начинает подтверждаться последними работами некоторых европейских и американских исследователей). В связи с этим и проводится ревизия этих процессов на ряде высших растений. Частично результаты наблюдений опубликованы в „Вестнике Киевского Ботанического Сада“ (работы Черноярова, Модилевского). Наблюдения научных сотрудников Лаборатории продолжают далее над редукционным делением в различных направлениях; в частности, можно отметить новые наблюдения над ядрышком в профазе редукционного деления у ряда высших растений. Другим направлением работ Лаборатории является изучение цитологии и эмбриологии ряда культурных и технических растений, главным образом из сем. *Leguminosae*, *Linaceae*, *Solanaceae* и *Umbelliferae*. В этих работах принимают участие, кроме научных сотрудников, и аспиранты.

Проф. П. Ф. Оксикюк впервые в Союзе произвел эмбриологическое изучение свеклы. Им опровергнуто общепринятое мнение о наличии протерандрии у этого растения. Занимаясь цитолого-эмбриологическим изучением сем. *Resedaceae*, проф. Оксикюк обнаружил важное значение некоторых цитологических данных для систематики этого семейства: числа хромозом и наличие кроющей клетки — *Deckzelle*, которые уточняют разделение рода *Reseda* на секции.

4. Научная деятельность Лаборатории эмбриологии растений, за последние годы, сводилась, главным образом, к детальному изучению мужского гаметафита и процесса оплодотворения у различных представителей покрытосеменных. Прежде всего окончательно решен в положительном смысле спорный вопрос о существовании у покрытосеменных растений мужских клеток, т. е. спермиев, в состав которых входит не только ядро, но и цитоплазма. Затем целый ряд исследований, произведенных проф. В. В. Финя и его учениками, показал, что спермии различных представителей покрытосеменных, представляют собой полные клетки вопреки данным других исследователей, констатировавших у тех же видов наличие бесплазменных спермиев. Кроме того, доказана ошибочность литературных данных об отсутствии у некоторых покрытосеменных обособленной генеративной клетки. Выяснено также, что вышеуказанные ошибочные и поспешные заключения различных авторов объясняются несовершенством методики исследования. На основании работ лаборатории можно заключить, что вообще существование бесплазменных спермиев у покрытосеменных является сомнительным, хотя это еще окончательно не доказано для некоторых семейств, где ядра спермиев, сравнительно велики, между тем как слой мужской цитоплазмы вокруг них очень тонкий. У *Asclepias Cornuti* наблюдались мужские клетки в зародышевом мешке. Последние снабжены длинными хвостовидными придатками, придающими

им вид сперматозоидов. В зародышевом мешке этого растения было доказано наличие жизнедеятельной цитоплазмы вокруг мужских половых ядер, что делает весьма вероятным участие последней в половом процессе. Кроме того, в Лаборатории эмбриологии растений ведутся работы по истории развития эндосперма, а также кариосистематические исследования. Все вышеуказанные работы представляют большой интерес, так как они связаны тесным образом с вопросами генетики, а также систематики и филогении покрытосеменных. Эмбриологические работы Лаборатории пользуются широкой известностью в нашем Союзе и за границей.

О. Радде-Фомина.

Геологическое общество Грузии. В начале ноября м. г. в Тифлисе состоялось учредительное собрание Геологического общества Грузии. Потребность в организации о-ва назрела уже несколько лет тому назад. Вначале предполагалось создать Геологическую секцию Географического о-ва Грузии, после же было решено организовать о-во при Научно-исслед. геологическом и-те, причем оно будет работать под руководством Института. О-во объединяет свыше двухсот работников геологии, а также родственных дисциплин.

Необходимо отметить, что всего десять—пятнадцать лет тому назад не только не было никакого геологического учреждения, не велось никакой геологической работы, но и вообще грузин-геологов можно было сосчитать по пальцам. Ныне же наряду с геологическими кафедрами при различных ВУЗАХ и ВТУЗАХ мы имеем целый ряд н.-исслед. учреждений, как то: Научно-исслед. геологический и-т Грузии (руководитель проф. А. Джавелидзе); Отделение Всесоюз. н.-исслед. и-а прикладной минералогии (руководитель проф. А. Твалчреидзе); Геологическое отделение Музея Грузии и т. д. Грузин-грузины не только удовлетворяют потребности всех исследовательских и хозяйственных организаций на территории Грузии, но и ведут научно-исследовательскую работу и, несмотря на сравнительно малые сроки, имеют целый ряд значительных исследований и работ.

В частности следует отметить: работы по стратиграфии (Эпиконтинентальный лёсс Дзирского массива); исследование стратиграфии Байоса (Средняя Юра); исследование взаимоотношения Юры и мела; исследования по стратиграфии и палеонтологии (фауна Апта); особенно же по тектонике; развитию изучения которой очень помогло обилие форм и тектонических явлений на территории Грузии.

Геологическое о-во Грузии ставит себе целью не только объединить работников геологии и содействовать ее дальнейшему развитию, но и вовлечь широкие слои населения в геолого-исследовательскую работу, в поход за сырьем, за выявление новых сырьевых баз.

На первом собрании членов-учредителей о-ва избран президиум в составе председателя — проф. К. Габуния, зам. председ. доц. И. Качарав, ученого секретаря Девы Микеладзе и членов президиума — проф. А. Джавелидзе, инж. Дзотцендидзе и представителя от студенчества.

К. Джавришвили.

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ.

А. Ф. Шелл. Общая биология. Пособие для медикостанов и университетов. Полностью переработано и значительно дополнено Л. Я. Бляхером, Н. А. Бобринским, Б. Н. Вишневым, В. А. Дорфианом, С. В. Емельяновым, С. Я. Капланским, Н. П. Кренке, М. А. Левиным, Б. С. Матвеевым, Б. Д. Морозовым, А. А. Парамоновым, Д. П. Филатовым. М.—Л., Гос. Мед. Издат. 1933. ч. I: стр. 351, ц. в пер. 6 р. 50 к., тираж 25 200; ч. II: стр. VIII+353—671, ц. в пер. 6 р. 50 к. тираж 10 200.

Выход из печати книги Шелла давно и с большим нетерпением ожидался биологами. Книга давно уже находилась в переработке, но выход ее, к сожалению, очень сильно задержался. Между тем едва ли есть какая-нибудь другая дисциплина естественно-научного и медицинского цикла, где нужна в учебном руководстве ощущалась бы в такой мере, как по общей биологии. Положение с учебными пособиями по общей биологии, особенно в междвузах, является прямо катастрофическим. Нет ни одной сколько-нибудь подходящей книги, которую можно было бы рекомендовать студентам в качестве основного пособия. Приходится по каждой теме давать различные источники, указывать большое количество книг; это затрудняет работу студентов и очень болезненно сказывается на качестве проработки материала. Если по другим дисциплинам был недостаток учебников, или они не отвечали всем требованиям советского учебника, то по общей биологии, если не считать книги М. Гартмана, непригодной в качестве учебника, не было вообще никаких руководств.

В этих условиях появление книги А. Ф. Шелла является крупным событием, которое не может пройти незамеченным для биологов всех специальностей, а особенно для тех вузов, где общая биология является ведущим предметом.

Рецензируемое руководство представляет собой переработку книги американского биолога A. F. Schull, „Principles of animal biology“, осуществленную коллективом московских биологов, под общим руководством М. А. Левина и Б. Д. Морозова. Целый ряд глав значительно изменен и переработан, большое количество глав написано совершенно заново. Из книги Шелла заимствовано собственно только 6 глав из 21! Две главы переведены из „Общей биологии“ Вудреффа (Woodruff. Foundation of biology) и 14 глав написано вновь. При этих обстоятельствах представляется, собственно, очень странным, почему книга носит имя Шелла, раз последнему принадлежит меньше половины всего объема книги, да и эта половина значительно переработана. Очевидно это можно объяснить только „историческими“ причинами, тем, что рассматриваемое руководство выросло на основе первоначальной идеи о переводе книги Шелла.

Книга вышла в двух томах. Первый том обнимает следующие главы: I. Морфология клетки; II. Биохимия и физиология клетки; III. Физическая химия клетки; IV. Деление клетки; V. Морфология и физиология растений; VI. Морфология и физиология многоклеточных животных; VII. Размножение животных; VIII. Размножение растений; IX. Эмбриональное развитие животных; X. Механика развития; XI. Рост; XII. Старость и смерть. Второй том содержит главы: XIII. Систематика животных и растений; XIV. Географическое распространение животных и растений; XV. Экология; XVI. Ископаемые животные и растения; XVII. Движущие силы эволюции; XVIII. Родословные древа и закономерности эволюционного процесса; XIX. Генетика. XX. Происхождение человека. XXI. Происхождение жизни. Это содержание, как и общий объем книги (около 700 стр.), заставляет расценивать „Общую биологию“ Шелла, как солидное руководство, стремящееся к охвату всего курса, преподаваемого на довольно широкой основе.

Переходя к оценке книги, прежде всего нужно указать на ее главный, коренной недостаток. Несмотря на доброе намерение редакции, книга не представляет собою курса Общей биологии. Перед нами — скорее своего рода краткая энциклопедия биологии, курс биологии, понимаемой, как совокупность материала, даваемого отдельными биологическими дисциплинами. Между тем общая биология не представляет собой простого суммирования материала, даваемого цитологией, физиологией, морфологией, экологией, систематикой и пр. и пр. Общая биология, используя этот материал, должна переработать его так, чтобы выявились общие закономерности органических явлений. Курс общей биологии не может являться механическим собранием фрагментов, набранных из разных отделов биологии, он должен быть целостным курсом, где каждая последующая глава вытекает из предыдущей, где самое построение курса, распределение материала, должно вызвать всеобщие явления органической природы и их взаимную связь. Именно этого-то и недостает рецензируемой книге. Каждая глава представляет здесь нечто самостоятельное, и содержание ее ни в какой мере не вытекает из предыдущих глав и не связано с последующими. Каждая глава излагает основные положения того или другого отдела биологии. Рубрикация книги не выделяет основного, ведущего, не дает ориентирующих указаний читателю. Эта фрагментарность книги прежде всего бросается в глаза при ее чтении. Для читателя остается непонятным, почему за главой о делении клетки следует морфология и физиология растений, почему за главой об экологии следует глава об ископаемых животных и растениях. Если общая биология рассматривает общие

объективные закономерности органического мира, то почему в руководстве не нашли себе места специальная глава об обмене веществ, ведущем и несомненно наиболее всеобщем явлении органической природы, почему не выделена глава о таком общем жизнепроявлении, как раздражимость. Соответствующий материал, конечно, приведен в книге, но он разбросан и приведен не под тем углом зрения, под каким это должно было бы быть сделано в курсе общей биологии. В подобном курсе совсем не нужно рассматривать последовательно системы органов, как это сделано в гл. VI, а нужно рассматривать основные жизнепроявления, и при их рассмотрении найдет свое место и каждая система органов. Этим и должно отличаться построение курса общей биологии от курсов зоологии или ботаники, преподававшихся студентам в дореволюционных медицинских факультетах.

Если с этой точки зрения сравнить построение курса в „Общей биологии“ М. Гартмана с „Общей биологией“ Шелла, то сравнение будет не в пользу последней. Общебиологический подход, не смотря на ряд крупнейших методологических ошибок, выдержан у Гартмана более отчетливо и совершенно отсутствует у Шелла.

Возможно, что этот коренной недостаток рассматриваемой книги объясняется тем, что каждая глава была поручена для обработки отдельному лицу. Редакция сама отмечает в предисловии „некоторый разноречивый в стиле разноречивых авторов, который не удалось унифицировать в достаточной мере“ (стр. 4). Но дело не только в стиле, а в самом содержании книги. Редакция стремилась, чтобы каждая глава была обработана специалистом, научно работающим в данной области. Для большого справочного руководства типа Handbuch'a такой метод составления даст прекрасные результаты. Однако, поскольку книга Шелла предназначалась в основном в качестве лужовского учебника, важнее было единство и продуманность плана и целостность всего изложения: это-то и принесено в ущерб стремлению привлечь к обработке руководства большой коллектив специалистов. Ошибка, которую нашим издательствам надо учесть в дальнейшем.

Сама редакция также справедливо замечает, что „многое в построении книги напоминает старые учебники общей биологии“ (стр. 7). Самой редакцией очевидно, что крупным недостатком руководства является отсутствие вводной главы, излагающей задачи, предмет, метод и классификацию биологии. К этому замечанию редакции нужно еще прибавить, что нет главы, посвященной разбору основных методологических направлений в биологии: витализма, механизма и диалектико-материалистического понимания жизни. Отсутствие этих глав в советском руководстве не может быть ничем оправдано. Если редакция сочла возможным написать заново 13 глав, то совершенно непонятно, почему нельзя было написать указанные главы. В этом нельзя видеть большого промаха, тем менее понятного, что во главе редакции стоял крупный методолог М. А. Левин.

От этих общих недостатков книги обратимся к разбору отдельных глав. Крупными недостатками страдает глава I „Морфология клетки“.

Здесь не нашла отражения дискуссия о клеточном учении, и те отрицательные моменты этого учения, которые теперь уже достаточно выявились, не получили должного отражения. Несмотря на то, что на стр. 96 критикуется понятие „одноклеточные“ и вводится понятие „бесклеточные организмы“ в разбираемой главе настойчиво указывается, что „все живые существа состоят из клеток и из структур, ими вырабатываемых, неклеточного строения“ (стр. 12). На стр. 15 при рассмотрении формы клеток опять речь идет об одноклеточных организмах. Чему же читатель должен верить: написанному на стр. 12 или на 96? Согласовать и то и другое представляется довольно трудным. Слишком решительно утверждение, что межклеточное вещество соединительной ткани обладает „совершенно пассивной функцией“ (стр. 12). Не говоря о неудачности выражения „пассивная функция“, нужно отметить, что современная гистология все более приходит к представлению о том, что так наз. метаплазма свойственна в той или другой форме, обмен веществ, и она является несомненно живым образованием. В этой главе очень резко чувствуется попытка внести изменения в текст без достаточной его переработки. Так, на стр. 12—13 читаем: „С течением времени исследователи все более убеждались в том, что жизненные процессы, совершающиеся в живых организмах... представляют собой жизненные процессы составляющих его клеток. Клетки, входящие в состав организма, не действуют независимо друг от друга, поэтому следует рассматривать деятельность организма не как сумму деятельности клеток, а как нечто высшее проявляющееся, как единое целое“. Как опять-таки совместить эти одна за другой следующие фразы? Или это опечатка, и в первой фразе нужно была частица „не“? (т. е. жизненные процессы не представляют собою только процессов составляющих организм клеток). Но такие „сметки“ слишком опасны, и могут быть истолкованы по-своему. На стр. 14 в специальном абзоре подчеркивается значение клеточной теории, но ни слова не говорится о том отрицательном значении, которое сыграло, построенное на нем, учение о клеточном государстве и прочие чисто механические представления „защитников“ клеточной догмы.

Не вполне понятно название глав II (Биохимия и физиология клетки) и III (Физическая химия клетки). Почему физиология связана с биохимией, а не с коллоидной химией клетки? По сути обе эти главы трактуют о физиологии клетки (вернее протоплазмы), но одна делает упор на химическую характеристику, другая на физическую характеристику. Едва ли целесообразно объединение в одной главе (гл. II) химической характеристики белков, углеводов и жиров с одной стороны и разбора амебидного и ресничного движения с другой. На стр. 32, в параграфе об обмене веществ, почему-то избегаются общепотребительные термины ассимиляция и диссимиляция (первый из них вводится только на стр. 39, а второй вообще не упоминается). Химическая характеристика клетки дана хотя и в несколько трудном для начинающего студента виде, но в общем принадлежит к удачным частям книги. Это нельзя сказать о физиологии клетки, и причина этого в том, что вместо рас-

смотрения общих жизнепроявлений организма, составитель упорно хочет говорить о физиологии клетки, не вмещающей в себе физиологические проявления организма как целого. К несомненно удачным главам относится гл. III, дающая очерк коллоидного состояния протоплазмы. Свежий материал дан также и в главе IV „Деление клетки“. Описание опытов Гурвича, довольно обстоятельно изложенное здесь, правильнее было бы отнести к материалу, набранному по плану книги мелким шрифтом.

Гл. V излагает морфологию и физиологию растений с одной стороны слишком кратко, а с другой, в этом беглом изложении затронуто много фактического материала, трудного для усвоения. Эта трудность усугубляется недостаточным количеством, недемонстративных к тому же, рисунков, данных в этой главе. По сравнению с изложенным на стр. 96, настойчивое утверждение о клеточной природе сифонниковых водорослей (стр. 77) дезориентирует читателя. Введение к этой главе едва ли может быть понятно студентам, не проработавшим еще всего курса.

Гл. VI содержит описание различных систем органов животных, и, хотя глава эта составлена несомненно интересно, здесь особенно ярко выявляется отсутствие объединяющей общепсихологической точки зрения. Несмотря на то, что глава носит заглавие „Морфология и физиология многоклеточных животных“, морфология в ней явно превалирует над физиологией, и сравнительно-физиологическому материалу уделено слишком мало места.

Гл. VII („Размножение животных“) и VIII („Размножение растений“) нуждаются в объединении и выявлении общих явлений в процессе размножения животных и растений.

Гл. IX („Эмбриональное развитие животных“) начинается странной фразой: „Строго говоря, зародыш животного представляет собой неразвившееся животное, заключенное в оболочку яйца“. Фраза достойная по меньшей мере префору Э. типа Гартсекера, изображавшего человека с головкой сперматозоида.

Гл. X („Механика развития“) содержит очень обширный материал, который частично мог бы быть сокращен (напр., слишком велик абзац о ткачевых культурах, занимающий 6 страниц мелкого шрифта). Так как эта глава написана несколькими авторами, то особенно резко бросается в глаза и фрагментарность и отсутствие общей объединяющей нити, которой должна была бы быть проблема детерминации в развитии организма. Хорошо изложена гл. XI („Рост“) и гл. XII („Старость и смерть“); материал их можно было бы объединить в одну общую главу.

Переходя ко второй части руководства, мы встречаемся здесь с главами, относящимися к видовому развитию организма. На ряду с хорошо обработанными главами, ряд глав и здесь неудачен. Гл. XIII должна дать представление об основах систематики и начинается с разбора принципов классификации. Несмотря на то, что на этот вопрос отведено 8 страниц, у читателя так и не получается отчетливого представления о значении естественной системы, как отражения филогенетического родства организма. Очень непонятно написан абзац о реальности система-

тических категорий (стр. 368). Основные группы животных рассмотрены слишком кратко, особенно если принять во внимание, что учебник предназначен для медвузов, в которых нет зоологии и ботаники. Характеристике основных групп растений уделено... $\frac{1}{3}$ страницы, написанной так, что она может быть понята лишь человеку, прошедшему курс ботаники. Это тем более непонятно, что в следующей гл. XIV, посвященной биогеографии, материал дан в таком объеме, какой, конечно, не нужен студенту-медику. Характеристику зоогеографических областей здесь с успехом можно сократить, так как перечисление бесчисленных названий неизвестных студенту животных, чем заполнено около 10 страниц мелкого шрифта, совершенно бессмысленно. За счет этого необходимо развернуть более серьезную характеристику типов животных и основных групп растений.

Одной из самых неудачных глав книги является гл. XV — „Экология“. Автор этой главы суживает понятие экологии до учения о приспособлении организмов к условиям среды (см. стр. 405). Исходя из этого определения, автор не вводит сюда совершенно общей характеристики соотношения организма и среды, не выявляет общих закономерностей этих взаимоотношений, а вместо этого дает на протяжении сорока страниц описание различных приспособлений. Для чего нужно в учебнике вводить в таком обильном количестве этот, по существу, „беллетристический“ материал, представляется совершенно непонятным. Едва ли очень важно для курса общей биологии, что „у норки между пальцами имеются плавательные перепонки... и их движения и на суше ловки и быстрые“ (стр. 407), а именно подобным материалом заполнена вся глава. Почему-то между абзацами о приспособлении к активному полету и приспособлениях к низким температурам нашел место параграф о конвергенции, а явления симбиоза приютились между приспособлениями к добыче пищи и приспособлениями к защите. Совершенно обойден здесь вопросы синэкологии и биоценологии. Вся эта глава нуждается в коренной переработке и, в настоящем своем виде, просто засоряет учебник.

Гл. XVI „Ископаемые животные и растения“ стоит как-то особняком, нисколько не увязываясь с предыдущим и последующим изложением. Ее материал было бы целесообразно объединить с частью материала гл. XVIII (родословные древа), а от последней часть материала (закономерность эволюционного процесса) слить с гл. XVII (движущие силы эволюции). Стройность изложения от этого бы выиграла.

Гл. XVII, дающая общий очерк учения об эволюции принадлежит к числу глав курса, заслуживающих несомненно положительной оценки. Спорным представляется здесь безапелляционное зачисление Ламарка в виталисты, (стр. 472—473), без оттенения механистическоматериалистических сторон его учения об изменчивости. Неудачным параграфом в этой главе является абзац о „предпосылках возникновения дарвинизма“. Последние здесь ни в какой мере не вскрыты. Желательно было бы также не перечислять одну за другой различные эволюционные теории, а группировать вместе теории, объеди-

ненные общей идеей. Очень интересен материал гл. XVII, где дается сводка работ школы акад. Северцова, которые до последнего времени не находили еще отражения в учебной литературе. Часть этого материала можно было бы, однако, дать мелким шрифтом, а исторический очерк родословных схем вообще выпустить.

Хорошо, но несколько кратко, изложена гл. XIX „Генетика“. Слишком много места здесь уделено изменчивости и сравнительно мало наследственности. Введение элементов вариационной статистики (даже и мелким шрифтом) едва ли оправдывается надобностью; то же относится и к части приведенных на стр. 610 упражнений.

Гл. XX „Происхождение человека“ представляет собою достаточно удачное переложение многочисленных книг и статей по этому вопросу ее автора Б. Вишневского. Эта глава, как и последняя XXI „Происхождение жизни“ по живости стиля выгодно отличается от ряда предыдущих. Однако, последняя глава нуждается в коренной переработке. Ряд приведенных там теорий (в роде теории Эллена) совершенно бессодержательны, а с другой стороны глава эта недостаточно оттеняет методологическую сторону вопроса.

Из общих недостатков учебника, кроме отмеченного, нужно указать на наличие редакционных недосмотров. Ими, очевидно, приходится объяснить указание на своеобразную реакцию „избегания“ у инфузорий (стр. 45). Недосмотром являются и такие пропуски, как, напр., отсутствие параграфа о таксисах и трописах.

Есть очень досадные опечатки („эксплоатация тканей“ вместо „эксплантация“, стр. 24; „симплазма“ вместо „симпласт“, стр. 96 и т. п.). Ряд рисунков нуждается в замене более демонстративными (рис. 7, 38, 39, 40, 248). Очень нехорошее впечатление производят таблицы с рисунками представителей основных групп животных (стр. 371 и 375). У студента, рассматривающего их, получится определенное впечатление, что ланцетник больше лягушки, планария

имеет такую же величину как голотурия, а трипаноза и парамеция больше их всех. Литературные указатели, приведенные к каждой главе, не стоят на высоте положения. В них часто не отмечается ценных книг и их необходимо расширить и включить в них и журнальную литературу (из таких журналов, как „Природа“, „Успехи экспериментальной биологии“, „Научное слово“ и т. п.).

Мы сознательно подробно остановились на важнейших недостатках книги, так как перед нами первый опыт создания советского руководства по биологии, и на его ошибках мы должны учиться. Но было бы неверно думать, что книга лишена положительных качеств. К последним, в первую очередь, нужно отнести строгую научность изложения и свежесть материала. Руководство Шелла, в обработке группы московских биологов, стоит на уровне последних научных достижений, и это смелое введение последних научных данных в учебник нужно всемерно приветствовать. Оценивая руководство Шелла в целом, нужно сказать, что перед нами несомненно интересная книга, которая сыграет определенную роль в деле вузовского преподавания биологии. Едва ли, однако, даже при условии переработки, она может претендовать на роль основного учебника по курсу общей биологии, особенно в медресах. Скорее она может явиться дополнительным пособием для студентов университета, она вероятно будет интересной для аспирантов и преподавателей биологии. Во всяком случае несомненно одно: для того, чтобы претендовать на роль руководства по общей биологии, учебник нуждается в коренной переработке, в которой должна быть преодолена его фрагментарность и проведен общебиологический подход.

Издана книга удовлетворительно, на хорошей белой бумаге, в хорошем коленкоровом переплете, но цена ее (13 руб.), если принять во внимание большой тираж, непомерно высока.

З. Кацнельсон.

Напечатано по распоряжению Академии Наук СССР

Март 1934 г.

Непременный секретарь академик В. Волкин.

Ответственный редактор академик А. А. Борисляк.

Члены редакционной коллегии { Акад. С. И. Вавилов, акад. Б. А. Келлер, акад. Н. С. Курнаков, проф. Я. М. Урановский (зам. отв. редактора), проф. А. Ю. Харит, проф. Ю. Ю. Шакселе (Prof. Dr. J. Schaxel).

Ответственный секретарь редакции д-р М. С. Королицкий.

Технический редактор А. Д. Покровский. — Ученый корректор М. М. Севастьяков.

Обложка работы А. А. Ушина.

Сдано в набор 20 февраля 1934 г. — Подписано к печати 14 марта 1934 г.

Ленгонт № 4020. — Бум. 72 × 110 см. — 7 печ. л. — 72 800 тип. зн. в л. — Тираж 7175. — АНИ № 49. — Заказ № 2525

РУКОВОДИТЕЛИ ОТДЕЛОВ И СОТРУДНИКИ „ПРИРОДЫ“

Математика. Акад. *С. Н. Бернштейн* (редактор отдела), доц. *Б. И. Сегал* (пом. ред.), акад. *И. М. Виноградов*, доц. *В. Д. Купрадзэ* и др.

Физика и астрономия. Акад. *С. И. Вавилов* (редактор отдела), проф. *Ю. П. Шеин* (пом. ред. по отд. физики), доц. *М. С. Эйенсон* (пом. ред. по отд. астрономии), доц. *В. А. Амбарцумян*, акад. *А. А. Белопольский*, доц. *М. П. Бронштейн*, *А. Б. Вериго*, доц. *Б. М. Вул*, почетн. чл. АН проф. *С. П. Глазенап*, *А. В. Грошев*, *Д. И. Еропкин*, проф. *Н. И. Идельсон*, акад. *П. П. Лаварев*, чл.-корресп. АН проф. *Г. С. Ландсберг*, акад. *В. Ф. Миткевич*, чл.-корресп. АН проф. *П. М. Никифоров*, чл.-корресп. АН проф. *Б. В. Нумеров*, чл.-корресп. АН проф. *К. Д. Покровский*, акад. *Д. С. Рождественский*, акад. *Н. Н. Семенов*, чл.-корресп. АН *Д. Л. Талмуд* и др.

Химия. Акад. *Н. С. Курнаков* (редактор отдела), доц. *М. А. Бендецкий* (пом. ред.), проф. *М. А. Блох*, *А. П. Виноградов*, проф. *А. А. Гринберг*, проф. *С. Н. Данилов*, проф. *О. Е. Звягинцев*, *А. В. Лозовой*, проф. *Н. А. Орлов*, *А. Д. Петров*, инж. *Н. И. Родный*, чл.-корресп. АН проф. *Н. И. Степанов*, проф. *Н. А. Трифонов*, чл.-корресп. АН проф. *В. Г. Хлопин*, проф. *А. А. Яковкин* и др.

Геология с палеонтологией. Акад. *А. А. Борисак* (редактор отдела), доц. *В. А. Ковда* (пом. ред.), акад. *А. Д. Архангельский*, чл.-корресп. АН проф. *Д. С. Белянkin*, акад. *В. И. Вернадский*, президент Всесоюзн. Акад. Наук акад. *А. П. Карпинский*, акад. *Ф. Ю. Левинсон-Лессинг*, проф. *Б. Л. Личков*, акад. *В. А. Обручев*, *Ю. А. Орлов*, акад. *А. Е. Ферсман*, чл.-корресп. АН проф. *А. В. Шубников*, проф. *Я. С. Эдельштейн* и др.

Общая биология с микробиологией. Акад. *Г. А. Надсон* (редактор отдела), д-р *А. А. Имшенецкий* (пом. ред.), чл.-корресп. АН проф. *Г. Д. Белоновский*, проф. *Б. Н. Вишневский*, *Т. Л. Гинзбург-Караичева*, *С. Я. Залкина*, проф. *В. П. Израильский*, проф. *Э. С. Кацнельсон*, чл.-корресп. АН проф. *Н. К. Колюцов*, проф. *А. В. Немилов*, проф. *Л. И. Рубенчик*, проф. *В. С. Садилов*, проф. *Н. Г. Хлопин*, проф. *Ю. Ю. Шаксель* (Prof. Dr. J. Schaxel), проф. *Б. П. Эберт* и др.

Ботаника. Акад. *Б. А. Келлер* (редактор отдела), чл.-корресп. АН проф. *Н. А. Буш*, проф. *Е. В. Вульф*, проф. *Н. Н. Иванов*, чл.-корресп. АН проф. *Б. Л. Исаченко*, акад. *В. Л. Комаров*, проф. *А. Н. Криштофович*, акад. ВУАН *В. Н. Любименко*, *И. В. Мичурин*, проф. *В. Ф. Раздорский*, акад. *А. А. Рихтер*, проф. *В. А. Траншель*, проф. *Б. А. Федченко*, акад. ВУАН *А. В. Фомин*, акад. ВУАН *Н. Г. Холодный* и др.

Зоология. Акад. *А. Н. Северцов* (редактор отдела), проф. *Д. М. Федотов* (пом. ред.), чл.-корресп. АН проф. *Л. С. Берг*, проф. *С. Н. Боголюбовский*, проф. *К. М. Дерюгин*, проф. *В. А. Догель*, акад. *С. А. Зернов*, чл.-корресп. АН проф. *Н. М. Книпович*, проф. *Н. Я. Кузнецов*, проф. *Б. С. Матвеев*, проф. *Е. Н. Павловский*, *М. И. Тихий*, *А. Я. Тугаринов*, проф. *Б. Н. Шванвич*, проф. *П. Ю. Шмидт*, проф. *В. Л. Якимов* и др.

Физиология. Чл.-корресп. АН проф. *Л. А. Орбели* (редактор отдела), д-р *Э. А. Асратян* (пом. ред.), проф. *Б. М. Завадовский*, проф. *М. М. Завадовский*, проф. *В. С. Исупов*, проф. *Х. С. Коштанянц*, *Е. М. Крепс*, доц. *Ю. В. Медведев*, акад. *И. П. Павлов*, проф. *Н. А. Подкопаяев*, чл.-корресп. АН проф. *А. А. Ухтомский*, проф. *А. Ю. Харит*, проф. *А. С. Штерн* и др.

Генетика. Акад. *Н. И. Вавилов* (редактор отдела), *Ю. Я. Керкис*, д-р *Д. Костов* (Dr. D. Kostoff), *Т. К. Лепин*, проф. *Г. Г. Мёллер* (Prof. H. J. Muller) и др.

Почвоведение. Чл.-корресп. АН проф. *Б. Б. Полюнов* (редактор отдела), проф. *Р. И. Аболин*, *И. Н. Антипов-Каратаев*, чл.-корресп. АН *Л. И. Прбылов* и др.

История и философия естествознания. Проф. *Я. М. Урановский* (редактор отдела), проф. *С. Ф. Васильев*, проф. *Б. Н. Выропаев*, чл.-корресп. АН проф. *Б. М. Гессен*, доц. *Б. М. Кедров*, проф. *А. А. Максимов* (Москва), проф. *Г. С. Тымянский*, проф. *Р. А. Янковский* и др.

В журнале принимают также участие: проф. *В. Я. Альтберг*, акад. *А. А. Байков*, инж. *В. Н. Васильев*, чл.-корресп. АН проф. *В. Г. Глушков*, проф. *Н. А. Копылов*, проф. *П. А. Молчанов*, почетн. чл. АН проф. *Н. А. Морозов*, проф. *Б. П. Мультановский*, *А. И. Толмачев* и др.

Цена 1 р. 25 к.

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР

НА 1934 ГОД ПРОДОЛЖАЕТСЯ ПОДПИСКА НА 1934 ГОД

== НА ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ ПОПУЛЯРНЫЙ ==
ЕСТЕСТВЕННО-ИСТОРИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
ИЗДАВАЕМЫЙ АКАДЕМИЕЙ НАУК СССР

23-й год издания

„П Р И Р О Д А“

23-й год издания

Ответственный редактор акад. А. А. БОРИСЯК

Члены редакционной коллегии: акад. С. И. Вавилов, акад. Б. А. Келлер, акад. Н. С. Курнаков, проф. Я. М. Урановский (зам. отв. редактора), проф. А. Ю. Харит, проф. Ю. Ю. Шаксель (Prof. Dr. J. Schaxel).

Отв. секретарь редакции д-р М. С. Королицкий.

Журнал популяризирует достижения современного естествознания в СССР и за границей, наиболее общие вопросы техники и медицины и освещает их связь с социалистическим строительством. Информировать читателей о новых данных в области конкретного знания, журнал вместе с тем освещает общие проблемы естественных наук, преодолевая реакционные направления в теоретическом естествознании.

В журнале представлены все основные отделы естественных наук, организованы также отделы: история и философия естествознания, новости науки, научные съезды и конференции, жизнь институтов и лабораторий, критика и библиография.

Редакторами отделов являются: математики — акад. С. Н. Бернштейн; физики и астрономии — акад. С. И. Вавилов; химии — акад. Н. С. Курнаков; геологии и палеонтологией — акад. А. А. Борисьяк; общей биологии — проф. Ю. Ю. Шаксель (Prof. Dr. J. Schaxel); ботаники — акад. Б. А. Келлер; зоологии — акад. А. Н. Северцов; физиологии — чл.-корресп. АН проф. Л. А. Орбели; генетики — акад. Н. И. Вавилов; микробиологии — акад. Г. А. Надсон; почвоведения — чл.-корресп. АН проф. Б. Б. Полынов.

Журнал рассчитан на научных работников и аспирантов: естествовников и общественников, на преподавателей естествознания высших и средних школ. Журнал стремится удовлетворить запросы всех, кто интересуется современным состоянием естественных наук, в частности широкие круги работников прикладного знания, сотрудников отраслевых институтов: физиков, химиков, растениеводов, животноводов, инженерно-технических, медицинских работников и т. д.

В 1934 г. журнал выходит в увеличенном объеме

ПОДПИСНАЯ ЦЕНА: На год за 12 №№ . . 15 руб. — коп.
На 1/2 года за 6 №№ . . 7 руб. 50 коп.

Подписку и деньги направлять в Сектор распространения Издательства Академии Наук СССР: Ленинград 1, В. О., Менделеевская лин., 1, тел. 5-92-62. Подписка принимается также доверенными Издательства, снабженными специальными удостоверениями.

Редакция: Ленинград 1, В. О., Менделеевская лин., 1, тел. 669-38 и 555-78.