

# ПРИРОДА



№

7

ИЗД-ВО АКАДЕМИИ НАУК СССР • 1934

## СОДЕРЖАНИЕ

Проф. В. Г. Фридман. Энгельс и Ленин о природе электричества . . . . . 1

Проф. С. Э. Макаров. Циклические равновесия в рассолах озера Кучук . . . . . 10

Н. Ф. Мищенко. Внутреннее трение в песках . . . . . 15

Проф. Л. С. Штерн. Проблема сна . . . . . 24

Ю. Я. Керкис. Линейная структура хромозом . . . . . 42

### ИСТОРИЯ НАУКИ

М. А. Гуковский. Леонардо да Винчи как ученый . . . . . 52

### ЮБИЛЕИ И ДАТЫ

Эзрас Асратян. Леон Абгарович Орбели. (К 30-летию научной общественной деятельности) . . . . . 57

### НОВОСТИ НАУКИ

Физика. Акустический метод диагноза нервных болезней . . . . . 64

### Геология.

Минералогия. Падение метеора 25 XII 1933 г. в Тарском округе Западе Сибирского края.— О массовом падении метеоритов в 1290 г. . . . .

Геофизика. Новые данные о снеге  
Геохимия. Геохимия и кристаллохимия германья . . . . .  
Физическая география. Явления смерчей . . . . .

### Биология.

Зоология. Экспедиция им. Джоз Меррея в Индийском океане. II . . . . .

Палеозоология. О постпалеоденовой фауне млекопитающих из бассейна р. Б. Иргиза . . . . . —

### НАУЧНЫЕ СЪЕЗДЫ И КОНФЕРЕНЦИИ

III Всеукраинское совещание по эндокринологии, органотерапии и обмену веществ . . . . . 74

### ЖИЗНЬ ИНСТИТУТОВ И ЛАБОРАТОРИЙ

К иктнологии Черного моря . . . . . 76

### ПОТЕРИ НАУКИ

Орест Данилович Хвольсон (1852—1934) . . . . . 77  
Альберт Кальмет (1863—1933) . . . . . 79

## АВТОРАМ И СОТРУДНИКАМ „ПРИРОДЫ“

Редакция обращает внимание авторов и сотрудников на то, что со времени постановления Редакции о необходимости стремиться к более доступному и упрощенному изложению материала прошло свыше года (см. Протокол заседания от 16 мая 1933 г. „Природа“, № 5—6). Редакция, со всею настойчивостью напоминая об этом постановлении Редакции, убедительнейшим образом просит иметь в виду популяризаторский характер „Природы“, отнюдь не рассчитанной на специалистов в той или иной области, а на более широкие круги научных работников и пр. В соответствии с этим необходимо, чтоб и размер, как правило, не превышал установленных норм: для статей общего порядка—30 000 печатных знаков (включая литературу—возможно общего значения—и иллюстрационный материал), для статей по истории науки—20 000 печатных знаков, по отделу критики и библиографии—10 000 печатных знаков, для реферативных и информационных сообщений—5000 печатных знаков.

РЕДАКЦИЯ



# ПРИРОДА

ПОПУЛЯРНЫЙ  
ЕСТЕСТВЕННО-ИСТОРИЧЕСКИЙ  
ЖУРНАЛ

ИЗДАВАЕМЫЙ АКАДЕМИЕЙ НАУК СССР

ГОД ИЗДАНИЯ  
ДВАДЦАТЬ ТРЕТИЙ

№ 7

1934

## ЭНГЕЛЬС И ЛЕНИН О ПРИРОДЕ ЭЛЕКТРИЧЕСТВА

*Проф. В. Г. ФРИДМАН*

В современной литературе по физике часто рассматривается вопрос о том, что такое электричество; несмотря однако на то, что электричество играет первенствующую роль в современной технике и несмотря на то, что соответственно этому учение об электричестве представляет сильно разработанный отдел физики, несмотря на все это, — до сих пор в современной физике нет определенного ответа на вопрос, что же такое электричество. Здесь можно отметить следующие три направления:

1. Первое из этих направлений (весьма распространенное) считает электричество за особую нематериальную субстанцию, например за энергию, способную существовать без материального носителя. Например, Г. Лоренц (см. его „Электронная теория“, стр. 27) называет электроны зарядами без материи, маститый Редзерфорд в „Президентской речи на съезде Британской ассоциации в 1923 г. говорит о том, что электрон — „дематериализованный атом электричества“. Известный наш ученый проф. И. В. Каблуков в недавно вышедшем в свет 45 томе словаря Гранат (в статье „Химия“) пишет: „Таким образом пришли к нематериальности материи и к атомистическому строению

электричества, или одной из форм энергии... Вместо прежней материализации энергии произошла энергизация материи, которая оказалась как бы только формой для проявления энергии“.

Необходимо отметить, что проф. Каблуков говорит обо всем этом, имея в виду именно то, что современная электронная теория рассматривает материю как нечто, состоящее из электрических частиц — протонов и электронов. Отмеченное нами первое направление является смешением физического и философского понимания материи, смешением, опасным тем, что от него лежит легкая дорога к фидеизму, как это блестяще вскрыл Ленин в своей книге „Материализм и эмпириокритицизм“.

2. Второе направление, которое принято считать весьма материалистическим, рассматривает электричество как материю, даже первоматерию. Очень настойчиво говорит об этом наш физик проф. С. Покровский в своем курсе для вузов „Электричество и магнетизм“ (1933, стр. 12): „электричество есть некоторая материя, которая может измеряться и может проявлять различные свойства“.

Известный немецкий физик А. Зоммерфельд в своей книге „Строение

атома и спектры“ (1926, стр. 26) пишет: „Отрицательное электричество есть первичное вещество, равноправное другой первичной субстанции, положительно заряженной материи“... „Заряд ближе к нашему понятию субстанции, чем материя“.

3. Третье направление (сравнительно мало распространенное) рассматривает электричество как особое свойство материи, как вид энергии, носителем которой является материя. Так, например, физик Берлинер в его курсе физики (т. 1, 1932, стр. 167) говорит о том, что атомы тел состоят „из основной материи... из двух основных частей электрического типа — отрицательно заряженных электронов и положительно заряженных протонов“. Значит, Берлинер принимает протоны и электроны за материальные частицы, заряженные электричеством, а не за частицы электричества; т. е. здесь электричество рассматривается лишь как вид энергии, носителями которой являются протоны и электроны. Почти также высказывается и известный немецкий физик Густав Ми („Курс электричества и магнетизма“, ч. II, 1914, стр. 155): „электрический ток — движение электронов, материальных частиц, заряженных электричеством“. Почти то же самое мы читаем и в докторской диссертации знаменитой Складовской-Кюри „Исследования радиоактивных веществ“, (1904, стр. 69).

Всего здесь сказанного достаточно для того, чтобы прийти к выводу, что в современной физике по вопросу о том, что такое электричество, нет твердой установленной точки зрения.

Энгельс давно уже высказал ту важную мысль, что там, где речь идет о понятиях, там, основываясь на правильной (значит — диалекто-материалистической) философии, можно разобраться в деле лучше и полнее, чем исходя только из специальной науки, имеющей отношение к данному понятию (в данном случае — физики). И действительно: правильное решение интересующего нас здесь вопроса мы можем найти ни у кого иного, как у основоположников диалектического материализма Энгельса и Ленина!

Прежде всего заметим, что Энгельс решительным образом высказывается против взгляда на электричество как на материю (весомую или невесомую — безразлично). В доказательство того, что это обстоит именно так, мы приведем следующие выписки из разных мест „Диалектики природы“ Энгельса (1930, стр. 151, 207, 149): „Зато Гегель рассматривает уже определенно электричество, получаемое от трения как напряжение, в противоположность учению об электрических жидкостях и электрической материи“. „Основная мысль у Гегеля и Фарадея тождественны. Оба восстают против того представления, будто электричество есть не состояние материи, а некоторая особенная, отдельная материя“. — (Благодаря, — как указывает Энгельс, — открытию механического и термического эквивалента электричества. В. Ф.) „делалась все более шаткой гипотеза о том, будто электричество есть какая-то особая материальная жидкость“. — „Фарадей поместил электричество в противоположные полюсы атомов... и таким образом впервые выразил мысль о том, что электричество вовсе не жидкость, а форма движения, «сила». Это совсем не лезет в голову старому Томсону: ведь искра есть нечто материальное“.

Только-что приведенные цитаты ясно показывают, что Энгельс действительно категорически отказывается признавать электричество за материю; из этих же цитат видно, что Энгельс считает более правильным смотреть на электричество как на „напряжение“, или состояние материи, или, наконец, форму движения, „силу“ (слово „сила“ по понятным причинам поставлено у Энгельса в кавычки; вспомним, как резко Энгельс критиковал понятие „сила“).

Особенного внимания заслуживает указание Энгельса, что взгляд на электричество как на особую материю терпит крушение вследствие включения электроэнергии в закон сохранения энергии, т. е. открытию механического и термического эквивалента электричества. С этим надо сопоставить то, что старая теория теплорода, рассматривавшая теплоту как материю особого рода,

провалилась окончательно именно тогда, когда было открыто превращение теплоты в другие виды энергии. Указание Энгельса на закон сохранения энергии оказывается блестящим вскрытием сущности вопроса, тем, о чем не догадываются подумать даже крупнейшие специалисты физики, когда речь идет о решении вопроса, что же такое электричество.

Следующие цитаты показывают, что Энгельс был и против теории двух электричеств (стр. 209, 255): „Для того, чтобы электричество могло вообще течь, его разлагают на положительное и отрицательное. Но все попытки объяснить ток, исходя из обеих этих материй, натываются на трудности“. — „Только таким путем можно было избавиться от мусора, оставшегося от старой контактной энергии и от учения о двух электрических жидкостях“. — „В описание даже самого простого электрического явления вносится фальсификация при помощи, например, контрабандного протаскивания теории о двух электричествах“.

Что же такое электричество согласно Энгельсу? Энгельс рассматривает электричество как особую (специфическую) форму движения материи, наряду с другими формами ее движения, как механическое движение, теплота и т. д. На это указывают не только вышеприведенные цитаты, но еще и следующие важнейшие высказывания Энгельса (стр. 213, 115, 208, 210—211).

„Я употребляю слово «электричество» в смысле электрического движения с тем самым правом, с каким употребляю слово «теплота» при обозначении той формы движения, которая обнаруживается для наших чувств в качестве теплоты“. — „Все так называемые физические силы... (механическая сила, теплота, свет, электричество, магнетизм и даже так называемая химическая сила)... превратилась в различно дифференцированные и переходящие по определенным законам друг в друга формы движения материи“. — „Но наряду с этим взглядом на материальный характер электричества вскоре пробила себе дорогу и другая точка зрения, согласно которой оно является простым

состоянием тел, «силой», или как мы сказали бы теперь, особой формой движения“. — „Представление о том, что электричество есть воздействующее на материальные молекулы движение частиц проникающего всю весомую материю эфира примиряет между собой обе прежние концепции. Согласно этому представлению, в случае электрических явлений, имеется налицо движение чего-то вещественного, отличного от весомой материи, но это вещественное не есть вовсе электричество, которое, наоборот, обнаруживается в виде особой формы движения, хотя и не непосредственного прямого движения весомой материи“.

В этих высказываниях важно то, что Энгельс подходит к электричеству не как к изолированной форме движения материи, оторванной от других форм ее движения, а, наоборот, подчеркивает переход разных форм движения материи (в том числе и электричества) друг в друга, их единство.

Особое внимание необходимо уделить высказываниям Энгельса об эфирной теории электричества (см. последнюю из вышеприведенных цитат). Здесь Энгельс имеет в виду максвелловскую теорию, рассматривающую электрический ток в проводе как движение концов силовых эфирных трубок вдоль провода; в то же время эфир находится в состоянии особого вихревого движения. Самая же концепция эфира была у Максвелла определенно механическая. Но для Энгельса максвелловская теория электричества была важна не сама по себе, а лишь потому (и это Энгельс, как видно из приведенной цитаты, подчеркивает), что эфирная теория делает большой шаг вперед тем, что она вытесняет старый, неприемлемый для Энгельса, взгляд на электричество как на особую материю. На этой же странице „Диалектики природы“ Энгельс указывает на возможность того, что эфирная теория будет „вытеснена какой-нибудь совершенно новой теорией“; значит, Энгельс не придавал максвелловской эфирной теории электричества значения абсолютной истины.

Важно также отметить, что Энгельс категорически высказывался против

взгляда на электрический ток в проводе как на течение электричеств, масс электричества в этом проводе. Это ясно видно из следующих мест „Диалектики природы“ (стр. 211, 151). „Учение об электричестве (основанное на эфирной теории. В. Ф.) находится в неприятном положении, ибо оно должно пользоваться терминологией, которую само называет неверной. Вся его терминология еще основывается на представлении о 2 электрических жидкостях. Оно еще говорит самым спокойным образом об «электрических массах, текущих в телах», «о разделении электричеств в каждой молекуле» и т. д. Это — зло“. — „Фарадей дал уже даже правильное объяснение происходящего в жидкости смещения атомов и установил, что количество электричества может быть измерено количеством электролитического продукта“.

Если мы вспомним, что современная физика рассматривает электрический ток в проводе как течение электронов, то может показаться, что взгляды Энгельса на это дело не только устарели, но и просто неверны. В действительности же это не так. Энгельс возражает против взгляда на ток в проводе как на движение электричества, рассматриваемого как особая материя; и это не идет в разрез с современными взглядами, ибо электроны представляют не атомы электричества, а материальные частицы, заряженные электричеством (см. выше о третьем направлении в современной физике). В этом отношении особенно показательным является то, что Энгельс, как видно из его ссылок на Фарадея, не возражает против рассматривания электрического тока в электролитах как смещения заряженных атомов (ионов).

Со всем этим необходимо сопоставить вышеприведенное указание Энгельса, что искра (электрическая) есть нечто материальное. Может показаться, что это противоречит указаниям Энгельса же на то, что электричество не есть материя. Но в том-то и дело, что искра есть (по современным взглядам) движение ионов, т. е. материальных частиц и, значит, она действительно есть нечто

4

само-то электричество не представляет материи; ионы же представляют материальные частицы, заряженные электричеством.

Мы должны еще раз подчеркнуть, что для Энгельса электричество было лишь одной из многообразных форм движения материи, что для него был важен переход электричества в другие формы движения (и обратно); поэтому Энгельс особенно отмечает количественную эквивалентность электричества и других форм движения (т. е. закон сохранения энергии в применении к электричеству) и этим самым единство электричества и других форм движения. Приводим относящиеся сюда выписки из статьи Энгельса в „Диалектике природы“ об электричестве (стр. 115, 214): „Благодаря этому различные физические силы — эти, так сказать, неизменные „виды“ физики — превратились в различно дифференцированные и переходящие по определенным законам друг в друга формы движения материи. И если электричество превращается в теплоту, свет, магнетизм, химическую силу, механическое движение, то разве это большее чудо, чем происхождение человека от обезьяны. Силы находят свое единство в движении материи“. „Таким образом и для электрического движения убедительно доказана... эквивалентность движения при всех его превращениях“.

Странное на первый взгляд впечатление производит то, что Энгельс, как оказывается, не согласен с так называемым законом сохранения электричества; этот закон, общепринятый в современной науке, говорит о том, что при зарядении тел электричеством, при появлении электрического тока происходит лишь перераспределение имевшегося уже раньше (в нейтральном состоянии) электричества, положительного и отрицательного, а не зарождение нового электричества. Энгельс сначала был склонен признавать этот закон для случая статического электричества, но потом он, повидимому, от этого отказался, указывая на то, что статическое электричество, по новейшим научным изысканиям, оказывается иден-

тичным с динамическим („Диалектика природы“, стр. 212). Вот что пишет Энгельс по этому поводу (стр. 148): „Динамическое или вольтово электричество происходит от превращения химического движения в электричество... В каждый момент порождается новое плюс и минус электричество из какой-нибудь другой формы движения, а не разделяется на плюс и минус имеющееся уже налицо плюс и минус электричества“.

Итак, Энгельс возражает против закона сохранения электричества (по крайней мере по отношению к динамическому электричеству, получаемому химическим путем) именно потому, что он рассматривал электричество не как особую материю, а как форму движения материи. Для Энгельса появление электрического тока при работе гальванического элемента было переходом химической формы движения материи в электрическую, и этот взгляд Энгельса сохраняет свою правильность и сейчас, несмотря на то, что современная наука доказала, что по крайней мере во многих случаях (для так называемых гетерополярных соединений) так называемые силы химического сродства сводятся к электрическим взаимодействиям; действительно, это не мешает тому, что химические явления оказываются все же особой формой движения материи с присущими им специфическими особенностями, тогда как ток в проводе представляет другую форму движения материи (электричество). Для Энгельса ток, получаемый от гальванического элемента, был „освобождением электричества из химических соединений“... „вместо теплоты“ (стр. 149), т. е. получением новой формы движения материи из химической.

В то же время Энгельс подчеркивает тесную связь обеих рассматриваемых форм движения — химической и электричества, их взаимный переход, их общность и единство, которое особенно ярко, по Энгельсу, проявляется при химическом возникновении электрического тока. Энгельс говорит о том, что появление тока благодаря химическим реакциям внутри гальванического элемента есть не только пассивная, но и

активная сторона процесса, ибо сами химические реакции становятся возможными именно благодаря появлению электротока. Поэтому, по Энгельсу, мы имеем здесь дело не только с химико-электрическими явлениями, но и с электрохимическими, и нельзя говорить, что одни из этих явлений непременно только первичные, а другие — только вторичные, когда в действительности имеет место взаимодействие. Энгельс подчеркивает здесь, что „взаимодействие исключает всякие абсолютно первичные и абсолютно вторичные моменты; оно представляет двухсторонний процесс“. Тут же Энгельс добавляет, что при одностороннем противопоставлении одного другому „мы оказываемся в плену односторонности метафизического мышления; от нас ускользает связь целого“.

Энгельс заключает свою статью об электричестве следующими словами: „между химизмом и электричеством имеется еще другое общее свойство, тоже указывающее на тесное родство обеих этих форм движения. Обе они могут существовать лишь в своем исчезновении“. К этому Энгельс добавляет следующие слова, оказавшиеся пророческими: „понимание этой тесной связи между химическим и электрическим действием, и обратно, приведет к крупным результатам в обеих этих областях исследования“. Не приходится доказывать, что это предсказание Энгельса полностью оправдалось.<sup>1</sup>

Переходя к Ленину, необходимо отметить, что Энгельс жил в эпоху расцвета капитализма, когда буржуазия не тормозила прогресса точных наук, а, наоборот, всемерно поощряла их развитие и не боролась со стихийным материализмом, свойственным нетеоретизирующим естествоиспытателям в их практической работе по специальности. Отражением этого являлась большая распространенность материализма, но материализма вульгарного, механического, который пропагандировали Фохт, Бюх-

<sup>1</sup> Мы не коснулись в нашей статье взглядов Энгельса (подробно им развиваемых) на контактное электричество, ибо наша статья имеет в виду лишь высказывания Энгельса о природе электричества.

нер, Молешотт, Геккель, Дюринг и др. Перед Энгельсом стояла задача борьбы с механистическими извращениями материализма в гораздо большей степени, чем задача борьбы за самый материализм. Одним из таких извращений был вульгарно-механистический взгляд специалистов-физиков на электричество как на особое рода материю; и вот этому Энгельс противопоставил диалекто-материалистический взгляд на электричество как на особую форму движения материи.

Ленин жил в более позднюю эпоху, чем Энгельс, в эпоху империалистического капитализма, в эпоху заката капитализма, когда идеологи буржуазии повели ожесточенную борьбу против материализма. Эти теоретические защитники интересов буржуазии плохо (или, вернее, совсем не) разбирались в крупнейшем отличии диалектического материализма от механистического; был объявлен поход против основного в материализме, против самой материи. „Материя исчезла“, — такими словами Ленин характеризует кризис буржуазной физики эпохи начала заката капитализма. Ленин так же, как и Энгельс, боролся за диалектический материализм; но отличие здесь в том, что для Ленина дело шло (соответственно изменившейся классовой обстановке) о том, чтобы через разъяснение различия диалектического материализма от механистического отстоять материализм вообще. Во времена Ленина в физике был сделан (в сравнении с эпохой Энгельса) громадный шаг вперед, была создана электрическая теория материи, были открыты электроны, произошло сведение материи к электронам (положительным и отрицательным), а это было объявлено крушением материи, ее ликвидацией. Поэтому внимание Ленина (в проблеме электричества) было направлено на выяснение того, что электроны представляют материю; с этим связано знаменитое философское определение материи, данное Лениным.

Но Ленин, отстаивая взгляд на электрон как на особую форму материи (что для Ленина было главным), в то же самое время неоднократно указывает, **б** в полном согласии с Энгельсом,

на то, что электричество есть форма движения материи! И это тем более знаменательно, что ведь Ленин, по понятным причинам, не был знаком со статьей Энгельса об электричестве; и тем не менее и здесь Ленин оказывается проводящим и развивающим те же взгляды, что и Энгельс, что объясняется одинаковостью их методологической установки. Этот факт заслуживает быть отмеченным с такой же настойчивостью, как, например, факт приблизительно одновременного и притом независимого открытия одного и того же закона естествознания разными учеными (например, закона сохранения энергии); мы говорим в таких случаях, что это открытие назрело, что эпоха требовала этого открытия. Также и по отношению к разбираемому вопросу мы должны сказать: то, что Ленин и Энгельс независимо друг от друга дали одинаковое определение того, что такое электричество, в то время как специалисты-физики до сих пор не могут толком в этом разобраться, этот факт есть также дело эпохи.

Мы приведем сейчас соответствующие выписки из вышедшей в свет 25 лет назад знаменитой книги Ленина „Материализм и эмпириокритицизм“ (почти все они взяты из V главы этой книги).

Вот прежде всего прямые указания Ленина на то, что электричество есть движение материи. „Всякий физик и всякий инженер“ — говорит Ленин, — „знает, что электричество есть (материальное) движение, но никто не знает толком, что тут движется“. После этого Ленин говорит о соблазнительно экономном предложении „мыслить движение без материи“ и разъясняет, что субстратом, носителем этого электрического движения, является частица материи — электрон. Это одно из выявлений борьбы Ленина против ликвидации материи. Кроме того, возражая против высказываний идеалиста-физика Шишкина, Ленин говорит: „электричество есть движение вещества“, и еще: „свет и электричество суть формы движения одного и того же вещества“.

Часто Ленин называет электроны материальными частицами, заряженными электричеством, т. е. так, как это (см.

начало нашей статьи) делают Складовская-Кюри и ряд других физиков; самые же электроны Ленин считает новым видом материи. Вот примеры: Ленин указывает на „новые данные о строении атомов из корпускул (телец, электронов), заряженных отрицательным электричеством“; или: „по этой (электрической) теории (материи) атомы образуют мельчайшие частицы, заряженные положительным или отрицательным электричеством, называемые электронами“. С этими словами Ленина надо сопоставить то, что обнаружение электромагнитной природы массы электрона побудило многих физиков заговорить об электронах как чистых зарядах, существующих отдельно от материи.

Еще в другом месте Ленин говорит „о новых свойствах новых видов материи (например, электронов)“. С интересующей нас точки зрения особенно важно следующее высказывание Ленина: „Когда физики говорят — «материя исчезла», они хотя бы этим сказать, что до сих пор естествознание приводило все свои исследования физического мира к 3 последним понятиям — материя, электричество и эфир; теперь же остаются только 2 последние, ибо материю удастся свести к электричеству... Вместо десятков элементов удастся следовательно свести физический мир к 2 или 3 (поскольку положительные и отрицательные электроны составляют «две материи существенно различные», как говорит физик Пелла). Естествознание ведет следовательно к единству материи, — вот действительное содержание фразы об исчезновении материи, о замене материи электричеством“.

Мы видим, что здесь Ленин говорит о „сведении (у физиков. В. Ф.) материи к электричеству“, но тут же Ленин разъясняет, как он это понимает, указывая на то, что физический мир удалось свести к немногим элементам, к которым принадлежат протоны и электроны (а их Ленин неоднократно называет новыми видами материи); и в этом Ленин видит истинный смысл фразы о сведении или „замене материи электричеством“.

Заметим, что, когда Ленин, имея в виду успехи физики, говорит о том,

что „естествознание раньше приводило к трем последним понятиям — материя, электричество и эфир, то ясно, что Ленин говорит здесь об эфире и материи в физическом смысле (обычная материя и эфир), а не в философском, что само собой разумеется.

Теперь необходимо вернуться к вопросу о положительном и отрицательном электричествах. Мы уже указывали, что Энгельс был против теории двух электричеств. Здесь мы должны отметить, что Ленин (см. XII Ленинский сборник, стр. 323) приводит в качестве примера закона единства противоположностей в физике плюс и минус электричества. Получается впечатление, будто Ленин и Энгельс противоречат друг другу! Но в действительности это не так! Ведь Энгельс, возражая против теории двух электричеств, в то же время не возражает против положительных и отрицательных ионов и сам пользуется понятием о ионах в своей статье об электричестве. Это и понятно: ионы представляют собой не электричество, а материальные частицы, заряженные электричеством (правда, более крупные и массивные и более сложные по своей структуре, чем электроны). В то же время и Ленин, как это видно из последней приведенной здесь цитаты, не возражает против указания физика Пелла о двух существенно различных материях (это сказано, конечно, опять-таки физически, а не философски) — протонах и электронах; и тут же Ленин говорит о единстве материи.

Совершенно ясно, в чем тут дело. Когда Энгельс возражает против теории двух электричеств, то он исходит из взгляда на электричество как на особую форму движения материи; значит, Энгельс возражает здесь, с одной стороны, против признания каких-то особых материй (электричеств), за которые принимались плюс и минус электричества, а, с другой стороны, Энгельс не мог считать положительное и отрицательное электричества за две особые формы движения материи. Ясно, что для Энгельса то, что физики называют плюс и минус электричествами, было выявлением на практике одной и той же (а не двух различных) формы движения

материи; недаром (см. выше) Энгельс указывает, что он считает электричество особой формой движения материи в том же смысле, как и теплоту, а ведь раньше в физике признавали даже две материи — тепла и холода, тогда как существуют лишь теплые и холодные тела.

Совершенно так же подходит к этому вопросу и Ленин: он не возражает против двух различных материй (в физическом смысле) — протонов и электронов и в то же время настаивает на единстве плюс и минус электричества как единстве и взаимном проникновении противоположностей. Таким образом, согласно и Ленину и Энгельсу, нет плюс и минус электричества как отдельных материальных субстанций, а есть материальные частицы (протоны и электроны современной физики), заряженные плюс и минус электричеством, причем здесь дает себя знать одна и та же форма движения материи: единое и в то же время раздвоенное на плюс и минус электричество.

Именно так обстоит дело и в современной физике, открывшей в 1933 г. существование положительных электронов-позитронов, обладающих такой же массой, как и отрицательные электроны; согласно новейшей физической теории Дирака возникновение материальных частиц-позитронов неразрывно и существенно связано с возникновением отрицательных электронов,<sup>1</sup> и это подтверждают экспериментальные исследования 1933 (и 1934) года. Это не значит, что мы здесь выражаем согласие с теорией Дирака в целом; нас интересует здесь лишь определенная сторона дела: вопрос о единстве плюс и минус электричества, точнее — о единстве плюс и минус заряженных материальных частиц.

С развитой здесь точки зрения можно дать следующее определение того, что такое электрон (положительный или отрицательный): электрон есть мельчайшая частица материи, выявляющая электрическую форму движения материи. Слово „мельчайшая“ надо понимать, конечно, относительно:

мельчайшая не в том смысле, будто электрон есть абсолютный (последний) предел делимости материи, а в том, что более мелкие, чем электроны, частицы материи должны выявлять уже какую-то другую форму движения материи.

Надо в связи с этим заметить, что нашумевший спор между Милликеном и венской школой физиков во главе с Эренгафтом о том, не существует ли частица более мелкая, чем электрон, был в сущности спором не о дальнейшей делимости электрона в только-что разъясненном смысле; это был, так сказать, специально физический спор, о том, какова „величина“ электрона, каков его заряд, такой ли, как указывал на основании своих опытов Милликен, или мельче в несколько десятков раз (согласно опытам Эренгафта). Если бы в этом споре оказался прав Эренгафт, то это означало бы лишь то, что электрон Милликена следует заменить электроном Эренгафта; но электрон остался бы электроном, т. е. мельчайшей частицей материи, выявляющей электрическую форму движения материи. Таким образом электрон Эренгафта вовсе не является субэлектроном, как об этом принято говорить в физике. Субэлектроном мы имели бы право назвать более мелкую, чем электрон, частицу материи лишь в том случае, если бы это деление электрона было связано с завязыванием нового качественного узла, если бы эта более мелкая частица выявляла другую форму движения материи.

Мы видим на этом примере, как неправильная в методологическом смысле, не марксистско-ленинская, постановка проблемы ведет к неправильной терминологии и просто к неправильному пониманию.

Это незнание с правильной постановкой дела привело за последние 10—15 лет к еще большей неразберихе в современной физике: мы имеем в виду методологически неправильную постановку вопроса о целостности электрона.

Вопрос ставится так: электрон представляет собой нечто целое, единство, но ведь он состоит из частей, не будучи абсолютным пределом делимости мате-

<sup>1</sup> С этим интересно сопоставить вышеприведенные слова Энгельса о новом возникновении плюс и минус электричества.

рии; спрашивается, почему эти части электрона не разлетаются, почему электрон сохраняет свою устойчивость. На этот вопрос наш видный физик-теоретик проф. И. Е. Тамм отвечает (см. его курс „Основы теории электричества“, т. 1, 1932, стр. 100) „Чтобы объяснить устойчивость самих электронов и протонов, необходимо допустить существование сил неэлектрического происхождения, препятствующих разлечению элементов этих зарядов под влиянием взаимного отталкивания“.

А вот что пишет проф. Покровский в его вышеупомянутом курсе „Электричество и магнетизм“ (стр. 385): „Весьма сложный вопрос, почему электрические заряды, входящие в состав электрона не разлетятся во все стороны вследствие взаимного отталкивания в какую-то мельчайшую электрическую пыль“. И затем: „необходимо допустить, что к внутренним областям электрона неприменимы законы электростатики“.

Здесь высказано типическое отношение современных физиков к рассматриваемому вопросу. И вот, некоторые физики ставят в связи с рассмотрением этой проблемы возможность концепции электронов как непротяженных силовых центров. Ясно, что это означает переход на идеалистические позиции итальянского ученого XVIII века Босковича, который предлагал считать атомы за непротяженные (т. е. непространственные) силовые центры.

В этом существеннейшем вопросе вся беда физиков в неправильности их методологического подхода к проблеме целостности электрона. Ведь закон отталкивания одноименных зарядов вытекает из того что одноименные электроны отталкиваются; спрашивается, почему же части электрона (представляющие нечто качественно новое в сравнении с электроном) должны также отталкиваться? Если стать на точку зрения Ленина и Энгельса о том, что электричество есть особая форма движения материи (выявляемая электронами), то нет никакого основания думать, что и качественно своеобразные (в сравнении с электроном) предполагаемые части электрона должны взаимодействовать так же, как электроны; эти части

должны взаимодействовать как-то специфично, но не как электроны. В конце концов, как видно из приведенных цитат, некоторые физики и приходят примерно к этому решению вопроса, когда они говорят о силах „неэлектрического происхождения“ или о неприменимости законов электростатики к внутренним областям электронов; но делается это лишь стихийно диалектически и материалистически, с „ходами задом“ (выражение Ленина), с заскоками иногда в самый явный идеализм.

Характеризуя отмеченные в начале три направления в физике, мы можем теперь сказать так: первое из них отрывает движение от материи, как это подчеркивал Ленин по отношению к энергетизму Оствальда; второе — отрывает материю от движения, ибо оно форму движения материи превращает в материю; и, наконец, третье направление находится на стихийно верном пути, но только стихийно; поэтому, хотя представители этого направления и определяют верно электрон, но они не дают (вернее — не могут дать) определения того, что же такое электричество.

Таким образом мы видим, что в важнейшем вопросе о природе электричества и Энгельс и Ленин стоят головой выше, чем физики-специалисты, которые до самого последнего времени не могут сговориться на этот счет и только ощупью находят правильный путь. Но даже те физики, которые правильно говорят об электроне как материальной частице, заряженной электричеством, и эти физики в сущности не дают еще этим самым определения того, что же такое электричество. А из этого положения вещей вытекают, как мы уже выяснили, другие неприятные последствия для современной физики. Здесь, как и в вопросе о правильном понимании единства электричества и других форм движения материи, а также значения закона сохранения энергии в этой проблеме, в вопросе о правильном понимании электрона, раздвоения электричества на плюс и минус, так же, как и в огромном числе других вопросов физики, современным физикам есть чему поучиться у Энгельса и Ленина!

# ЦИКЛИЧЕСКИЕ РАВНОВЕСИЯ В РАССОЛАХ ОЗЕРА КУЧУК

Проф. С. З. МАКАРОВ

Среди многочисленных соляных озер Западной Сибири, в пределах Кулундинской степи, особенное значение приобретает оз. Кучук. Принадлежит к группе „горьких“ озер, т. е. содержащих сернокислые соли, оз. Кучук до самого последнего времени не имело никакого промышленного значения, если не считать попыток в прошлом столетии устройства небольших бассейнов для получения поваренной соли.

Наличие целого ряда озер, с садкой поваренной соли хорошего качества (оз. Печатное, Ломовое, Кочковое, Бурлинское, Коряковское и др.), при кустарных методах соледобычи и сравнительно небольшом внутреннем потреблении соли местным рынком, не побуждало широко развернуть получение соли из горько-соленых озер.

„Горькая“, сернокислая составная часть рассолов, т. е. глауберова соль, использовалась для стекольных Бийских заводов только из оз. Большого Мормышанского, где извлечение было наиболее простым, вследствие наличия мощного пласта глауберовой соли и продукта ее обезвоживания — тенардита.

Об ином применении сернокислых солей, кроме стеклоделия и получения соды по Леблану, не могло быть и речи.

Только в настоящее время, в период широкого развертывания химической промышленности Западной Сибири, встал с особенной остротой вопрос о нахождении источников для получения серной кислоты и щелочей: соды, едкого натрия и т. п.

Таким источником определен сернокислый натрий или его водная соль — мирабилит, а сырьевой базой наиболее крупной — оз. Кучук, достойный соперник Карабугаза.

10 Озеро Кучук имеет площадь, примерно, в 180 кв. км, при глубине 2—

2.5 м. Генетически оно связано с прилегающим к нему Большим Кулундинским озером, размерами до 800 кв. км. Оба озера до известной степени аналогичны Каспийскому морю и его заливу Карабугазу, причем Кучук копирует Карабугаз в отношении характера накопления солей. Существенным отличием является наличие в Кучуке постоянного пласта мирабилита, мощностью до 300 млн. т. Озерные рассолы отличаются высокой концентрацией — до 20% суммы солей.

Несмотря на способность к выделению и растворению мирабилита, рассолы весьма близки к состоянию насыщения и выделению поваренной соли при испарении в летнее время.

Фигуративные точки, т. е. точки, графически определяющие химический состав данных рассолов в химической диаграмме, равновесной системы  $2 \text{NaCl} + \text{MgSO}_4 \rightleftharpoons \text{MgCl}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4$  все расположены в поле хлористого натрия и показывают на возможность получения поваренной соли из любых рассолов оз. Кучук. Общие запасы солей в рассолах до 90 млн. т и, как показывают приблизительные расчеты, включают до 4.2 млн. т магнезия и до 120 тыс. т брома.

Мирабилит  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ , получающийся обменной реакцией  $\text{MgSO}_4 + \text{Na}_2\text{Cl}_2 \rightleftharpoons \text{MgCl}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4$ , выделяется из рассолов с понижением температуры, и химические условия ничем принципиально не отличаются от Карабугазских.

В процессе зимнего понижения температуры, при сдвиге реакции вправо, мирабилит выделяется, происходит непрерывное обеднение сернокислыми солями, до превращения в рассолы хлоридного типа.

Наоборот, в летний период, при повышении температуры, идет обратный про-

цесс. Выделившийся мирабилит растворяется вновь, вступает в обмен с хлористым магнием, и реакция химического равновесия сдвигается влево, с образованием типичных сульфатных рассолов I класса.

Для возможности промышленного использования заключенных в озере богатств необходимо иметь ясное представление как о характере химических равновесий, так и составе рассолов в любой период времени. Знание этих условий необходимо вообще для самосадочных озер, а для оз. Кучук особенно.

Резкие изменения температуры, свойственные континентальному климату Кулундинской степи, приводят к глубоким изменениям химического состава рассолов.

При посещении оз. Кучук в экспедиционный период сотрудниками Кулундинской физико-химической экспедиции, помимо общего изучения и опробования озера (данные печатаются в работе С. З. Макарова „Материалы к физико-химическому изучению соляных озер Кулундинской степи“), были приняты меры к отбору проб за длительный период времени. В этом отношении следует особо отметить любезность сотрудников Кулундинской гидрогеологической партии и их начальника — геолога М. И. Кучина, которые предоставили возможность отобрать необходимые образцы за период 1930—1931 г. и 1931—1932 г. по оз. Кучук.

Пробы, проанализированные в Институте общей химии Академии Наук, дали целый ряд интересных физико-химических диаграмм, из которых особенное значение приобретают диаграммы циклические.

Циклическая диаграмма представляет графическое выражение непрерывного изменения химического состава рассолов, за определенный период времени.

В условиях существования озера, его химическая характеристика изменяется незначительно; в противном случае, при односторонне направленном процессе (выделения соли, испарении и т. п.), озеро, сильно изменяясь, могло бы исчезнуть совершенно, как соляное.

Поэтому у большинства соляных озер химический состав рассолов меняется сравнительно мало, для самосадочных — изменения до известной степени закономерны, и в определенное время года составы рассолов совпадают. Вследствие этого непрерывный ряд точек на химической диаграмме (состав — растворимость), характеризующий процесс непрерывного изменения химического состава рассолов, дает замкнутую кривую, повторяющуюся в большей или меньшей степени в течение ряда лет.

При выделении, например, поваренной соли, при испарительных процессах в южных озерах, вследствие малого изменения растворимости поваренной соли с изменением температуры, создаются условия, близкие к изотермическим, и циклические кривые получаются простейшие — изотермические.

Наоборот, при выделении солей, связанных преимущественно с изменением температуры (глауберова соль, натральная сода и т. п.), необходимо учитывать влияние температуры, и получающиеся, так называемые, политермические циклы отличаются большей сложностью. Степень сложности получаемых диаграмм определяется мерностью принятого изображения и находится в прямой зависимости от числа независимых компонентов системы данной категории рассолов.

Работами, проводимыми в последнее время в Институте физико-химического анализа и Лаборатории общей химии Академии Наук под общим руководством акад. Н. С. Курнакова, представление о мерности химических диаграмм расширено в значительной степени.

К необходимости изображения результатов физико-химических исследований в координатах, пространственно более высоких, чем три, толкает практическая необходимость.

Потребность в выяснении большого числа свойств, при непрерывном изменении химического состава, особенно велика при разрешении задач и чисто практического характера, имеющих наряду с научным интересом и большое промышленное значение.

При невозможности использования на чертеже, в ясно-выраженной форме 11

сложных диаграмм, наиболее удобным является метод ортогональных проекций, широко применяемых в начертательной геометрии. Для химических диаграмм пространства трех измерений оказывается недостаточным, и необходимость изображения их заставляет расширить представления о системах проекций и принять более сложную, но принципиально ничем не отличающуюся от обычно широко распространенных.

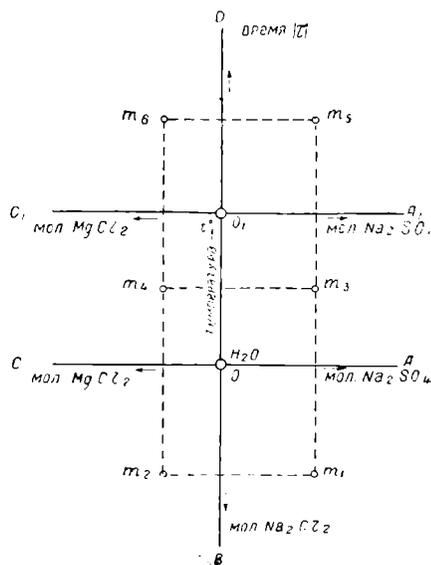
Для рассолов оз. Кучук, в основном заключающих сернокислые и хлористые соли магния и натрия и воду, число независимых компонентов — четыре: три соли и вода.

Система — четверная и определяется любой комбинацией трех компонентов. Принимая за независимые компоненты  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{Cl}_2$  и  $\text{MgCl}_2$  и производя расчет на постоянное количество воды (1000 мол.  $\text{H}_2\text{O}$ ), любой состав рассолов будет определен в пространственной химической диаграмме по координатам, пропорциональным содержанию указанных солей.

Для случая изучения изменения химического состава рассолов оз. Кучук по температуре и во времени был принят следующий метод изображения (фиг. 1). Две взаимно-перпендикулярных линии  $AC$  и  $BD$  приняты за оси координат. От начала координат  $O$ , в направлении  $A$ , в выбранном масштабе откладывается количество молекул сернокислого натрия ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) на 1000 мол. воды в рассоле, в направлении  $B$  — содержание поваренной соли ( $\text{Na}_2\text{Cl}_2$ ) и  $C$  — хлористого магния ( $\text{MgCl}_2$ ).

Тогда, если известно по анализу содержание солей  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{Cl}_2$  и  $\text{MgCl}_2$ , построение в диаграмме производится следующим образом.

По оси абсцисс  $OA$ , вправо, откладывается отрезок, пропорциональный содержанию  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , и от полученной точки, по оси ординат, вниз, откладывается отрезок, пропорциональный содержанию  $\text{Na}_2\text{Cl}_2$ . Полученная точка  $m_1$  определит содержание  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  и  $\text{Na}_2\text{Cl}_2$  в рассоле. Поступая совершенно аналогично с солями  $\text{MgCl}_2$  и  $\text{Na}_2\text{Cl}_2$  в левом углу диаграммы  $COB$  по направлениям стрелок на чертеже, можно получить



Фиг. 1.

Положениями двух точек  $m_1$  и  $m_2$ , являющихся обычными проекционными точками, вполне устанавливается химический состав рассола по диаграмме.

Если для тех же точек  $m_1$  и  $m_2$  вверх, от линии  $AC$ , в заранее выбранном масштабе откладывать температуру ( $t^\circ\text{C}$ ), то получим еще две новых точки  $m_3$  и  $m_4$ , которые вместе с  $m_1$  и  $m_2$  определяют температуру и химический состав рассолов в нашей диаграмме. Подобная система проекций носит название метода четырехмерных ортогональных проекций. Для того, чтобы учесть и время взятия проб (так как моменты выделения солей и их периоды имеют очень важное значение), необходимо усложнить еще более диаграмму. С этой целью параллельно  $AC$  проводим линию  $A_1C_1$ . В направлении  $O_1A_1$  попрежнему будем отсчитывать содержание  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $O_1C_1$  — содержание  $\text{MgCl}_2$ , а от  $O_1D$  время ( $\tau$ ) по месяцам (или даже, дням). Тогда получим еще две точки  $m_5$  и  $m_6$ , которые определяют химический состав рассолов и время взятия пробы.

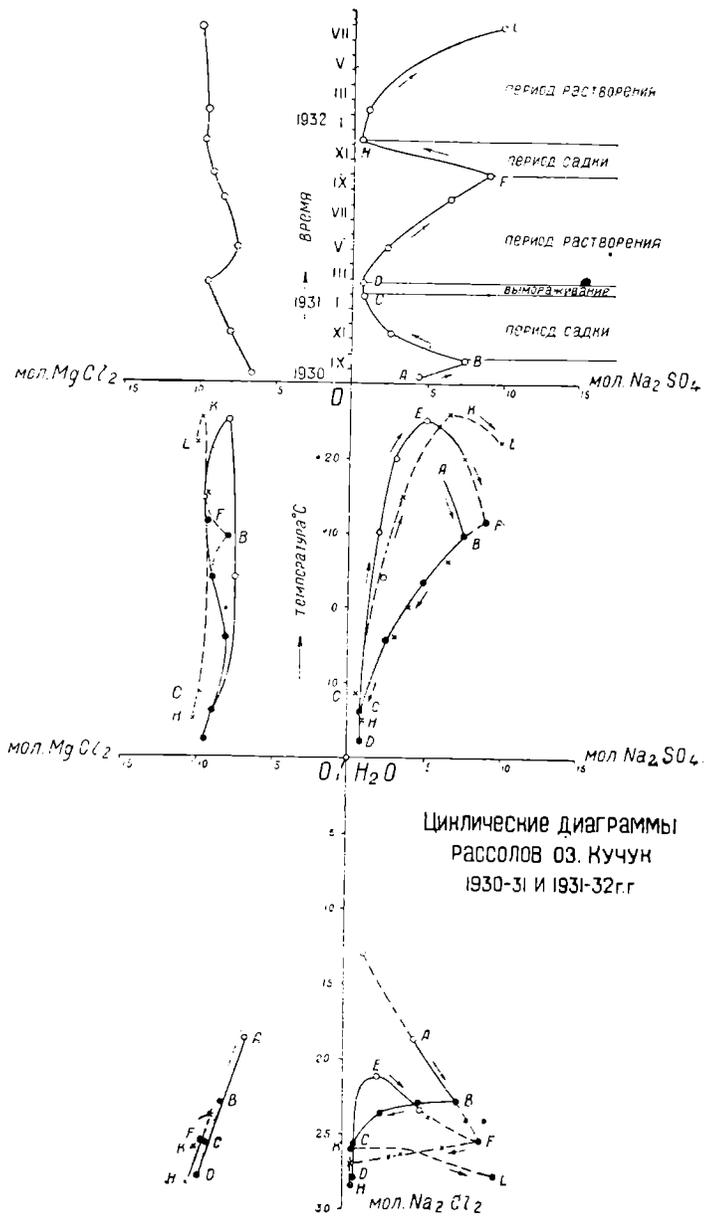
Полный комплекс точек  $m_1$ ,  $m_2$ ,  $m_3$ ,  $m_4$ ,  $m_5$  и  $m_6$  вместе дают исчерпывающее представление о химическом составе рассолов, времени их взятия и температуре, т. е. все, необходимые для основных расчетов данные.

Необходимо отметить, что точки  $m_1, m_3, m_5$  и  $m_2, m_4, m_6$  находятся соответственно на прямых линиях, чем и облегчается их построение. Такой сложный, по первому представлению, метод пятимерных проекций по существу прост и очень удобен для всевозможных расчетов.

Если мы будем иметь целую серию рассолов, то, производя для каждого соответственные построения, получим ряд точек в каждой точке (квадранте) диаграммы. Соединяя их плавными линиями, мы в принятой системе координат получим шесть кривых линий, устанавливающих закономерные изменения в химическом составе рассолов, при различных температурах и за определенный период времени. Это и было выполнено для рассолов оз. Кучук за период 1930—1931 и 1931—1932 гг.

Подобное построение непрерывного изменения химического состава рассолов в зависимости от температуры и было произведено акад. Н. С. Курнаковым для цикла Карабугаза. Четырехмерная диаграмма в равной степени может быть получена заменой температуры другими факторами: напр., временем или чем-либо другим.<sup>1</sup>

Описываемая в настоящей статье диаграмма (фиг. 2) представляет дальнейшее расширение метода ортогональных проекций для сложных многокомпо-



Циклические диаграммы  
РАССОЛОВ ОЗ. КУЧУК  
1930-31 и 1931-32 гг.

Фиг. 2.

нентных систем и впервые применена для изучения цикла Кучукского озера с учетом одновременно и температуры и времени.<sup>1</sup>

Сложность полученной диаграммы вполне окупается результатами. Главное

<sup>1</sup> См. Bocke-Eitel. Grundlag. d. phys.-chem. Petrographie 1923, стр. 296.

<sup>1</sup> Доложено С. З. Макаровым на Конференции по физ.-хим. анализу ИФХА Акад. Наук в октябре 1933 г.

достоинство — наглядность при установлении закономерностей изменения химического состава рассолов и температуры во времени. Эти же закономерности позволяют устранить и объяснить случайные отклонения и непрерывно контролировать производимые над озером наблюдения.

Наиболее простейшими кривыми в химической диаграмме являются верхние кривые состав — время. Правая верхняя кривая иллюстрирует непрерывное изменение содержания сернокислого натрия в период с августа месяца 1930 г. по август месяц 1932 г. Характерен зубцевидный ход кривой.

Максимумы *B* и *F* соответствуют моментам выделения садки глауберовой соли, точки минимума *D* и *H* — полному вымораживанию и прекращению садки. Подъемы *DF* и *HL* — периоды растворения садки и концентрирования рассолов. Выделение глауберовой соли очень резкое. Содержание сернокислого натрия снижается с 4.70% до 0.47%, т. е. выделяется 4.23% сернокислого натрия или, примерно, 9.6% глауберовой соли. Если принять объем рассолов Кучукского озера в 400 млн. куб. м, при удельном весе рассолов 1.16, то получим примерный вес 465 млн. т, что соответственно дает садку порядка 44.5 млн. т глауберовой соли. Считая уд. вес глауберовой соли 1.48 и площадь озера, примерно, 180 кв. км получим, что при сплошном однородном пласте слой садки, равномерно распределенный по всей площади озера, будет около 17 см. В действительности садка обычно бывает рыхлая, зернистая, кристаллы сравнительно небольших размеров и располагаются неплотно. При степени разрыхления 40% средний слой будет около 24 см. Но, так как равномерного распределения, конечно, не будет, то в отдельных местах слой садки будет совершенно отсутствовать, будет смыт рассолами с обнаженного сульфатного дна, а в других местах, наоборот, может достигать значительной мощности.

Левая, верхняя кривая характеризует изменение содержания хлористого магния в рассолах по времени. Отклонения сравнительно невелики. Если

принять в определенный период содержание магния в рассолах 0.91%, то, производя аналогичные расчеты, получим запасы магния 4.2 млн. т или, в пересчете на хлористый магний, 16.8 млн. т, т. е. больше, чем во всех Перекопских озерах Крыма, вместе взятых.

Особенно характерными являются замкнутые кривые средних частей диаграммы, выражающие соотношения между содержанием в рассолах сернокислого натрия и температурой.

Линию *BC* можно назвать линией садки глауберовой соли, *CD* — линией вымораживания, *DEF* — растворения и концентрирования рассолов. В точке *F* (при 11.5° С), подобно *B* (при 9.5° С) вновь определяются условия начала выделения глауберовой соли, и новый цикл *FHKL* до известной степени аналогичен предыдущему. Эта проекция весьма важна при разрешении всех вопросов, связанных с садкой глауберовой соли.

Из рассмотрения диаграммы отчетливо видно, что равным температурам соответствуют различные концентрации глауберовой соли, при растворении ее в летние периоды состояние насыщения отсутствует, и для достижения тех же концентраций, что и в период садки, необходима всегда более высокая температура. Здесь мы вновь встречаемся с широко распространенным явлением запаздывания при установлении равновесий и можем с полным правом провести параллель с гистерезисом магнитных явлений.

Максимальные отклонения при температуре около 11.0° С достигают 7% сернокислого натрия, а при концентрации 4.9% той же соли — предельная разность температур 20° С. Полученная „петля гистерезиса растворения“ весьма важна для установления скоростей растворения глауберовой соли в естественных условиях.

Линии *BC* и *CD*, отвечающие устойчивым состояниям насыщенных рассолов при выделении твердых фаз: мирабилита и льда — неизменны. Наоборот, верхние части кривой растворения и концентрирования, отвечающие неравновесным состояниям, естественно не совпадают. Отклонения тем более значительны, чем

больше факторов, определяющих равновесия рассол — твердая фаза — соль (температура, перемешивание ветром и т. п.).

Наконец, в нижней части диаграммы двумя проекциями выражается непосредственное изменение химического состава рассолов (показано стрелками). Области, близко проходящие к оси ординат, характерны и принадлежат вымороженным рассолам с предельно малым содержанием сернокислых солей (около 0.70%). Подобные рассолы весьма удобны для получения поваренной соли испарительными процессами, искусственной вываркой или естественной садкой в специальных бассейнах.

Прямолинейный характер проекции, выражающей соотношение между содержанием поваренной соли и хлористым магнием в рассолах, совпадающей с направлением на начало координат, указывает, что при всех процессах изменения рассолов в течение года эти соли не выделяются.

Таким образом, по данным приведенной химической диаграммы, правда довольно сложной, можно сделать целый ряд интересных заключений, ориенти-

ровочных расчетов, установить наиболее вероятные составы рассолов в любой период времени и непрерывно контролировать процесс садки глауберовой соли.

Все эти обстоятельства имеют существенное значение во всех вопросах определения запасов солей в озерах и расчетах при проектировании.

Одновременно рассмотренные диаграммы политермических циклов Кучукского озера являются блестящей демонстрацией значения графического метода изображения сложных систем. Для составления представления о непрерывном изменении химического состава рассолов Кучукского озера требуются трехмерные координаты, с учетом температуры — четырехмерные, а в связи с учетом и времени — пятимерная система координат.

Процесс непрерывного усложнения химических диаграмм совершенно неизбежен при разрешении вопросов промышленного значения, и потребность графического выражения результатов приводит прямо к необходимости теоретического исследования свойств многомерного пространства.



## ВНУТРЕННЕЕ ТРЕНИЕ В ПЕСКАХ

*Н. Ф. МИЩЕНКО*

Явления трения в природе, технике, сельском хозяйстве играют чрезвычайно важную роль. Невозможно себе представить в нашей практике ни одного вида движения, которое не испытывало бы сопротивления, вызванного трением окружающей среды.

С наличием трения и необходимостью его изучения мы встречаемся также в песках, грунтах, почвах и других материалах при использовании их для строительных и сельскохозяйственных целей.

При необходимости тех или иных инженерных сооружений на данной избранной земельной площадке изучаются важнейшие показатели физико-механи-

ческих свойств грунтов, в числе которых определяются характер и величины трения грунта, а, следовательно, и его сопротивление сжимающим и сдвигающим усилиям, которые может вызвать сооружение. Имея данные по механическим свойствам грунта строительной площадки, их включают в расчеты, предусматривающие укрепление фундамента, подпорных стенок сооружения и т. д., или принимаются меры к изменению этих свойств в необходимую для целей строительства сторону.

Огромное значение имеет возможность учета и изменения физико-механических свойств почв и грунтов в дорож-

ном деле, гидротехнике, мелиорации, ирригации и т. д.

Вопросы изучения физико-механических свойств почвы начинают также занимать исключительно важное место в условиях гигантского роста механизированного социалистического земледелия Союза, в частности в деле механизированной обработки различных почв под различные культуры, требующие различных глубин и качества обработки.

В целях рационального размещения, использования и конструирования сельскохозяйственных машин и орудий, а также общего расчета энергетической базы отраслевого хозяйства, чрезвычайно важно обладать данными физико-механических свойств почвы, на которой находится это хозяйство и на которую должны быть предназначены соответствующие машины и орудия.

В общем направлении изучения физики и механики почвы важное место занимает раздел изучения трения почвы во всяких ее разновидностях и состояниях.

Большое разнообразие типов почв Союза, от тундровых с вечной мерзлотой до субтропических красноземов Закавказья и песков Средней Азии, включает в себя также и разнообразие механических свойств. В пределах каждого типа наблюдаются, в свою очередь, почвенные разности, где могут встречаться свои особенности механических свойств и свои колебания их, зависящие от сложного комплекса взаимодействий различных факторов.

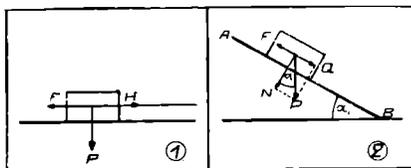
Вопрос изучения трения, казавшийся на первый взгляд весьма простым, по существу нуждается, как это видно уже из изложенного, в тщательном и всестороннем изучении. Не уделяя достаточного внимания влиянию тех или иных факторов, очень легко притти к ложным или недоуменным выводам. Основы механики, даже таких элементарных раздельно-частичных комплексов, к каким относится сухой песок и гравий, до настоящего времени остаются еще недостаточно изученными. В вопросах зависимости показателей трения песка от различных действующих на него факторов и в вопросах способов определения этих показателей, несмотря на значительные успехи, достигнутые в по-

следние годы, существует еще много разногласий и неясностей.

Коснемся вкратце истории развития вопроса и перейдем затем к изложению последних достижений.

Знаменитый французский физик Кулон (Coulomb), широко известный в области изучения электрических и магнитных явлений, оставил ряд исследовательских работ по разным вопросам, в числе которых были, между прочим, исключительно ценные работы, касающиеся и вопросов трения. Эти работы дали в руки исследователей и практических работников впервые (1781 г.) научно обоснованные, полученные на опытах, данные о трении, которые и были приняты, как закон широкого применения.

На основании этого закона принимается, что при прямолинейном и равномерном скольжении, под действием силы  $H$  (фиг. 1, рис. 1) одного твердого тела по другому, возникающая сила трения  $F$  (равная и противоположная силе  $H$ ) пропорциональна нормальному давлению  $P$ , оказываемому телом на ту поверхность другого тела, по которому оно скользит; так что  $F = KP$ , где  $K$  есть числовой коэффициент трения, отвлеченное число, величина которого зависит исключительно от природы и шероховатости трущихся тел. Из этого закона, между прочим, следует, что коэффициент трения не зависит от давления, которое испытывает тело, и от площади, на которую передается давление.



Фиг. 1.

Если представить себе тело с наклонной плоскостью  $AB$  (фиг. 1, рис. 2), на которую давит другое тело с силою  $P$  под некоторым углом  $\alpha$  к нормали, восстановленной к плоскости  $AB$ , и это другое тело не сдвигается вдоль плоскости, то оказывается, что этому движению препятствует сила трения —  $F$ .

Чтобы уяснить сказанное, разложим силу  $P$  на составляющие: силу  $N$ , направленную нормально к плоскости  $AB$ , и силу  $Q$  — перпендикулярную к силе  $N$  и направленную параллельно плоскости  $AB$ . Сила  $Q$  стремится сдвинуть тело вниз, однако ее уравновешивает сила трения  $F$ . Чтобы какое-либо тело скользило под влиянием силы тяжести вдоль наклонной плоскости  $AB$  другого тела, сила  $Q$  должна быть больше силы трения  $F$ , или, переведя направления сил и отношения их величин друг к другу на язык тригонометрии, получим, что  $\operatorname{tg} \alpha$  должен быть больше коэффициента трения —  $K$ . Когда же угол  $\alpha$  получается таким, тангенс которого равен  $K$  при данной силе тяжести  $P$  и наклоне плоскости  $AB$ , наступает равновесие, и угол  $\alpha$  в этом случае называется углом трения.

Этот закон оказался применимым также и к определению трения в массе сыпучих тел, в частности к определению трения в грунтах, почвах, песках и т. д., находящихся в состоянии сыпучести.

Как известно, каждый сыпучий комплекс, при засыпке его на горизонтальную площадку в конус, способен образовать более или менее постоянный естественный откос. Образующая этого откоса с плоскостью горизонта дает соответствующий угол —  $\alpha_1$ . Допускается что трение каждой частицы сыпучего тела, находящейся на поверхности откоса, подчинено тому же закону, который был вкратце только-что описан и имеет с нормалью соответствующий угол  $\alpha$ , который равен углу  $\alpha_1$  — естественного откоса.

Таким образом, был найден чрезвычайно простой способ определения величин трения сыпучих тел, выражающийся в определении угла естественного откоса, который принято обычно обозначать символом  $\varphi$ . Величина коэффициента  $K$  определяется в этом случае из уравнения  $K = \operatorname{tg} \varphi$  и называется коэффициентом внутреннего трения. Такое определение дано очевидно, исходя из тех соображений, что частицы сыпучего тела, находящиеся в массе его, т. е. внутри всего сыпучего комплекса, подчинены таким же усло-

виям трения, как и частицы, находящиеся на поверхности откоса.

Столь простое и заманчивое решение вопроса не согласовывалось, однако, с многочисленными наблюдениями в инженерной практике и результатами специальных опытов, проведенных в этом направлении.

Для изучения этого вопроса, в разное время различными авторами было предложено большое число разнообразных конструкций приборов, при помощи которых можно было бы определять показатель внутреннего трения. Все эти приборы, за исключением двух — ротационного типа,<sup>1</sup> где коэффициент трения определяется по усилию, приложенному для поворота в песке рабочей части прибора, — построены на одном общем принципе, при котором сдвигается одна часть слоя песка относительно другой части этого слоя, и по отношению усилия, потребного для сдвига, к силе, давящей на слой песка, определяется коэффициент внутреннего трения.<sup>2</sup>

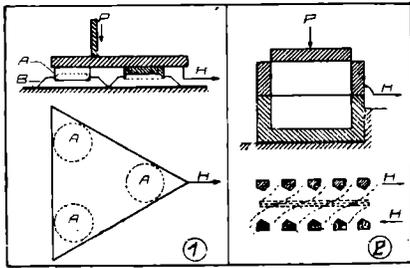
Уже в позднейшее время появился ряд исследовательских работ, правда, не представлявших исчерпывающего решения вопроса, но настойчиво доказывавших ошибочность установившегося мнения относительно правильности закона Кулона. Доказывалось, что угол трения слоев, лежащих в массе сыпучего комплекса и находящихся под давлением собственного веса или добавочным давлением, будет больше угла естественного откоса (Н. В. Немилев, 1913); что угол трения, определенный таким способом, отвечает действительности лишь для слоев близлежащих к свободной поверхности комплекса (П. А. Миняев, 1916); что величины трения здесь обуславливаются лишь скольжением по поверхности откоса, в силу чего мы имеем дело с определением не внутреннего, а внешнего трения (М. Х. Пигулевский, 1929) и т. д. Насколько же важно обладать способом точного определения угла трения грун-

<sup>1</sup> Американской комиссии по изучению естественных оснований, и прибора Франциуса (Ганновер).

<sup>2</sup> Сюда относятся приборы: Мюллера-Бреула, Терцаги, Пигулевского, Крея, Пузыревского, Пономарева и др.

тов при различных инженерных сооружениях, указывает хотя бы такой пример из работы в США проф. К. Терцаги (1930), по данным которого, при сооружении подпорной стенки для силовой установки на реке Коннектикут, потребовалось весьма точное определение угла внутреннего трения грунта, давящего на подпорную стенку, ибо изменение угла трения даже на  $1^\circ$  оказывало огромное влияние на стоимость сооружения. Разница в стоимости, при том или ином теоретическом подходе к решению вопроса, была настолько велика, что имело смысл предварительно произвести большие расходы (около 2 млн. рублей!) на постановку опытов в большом масштабе.

Остановимся на этих двух последних работах, наиболее заслуживающих внимания в отношении результатов изучения внутреннего трения в песках.



Фиг. 2.

М. Х. Пигулевский (1929), стремившийся разработать метод, при помощи которого можно было бы определять показатели трения песков и почв не только в лаборатории, но и непосредственно в поле, в природной обстановке, применил в своих опытах весьма остроумный прибор, представляющий собой равносторонний треугольник, по углам которого навинчены полые чашки (фиг. 2, рис. 1). Этими чашками прибор, при установке, врезывается в песок или насаживается на вырезанные колонки почвы и сдвигается вместе с частью слоя, захваченного чашками. Сдвиг производится через шнур, отходящий от одного из углов прибора и переброшенный через блок своим другим концом, за который зацеплено ведро, наполня-

емое водой.<sup>1</sup> В необходимые моменты сдвига приток воды прекращается, ведро взвешивается, и по отношению силы, производящей сдвиг —  $H$ , к силе давящей на материал —  $P$ , определяется коэффициент внутреннего трения —  $K$ .

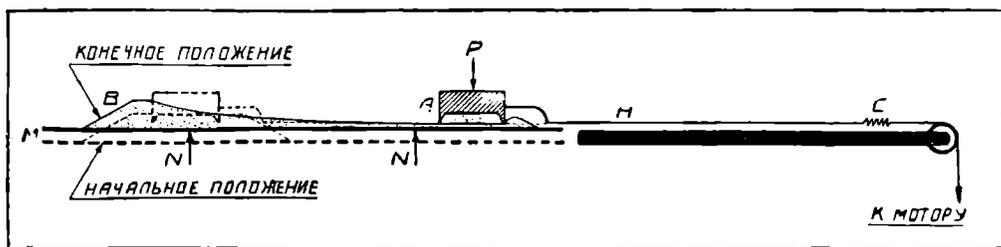
В результате опытов с песком, М. Х. Пигулевский пришел к выводам, в основном подтверждающим положения вытекающие из закона Кулона. Здесь —  $K$  не зависит: от давления, оказываемого на материал, если частицы его не разрушаются; от величины площади сдвига; и лишь в малой степени зависит от высоты слоя песка, именно при увеличении высоты слоя до известного предела  $K$  немного понижается, затем после этого предела высоты остается постоянным, сколько бы мы слой не утолщали.

Проф. К. Терцаги (1930) изучал технические свойства грунтов, как материала для инженерных сооружений, и в части изучения внутреннего трения в песке, пользовался прибором, состоящим из двух ящиков (фиг. 2, рис. 2), один из которых имеет дно, другой такого же сечения без дна, в виде рамки, накладываемой на первый ящик; будучи сложены вместе, оба ящика заполняются песком, после чего на песок с поверхности через металлическую пластинку создается желаемое давление  $P$ , и верхний ящик, вместе с заключающейся в нем частью песка, сдвигается относительно нижнего ящика через динамометр, регистрирующий тяговые усилия  $H$ .

В отличие от приборов такого же типа прежней конструкции, проф. К. Терцаги применил решетку; располагаемые в обоих ящиках симметрично по отношению к плоскости сдвига. Этим преследовалась цель получения равномерного распределения напряжений в области сдвига.

В результате опытов было установлено, что на величину  $K$  не влияют: 1) размеры площади сдвига и 2) величина зазора между верхним и нижним ящиками, что в известной мере отра-

<sup>1</sup> Для изучения трения почв в естественном их залегании, на треугольнике монтируется динамометр (индикатор Майгак), через который при помощи троса и лебедки осуществляется сдвиг захваченных чашками почвенных колонок.



Фиг. 3.

жает независимость  $K$  от высоты слоя песка. Влияют же такие факторы, как 1) величина давления  $P$ , оказываемого на песок в плоскости его сдвига и 2) относительная плотность песка.

Как для плотных, так и для рыхлых песков,  $K$  при нулевых нормальных давлениях  $P$ , имеет свою наибольшую величину; по мере же увеличения давления на песок,  $K$  сначала резко, а затем медленно падает. С повышением относительной плотности песка соответственно повышаются и величины  $K$ .

К выводам об уменьшении  $K$  с повышением давления  $P$  приходили ранее и другие исследователи (П. А. Миняев, Америк. комис. по изучению естествен. оснований); однако, опыты их были отрывочные, в них были недостаточно уверены и сами авторы, и поэтому базироваться на этих выводах было невозможно.

Столь очевидные разногласия, возникшие в последние годы, потребовали новой экспериментальной работы в этом направлении.

Результаты предварительных опытов подтвердили зависимость  $K$  от многих факторов, действующих на материал на момент постановки опытов, и указали на сложность их взаимодействия. Ввиду этого потребовалось вопрос изучения внутреннего трения песка разбить на серию отдельных подвопросов с выделением одних факторов и временным устранением других.

Для опытов применялись приборы, построенные как по принципу М. Х. Пигулевского, так и по принципу К. Терцаги. Результаты опытов показали преимущество прибора чашечного типа, ввиду чего основные исследования автора были проведены с прибором этого типа.

Сдвиги материала (сухой кварцевый песок фракц.  $\leq 0.5$  мм) производились со скоростью  $= 0.1$  мм/сек. по схеме представленной на фиг. 3. Из рисунка видно, что чашки прибора  $A$  под нагрузкой  $P$  сдвигались при помощи электромотора через динамометр  $C$ . Этот динамометр записывал течение тягового усилия  $H$  во время всего процесса сдвига. Так как обнаружилось, что прибор имеет тенденцию двигаться лишь по некоторой кривой (см. начальное и конечное положение слоя  $B$  и чашки  $A$ ), то для получения прямолинейного, относительно силы  $H$ , направления движения прибора, это направление регулировалось постепенным подъемом опорной площадки стола  $M$ , силами  $NN$ .

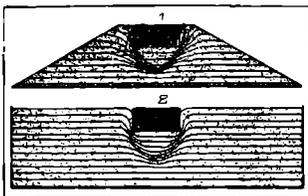
Опыты показали, что независимо от кривой поверхности, которая остается за чашками в виде следа на песке после прохода прибора,<sup>1</sup> сдвиг материала



Фиг. 4.

происходит и ниже этой поверхности, образуя зону деформации определенных формы и объема (фиг. 4.) Нижнее основание этой зоны в нашей серии опытов весьма близко к горизонтальной плоскости.

<sup>1</sup> Исходя из опытов Рейнольдса, который доказал, что разделение песка по плоскости не может произойти без увеличения объема пор в плоскости раздела, надо допустить, что в процессе сдвига должен осуществляться некоторый весьма небольшой (зависящий от крупности зерен песка, давления и высоты слоя) подъем прибора с частью слоя песка, заключенного в чашках, а затем уж снижение по кривой, представленной выше в общем виде.



Фиг. 5. Деформация песка под влиянием вертикального сжатия. Свободный конус (рис. 1) и слой (рис. 2).

Чтобы яснее представить себе, почему сдвиг происходит не только в плоскости, прилегающей непосредственно к основанию чашек, но охватывает деформацией целую зону, отвечающую значительному объему, особенно в начале движения прибора, вспомним, что известную деформацию, или хотя бы соответствующее распределение напряжений в песке, вызывает вертикальное давление  $P$  уже при установке прибора до его сдвига. Поэтому сдвиг сопряжен с преодолением деформаций, вызванных условиями вертикальной силы. Это надо иметь в виду.

Опытами М. Х. Пигулевского, произведенным им в области изучения сопротивления песка вертикальному сжатию, наглядно показано, что под влиянием сжатия свободного конуса или слоя песка круглым плоским штампом (плонжером), под этим последним образуется фигура деформации, слагающаяся из частиц песка в виде конуса, опрокинутого вершиной вниз, с основанием, повернутым к основанию штампа (фиг. 5, рис. 1 и 2).

Деформация протекает в виде трех фаз. Началу образования этой фигуры отвечает первая фаза деформации, которая осуществляется при незначительном, непрерывно возрастающем давлении на штамп. Вторая фаза характеризуется полным образованием упомянутой фигуры и погружением штампа в песок на значительную глубину без добавочного давящего усилия. Такое состояние деформации названо моментом текучести материала. Наконец, если имеется твердая опорная площадка, наступает третья фаза, характеризующаяся сжатием и разруше-

нием фигуры деформации при сопротивлении ей нижнего основания слоя. При этом текучесть прекращается, и незначительное продвижение штампа вниз может выдерживать значительное увеличение на него нагрузки.

Как видно из приведенного, положение слоя песка для оказываемого на него давления может быть: 1) мало устойчивым, 2) неустойчивым и 3) устойчивым.

Из исследований того же автора известно, что устойчивость слоя песка зависит не только от давления, оказываемого на единицу площади поверхности слоя, но и от диаметра штампа, применяемого для сжатия и от высоты слоя. Чем больший диаметр штампа, тем при большей высоте слоя песок приобретает устойчивое положение и может при этом испытывать большее на единицу площади (удельное) давление. С другой же стороны, для всякого диаметра штампа, при соответствующей нагрузке, может быть взята такая высота слоя, при которой он окажется неустойчивым.

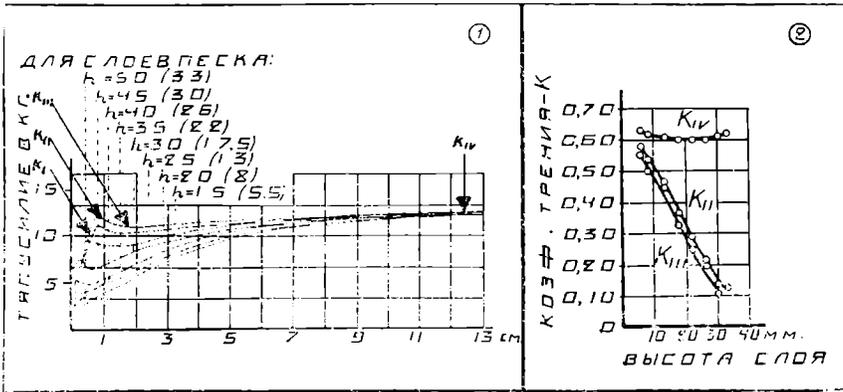
Приведенное указывает, что в сопротивлении вертикальному сжатию песка, большую роль играют варианты значений этих трех факторов: давления, высоты слоя и величины площади штампа, применяемого для сжатия.

Обратимся снова к исследованию сдвига и трения при сдвиге.

Здесь также, как на характер сдвига, так и на показатели величин коэффициента трения оказывают существенное влияние давление и высота слоя; если же исходить из указанного выше, очевидно должны оказывать влияние и диаметры чашек прибора, различие которых автор не испытывал, применяя в своих опытах пока лишь чашки постоянной площади сечения в 25, 52 см<sup>2</sup> каждая.

Опыты показали, что, при применении устойчивых при сжатии слоев песка и изменении для них нагрузки  $P$ , по мере увеличения этой нагрузки, пропорционально возрастает и тяговое усилие  $H$ , необходимое для сдвига части этого устойчивого слоя. Таким образом, коэффициент внутреннего трения —  $K$  в этом случае остается также устойчивым.

В процессе сдвига при этом наблюдается весьма характерное течение тя-



Фиг. 6. Изменения характера кривых тягового усилия (рис. 1) и коэффициента внутреннего трения (рис. 2) в зависимости от высоты слоя песка (в скобках дана высота слоя под краями чашек прибора).

тового усилия, указывающего на наличие сопротивления сдвигу, чередующегося определенными возрастающими и понижающимися величинами.

Настойчивость характера кривых для повторных равных условий опыта указывает на особые условия деформации, постоянно чередующиеся также определенными фазами. Если начальный момент сдвига включить в число таких фаз, то их по характеру кривой  $H$  можно отметить четыре (фиг. 6, рис. 1; на верхней кривой указаны стрелками).

Предварительное обследование деформации в песке, путем фиксирования ее отдельных фаз (пропитыванием сплавом парафина и нафталина), отвечающих отдельным характерным моментам кривой  $H$ , указало, что первой фазе, т. е. началу сдвига, отвечает лишь незначительное смещение частиц песка находящихся под чашками прибора. В этот момент ясно выраженного раздела слоя в какой-либо плоскости еще не существует (фиг. 7; представлено в вертикальном сечении по оси симметрии).

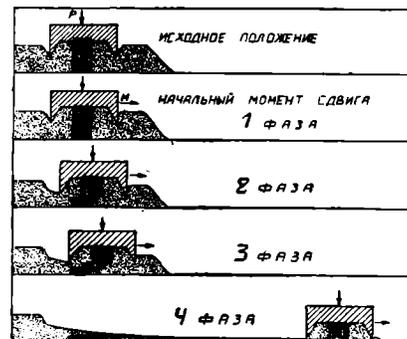
Второй фазе отвечает образование первого раздела слоя в части, лежащей несколько ниже основания чашек, т. е. той нижней поверхности раздела, которая при дальнейшем продвижении прибора остается почти горизонтальной к плоскости опорной площадки. Началу образования этой фазы отвечает сила  $H$ , возросшая до значительной вели-

чины, и на кривой отмечается характерным горбиком.

Третьей фазе отвечает образование второго, верхнего раздела слоя непосредственно у основания чашек, у их краев. При этом тяговое усилие  $H$  несколько снижается и образует на кривой более или менее вытянутое седло.

Четвертой фазе отвечает полное образование поверхностей раздела, их переход в одну общую поверхность раздела, образующуюся по мере продвижения чашек прибора и установившаяся, в этом случае максимальная величина силы  $H$ .

Каждой фазе деформации, в процессе сдвига полностью, таким образом может отвечать свой показатель коэффициента внутреннего трения —  $K_I$ ,  $K_{II}$ ,  $K_{III}$  и  $K_{IV}$ , которые, ввиду различного сложения ча-



Фиг. 7. Деформация окрашенного столбика песка под влиянием сдвига.

стиц, при повторных опытах колеблются в одну и другую сторону в небольших пределах, но от изменения давления  $P$  (в пределах от 0.12 до 4.64 кг/см<sup>2</sup>) не зависят.<sup>1</sup>

Описанное явление обнаружилось для песка, засыпаемого в слой обычным способом, при помощи совка. При такой засыпке песок имеет среднюю порозность = 41.7%. При уплотнении же песка до порозности = 37.0%, что достигалось путем засыпки его в слой через сито, фазы деформации сдвига выражаются более ярко. Горбик на кривой  $H$ , отвечающий второй фазе, возрастает настолько, что  $K_{II}$  может в отличие от первого случая отвечать величине большей нежели  $K_{IV}$ .

При наиболее же рыхлом сложении песка порозностью = 44.9%, что достигалось опять-таки особым приемом засыпки, — через узкогорлую воронку в конус, — фазы деформации, наоборот, затухают, характерный горбик для второй фазы на кривой  $H$  появляется лишь в виде слабо выраженной ступеньки, а иногда и без этой последней. В таком случае кривая  $H$  при подъеме загибается плавно и переходит в устойчивое горизонтальное направление, ввиду чего можно отметить лишь  $K_I$  и  $K_{IV}$ .

К этому надо добавить, что ко времени окончательного сдвига порозность, вследствие перегруппировки частиц песка, приобретает очевидно одинаковый показатель, поэтому  $K_{IV}$  для всех случаев засыпки остается устойчивым. Для первых же трех фаз деформации сдвига, начальная плотность песка имеет весьма большое значение, с повышением которой повышаются и показатели значений  $K_I$ ,  $K_{II}$  и  $K_{III}$ .

Так протекали явления при сдвиге устойчивых, лежащих за пределами текучести при сжатии, слоев песка.

<sup>1</sup> При помощи других приборов, в которых применяются для сдвига слоя песка опытные ящики одинакового поперечного сечения, можно более или менее правильно определить лишь  $K_I$  и  $K_{II}$ . Обычно имеется в виду в таких случаях максимальное сдвигающее усилие, и таким образом определяется  $K_{II}$ . Так как принимается, что  $K$  не зависит от давления  $P$ , то для практических целей, определив несколько показателей  $K$  при разных давлениях  $P$ , берут среднюю величину  $K$  (Н. В. Бобков).

Обратимся теперь к рассмотрению явлений, протекающих при сдвигах более высоких слоев песка. Оказывается, что по мере увеличения начальной высоты слоя с 15 до 50 мм и при неизменном давлении  $P$ , отмеченные нами вторая и третья фазы деформации все более и более затухают. Процесс сдвига, отмечаемый кривой тягового усилия  $H$ , начинает протекать так, как это мы имели в случае применения слоев низких 15—20 мм, но для искусственно-рыхлой засыпки порозностью = 44.9%. В свою очередь коэффициенты трения —  $K_I$ ,  $K_{II}$  и  $K_{III}$ , по мере увеличения слоя, уменьшаются (фиг. 6, рис. 2). Что же касается  $K_{IV}$ , то он остается устойчивым при всех вариантах высот слоев и засыпки, так как может быть получен в процессе сдвига при снижении слоя до возможных минимальных размеров.

Когда же берется, наоборот, меняющееся давление при неизменной высоте слоя песка, но высоте такой, которая бы приближалась к неустойчивому положению при данном диаметре чашек, скажем высоте = 50 мм, то обнаруживаем, что, по мере увеличения давления  $P$ , тяговое усилие  $H$  возрастает менее чем пропорционально, и  $K_I$ ,  $K_{II}$  и  $K_{III}$  уменьшаются, при устойчивости  $K_{IV}$ , который, как мы видели, может быть получен только при сниженном слое.

Обратимся теперь к некоторым цифрам наших опытов и коснемся их связи с углом естественного откоса.

Возьмем средние числовые показатели  $K$  какой-либо серии опытов, скажем — опытов с низкими устойчивыми слоями песка начальной порозностью = 41.7%, где  $K_I = 0.30$ ,  $K_{II} = 0.51$ ,  $K_{III} = 0.49$  и  $K_{IV} = 0.63$ ; сравнив их с показателем, выведенным по углу естественного откоса того же песка, который принимаем также и за угол трения  $\varphi = 33^\circ 30'$ , — получим  $\text{tg } \varphi = 0.66$ . Как видим, углы трения для наших показателей  $K$  должны быть все меньше  $33^\circ 30'$ , т. е. меньше угла естественного откоса, ибо все  $K$  меньше 0.66.

Эти результаты получены при чашках прибора глубиной 12 мм. Когда же мы зажимаем для сдвига колонку слоя песка более высокою, т. е. когда сдвиг

производится более глубокими чашками, например 17 мм, то обнаруживается яркая тенденция к повышению показателей  $K$ , особенно второй и третьей фаз деформации. В этом случае мы имеем  $K_{II} = 0.69$ ;  $K_{III} = 0.61$  и  $K_{IV} = 0.64$  и при наибольшем показателе  $K_{II} = 0.69$  имеем угол трения  $\varphi = 34^\circ 40'$ , являющийся уже большим, чем угол естественного откоса данного песка.

Такое явление ставится в связь с деформацией, образующейся под чашками, в момент установки прибора, и намечено к дальнейшему всестороннему изучению.

Уже это краткое описание вопроса показывает, как переплетаются взаимодействия различных факторов, оказывающих то или иное влияние на условия внутреннего трения, и как изменяется показатель этого трения, вполне зависимый от этих условий.

Коэффициент внутреннего трения, как мы видели, долгое время считался постоянным для данного сыпучего комплекса, независимым от условий давления, высоты слоя, площади сдвига и т. д., и лишь в последние годы мы получаем более убедительные доказательства в пользу этих зависимостей.

Влияние площади сдвига, как мы видели, является еще неизученным и предполагаемым лишь на основании косвенных данных. Незизученными еще окончательно остаются влияния скорости сдвига, высоких давлений, при которых бы разрушались и истирались или цементировались частицы песка, крупности и формы его отдельных элементов, температуры, влажности и т. д. Вспомним также, что результаты затронутых выше вопросов, об изучении влияний сравнительно небольших давлений, высот слоев, характера и глубины деформаций, кривых поверхностей сдвига и т. д., не являются исчерпывающими, а наоборот подтверждают необходимость дальнейших в этом направлении систематических исследований и указывают

на наличие еще большого числа открытых вопросов в этой, как казалось, далеко еще неисследованной области.

Мы еще не имеем безупречных методов и не можем дать показателей  $K$ , которыми можно было бы объективно и безошибочно характеризовать технические свойства грунтов или указывать механические свойства почв при их различных физических состояниях. Однако в этом направлении интенсивно ведется работа в нескольких исследовательских учреждениях Союза, и это является залогом тому, что в ближайшее время наш теоретический фронт будет пополнен новыми важнейшими научными данными в области изучения трения в сыпучих и связных комплексах и будут даны в руки социалистического земледелия и техники соответствующие, надежные методы определения необходимых и правильных показателей механических свойств почв и грунтов.

Более подробное описание затронутых здесь вопросов читатель найдет в приведенной ниже литературе.

#### Литература

1. Иванова М. В. Методы исследования грунтов. Госстройиздат, М.—Л, 1932.
2. Иванов Н. Н. и Пономарев П. П. Строительные свойства грунтов. ЦИАТ, Л., 1932.
3. Миняев П. А. О распределении напряжений в сыпучих телах. Харьков, 1916.
4. Мищенко Н. Ф. Об изучении внутреннего трения в раздельно-частичных комплексах. Всес. Инст. мех. с.-х., Л., 1933.
5. Пигулевский М. Х. Физико-механические свойства рыхлых дорожных материалов. Цудортранс, Л., 1929.
6. Терцаги К. О задачах и новейших данных исследования строительных свойств грунтов. Рус.-Герм. Вестн. науки и техн., № 2 (4), 1930.
7. Егоров Е. Строительная механика грунта. Госстройиздат, 1933.
8. Егоров Е. Инженерная геология. Глава проф. Н. В. Бобкова. Горгеонефтеиздат, 1934 (второе издание).
9. Филатов М. М. Почвы и грунты в дорожном деле. Гострансиздат, 1932.

## ПРОБЛЕМА СНА

Проф. Л. С. ШТЕРН

Сон, как биологическое и психофизиологическое явление, вызывал и вызывает большой интерес. Определение сна, сущность его, происхождение и механизм сна являются объектом громадного числа философских и экспериментальных работ.

В широком общебиологическом смысле сон определяется как покой, следующий за активностью организма и дающий ему возможность возобновлять свою деятельность. Такой покой отмечается и у простейших организмов животного и растительного мира. В более узком смысле сон есть периодическое состояние относительного бездействия, характеризующееся более или менее полной потерей контакта с окружающей действительностью. Эта потеря контакта наступает более или менее внезапно и также внезапно может прекращаться под влиянием любого раздражителя и заменяться состоянием бодрствования. Последнее определение применимо к животным, обладающим центральной нервной системой и в первую очередь к человеку.

Как биологическая проблема, сон представляет собой часть общей энергетической проблемы живых организмов, основанной на способности живой протоплазмы к смене активности и покоя.

С явлением, напоминающим периодическую смену сна и бодрствования, мы сталкиваемся и у растений. Сюда относятся так наз. движения сна (*nyctinastia*) ряда цветов и листьев, и длительное состояние покоя в течение определенного сезона (зима, лето). Явление *nyctinastia* характеризуется особым, способствующим испарению, вертикальным положением листьев вследствие изменения тургора. Никтгемеральный (т. е. суточный) ритм этих движений продолжается и при изменении ритма света и темноты.

Сезонный покой растений представляет значительную аналогию с зимней спячкой некоторых животных.

У простейших одноклеточных, как и у многих ракообразных животных, настоящий периодический сон отсутствует. Переход в состояние покоя связан с отсутствием влаги. Летаргическое состояние животного длится до появления влаж-

ности. Периодический покой, похожий на сон, появляется лишь у насекомых, но и этот покой лишен характерных особенностей сна высших животных.

Настоящий периодический сон существует, главным образом, у животных, проявляющих дневную активность. Такой сон отмечается уже у амфибий и у рептилий. Так, напр., у лягушки — ночной сон значительной продолжительности. Более типичное состояние сна мы встречаем у птиц и у млекопитающих, у которых ритм сна тесно связан с их образом жизни. Одни спят ночью, другие спят днем. У птиц сон очень легкий, но глубокий, не продолжительный и может быть отодвинут без ущерба для животного. Сон кошки и собаки также очень поверхностный, но зато эти животные спят часто, засыпают, как только остаются в покое. У высших животных длительность сна находится в общем в тесной связи с длительностью темноты. Известно, что птицы засыпают с заходом солнца, они часто засыпают и при наступлении солнечного затмения. Длительность их сна изменяется с изменением освещения.

Существует ли связь между разными видами покоя у растений и у высших животных и нормальным сном у высших животных и в частности у человека? Бесспорно, что полной аналогии тут нет. У высших животных сон не является простым покоем для организма, и спящего часто сравнивают с машиной, которая не просто перестает функционировать, а во время покоя очищается от шлаков и снабжается маслом (Naville). Для человека сон обозначает не только покой высших нервных центров, прекращение их активности, но также замедление вегетативных функций: замедление пульса и дыхания, понижение выделения  $\text{CO}_2$ , ослабление перистальтики кишечника, уменьшение диуреза, снижение температуры и т. д. Это ритмическое снижение вегетативных функций, отмечаемое в ночные часы (никтгемеральный ритм), называется некоторыми авторами соматическим сном в отличие от психического сна, т. е. покоя высших нервных центров.

Соматический сон наблюдается и у децеребрированных животных, как и у анэнцефалов и представляет большую

аналогию с разными формами покоя у растений и животных, но отличается от них своей большей интенсивностью. Ослабление вегетативных функций во время сна (соматический сон) представляет собой большую экономию питания и дает возможность оставаться без еды более или менее длительный срок. Так, например, у человека сон в 7—8 часов дает возможность оставаться без еды в течение 14—16 часов, т. е. в течение  $\frac{2}{3}$  дня и даже больше. Оттуда и поговорка: кто спит, тот обедает. Известно, что жители Огненной земли и Австралии значительную часть голодного сезона проводят в состоянии сна. То же самое встречается и на крайнем севере, где беднейшие крестьяне проводят долгие зимние месяцы в состоянии сна, просыпаясь лишь для своих физиологических нужд. Этот покой, представляющий большую аналогию с периодическим покоем низших организмов, указывает на биологическое значение сна, как орудие в борьбе с голодом, и дает нам возможность отвечать частично на вопрос о причине сна у разных животных и, таким образом, о происхождении сна у человека.

Можно себе представить, что животное засыпало каждый раз, когда продление бодрствования становилось вредным для его существования. Бодрствование, т. е. состояние активности, связано с усиленным обменом, ведет к накоплению токсических продуктов распада, количество которых нарастает с интенсивностью обмена. Удаление или уничтожение этих токсических продуктов отстает от их образования, и отсюда необходимость отдыха, т. е. инактивности, находящее наиболее полное свое выражение в состоянии сна, для удаления этих вредных продуктов метаболизма.

Необходимо отметить, что и для человека сон имеет в первую очередь это же значение и, несмотря на тесную связь с развитием нервных центров, сон находится не столько в зависимости от психической активности данного индивидуума, сколько от его вегетативной деятельности. Так, напр., много спят новорожденные, у которых вегетативная жизнь превалирует над психической; молодые спят более глубоко, чем

старые, у которых метаболизм сравнительно замедлен. Сон бывает менее длительный и менее глубокий у людей умственного труда, у которых вегетативная деятельность часто значительно снижена. Все эти данные говорят за то, что основной причиной сна является или истощение вегетативных органов, или накопление токсических продуктов метаболизма, вернее и то и другое. В свою очередь сон, давая возможность восстановления путем удаления токсических продуктов и накопления энергии, является причиной и предпосылкой бодрствования. Оттуда делается некоторыми вывод, что сон есть приспособление организма, создавшее новую функцию, которая в конечном счете отразилась и в анатомической структуре животного, создала новые органы и превратилась в инстинкт.

Так, по мнению Брунелли (Brunelli), сон и связанную с ним неподвижность можно рассматривать как феномены адаптации, развившейся в борьбе за существование—защитная реакция организма против интоксикации, вызванной бодрствованием в такой же степени, как зимняя спячка есть адаптация, развившаяся у животных вследствие необходимости оставаться зимой скрытым в своих норах вместе с своими запасами пищи. Можно поставить вопрос, что является первичным, неподвижность или необходимость реставрации? Сравнивая сон с аналогичными явлениями, как зимняя спячка и защитные тормозные реакции неподвижности, так широко распространенные в животном мире, приходим к заключению, что сон является следствием тормозных реакций защиты: неподвижность в течение более или менее длительного периода дня не только скрывает животное от его врагов, но дает возможность экономить силы, накапливать резервы и создает, таким образом, возможность готовиться более эффективно к борьбе. При этом в историческом разрезе первоначальная тормозная реакция—это реакция защиты от врагов. По Фостеру (Foster), однако, первоначальной причиной неподвижности является ограниченная возможность расходовать энергию, т. е. необходимость экономить ее.

Сон является, таким образом, средством защиты от слишком большой траты энергии.

Можно еще указать на высказанную Фрейдом (Freud) и его школой идею, по которой сон есть ни что иное, как бегство от настоящей жизни и возврат к внутриутробной жизни.

Само состояние сна характеризуется более или менее полным отсутствием реакции на раздражение, что производит на первый взгляд впечатление полной пассивности. Это впечатление пассивности исчезает, как только делается попытка прервать сон. Спящий защищается, как будто он весь ушел в другой мир, из которого ему не хочется вернуться к окружающей действительности, потерявшей для него всякий интерес. Уменьшением или отсутствием интереса к окружающей действительности можно объяснить легкость, с которой мы откладываем на следующий день подчас весьма важную и интересную работу, которую необходимо было бы выполнить тут же. Однако и во время сна интерес к окружающей действительности частично сохраняется. Остается частичная связь с внешним миром, и спящий сохраняет способность реагировать на внешние раздражения, когда этого требуют его жизненные важные интересы.

По Клапареду (Claparède), во время сна чувствительность не только не снижена, но даже увеличена по отношению к ряду раздражений, которые в состоянии бодрствования часто остаются без эффекта. Сохранена и реактивность по отношению к раздражениям, представляющим определенный интерес для спящего. Так, напр., мать просыпается при малейшем движении ребенка, врач от телефонного звонка и т. д. По Клапареду, в общем уменьшается не чувствительность, а реактивность, и в этом отношении сон можно сравнить с состоянием рассеянности, когда все внимание поглощено чем-то, как, напр., при чтении очень интересной книги. Когда появляется серьезная опасность, мы реагируем соответственно нашим интересам самосохранения.

26 Картина человеческого сна характеризуется в общем потерей участия

во внешнем мире, упадком психологического напряжения, отсутствием умственного интереса и затемнением сознания. Наряду с этим отмечается ряд изменений физиологических функций организма, свидетельствующих о том, что сон обусловлен не одним лишь изменением деятельности высших нервных центров, но что в этом участвует весь организм.

В общем отмечается значительная депрессия симпатической системы, стимулирующей процессы катаболизма или диссимиляции, связанные с расходом энергии, и одновременно повышение активности парасимпатической системы, способствующей процессам анаболизма или ассимиляции, связанной с накоплением энергии.

Ритм сна. Одной из наиболее характерных особенностей сна является его ритм. У человека ритм — суточный, никтгемеральный, причем отмечается некоторое влияние сезонное. Изучение ритма сна довольно легко у человека, у которого легко можно отличить сон от простого покоя, но у большинства животных оно значительно затруднено, в особенности у животных, которые спят стоя как, напр., лошади, и у низших животных, как, напр., рыба и лягушка. Исследования некоторых авторов: Полиманти, Бон, Пьерон (Polimanti, Bohn, Piéron), проведенные на морских животных, установили у некоторых из них полное отсутствие покоя, а у других — наличие смены покоя и активности, синхронической приливам и отливам. Более точные данные, полученные Шиманским с помощью особого аппарата — актографа — позволили ему установить два главных типа ритма: монофазный и полифазный. Монофазный тип характерен для сна человека; он встречается и у птиц и у змей, и у мух, а также у золотой рыбы. Полифазный тип, наиболее распространенный, встречается у разных видов животных и у человека в первой фазе его жизни. У одних фаза покоя прерывается двумя краткими фазами активности. У других же, как, напр., у кошки, наблюдается повторная смена фаз покоя и активности, но фаза покоя значительно длительнее, чем фаза активности.

Монофазный тип — суточный, никтгемеральный и регулируется в значитель-

ной степени светом, т. е. солнцем; фаза активности совпадает с дневным периодом, и фаза покоя или сна совпадает с ночным периодом. Это очень ясно сказывается у птиц и у мух (у змей присоединяется тут и фактор температурный). В общем монофазный тип встречается у оптических животных, т. е. у животных, приспособляющихся к окружающей среде, главным образом, с помощью зрения.

Полифазный ритм встречается преимущественно у неоптических животных, пользующихся для приспособления к окружающей среде, для ориентировки в ней, преимущественно другими органами чувств (как, напр., обоняние). Таковы мышь, кролик, кошка, собака и др. Трудно установить, что является решающим моментом у этих животных: утомление ли, голод, или другие эндогенные возбуждения. У отдельных животных отмечается некоторая адаптация к жизни окружающих. Так, напр., у домашней кошки ритм сна отличается от ритма сна дикой кошки. Хотя она сохраняет полифазный тип, но приспособляется к режиму человека. Домашняя кошка, как известно, спит больше ночью, чем днем.

У человека полифазный тип сна, характерный для первого года его существования, постепенно заменяется монофазным типом. Воспитание при этом играет большую роль, что указывает на пластичность ритма, на возможность изменять его.

В нормальных условиях тип ритма у данного вида животных довольно постоянный и тем более выраженный, чем выше стоит животное в зоологическом ряду, но тип ритма может быть искусственно изменен. Так, напр., монофазный тип может перейти в полифазный. Примером может служить опыт над канарейкой, у которой удается вызвать полифазный тип ритма с помощью длительного освещения, как и с помощью продолжительного затемнения. Одновременно с этим отмечен также сдвиг фаз активности и покоя.

Причина ритма сна до сих пор не установлена, хотя на первый взгляд она как будто ясна. На самом деле как будто достаточно указать на необходимость восстановления изнашивающихся

тканей в процессе активности во время бодрствования. Можно также указать на закон полярности, выставленный Ле Дантеком и Боном (Le Dantec) для центральной нервной системы и для живой ткани вообще. Благодаря этому закону реакции автоматически меняют свое направление через определенное время, так как всякое действие, всякий процесс, приводящий к деформации организма, вызывает обратную реакцию, приводящую к аннулированию этой же деформации, т. е. к восстановлению первоначального состояния. Однако, это общебиологическое объяснение недостаточно для такого сложного явления, как сон. Сон не является только прекращением бодрствования, он отличается от бодрствования не только количественно, но и качественно, характеризуется совершенно другой установкой организма. Впрочем, как уже было выше указано, не у всех животных наблюдается такая смена активности и покоя. Так, некоторые животные, как, напр., змея, бодрствуют всего лишь 1—2 часа в сутки, между тем как у некоторых других, как, напр., у одноклеточных, отмечается непрерывная активность, и возникает вопрос, не развивается ли одна фаза из другой и какая из них первоначальная. Можно предполагать, что сон является приобретенной функцией, следствием адаптации, оказавшейся полезной для жизни животного. Эта мысль поддерживается рядом авторов, и Корниш (Cornish) рассматривает кратковременность жизни некоторых грызунов, как следствие недостаточной глубины их сна. Подобное положение высказывает Полиманти (Polimanti) по отношению к морским рыбам, у которых отсутствует смена фаз покоя и активности и которые, как известно, живут очень короткое время. В общем очень короткой жизни соответствует активность, доведенная до крайности. Впрочем, отсутствие явной смены фаз покоя и активности не является доказательством отсутствия всякого ритма. Смена фаз может быть настолько быстрой, фазы настолько короткие, что они ускользают от обычного грубого наблюдения.

Как уже было сказано, ритм представляет большие вариации у разных видов животных и у разных индивидуумов одного и того же вида, в связи с условиями жизни. В общем у монофазных несомненно большую роль играет суточный ритм, хотя вряд ли следует приписать большое значение уменьшению возбуждения в ночной период, как это предлагает между прочим Гортнер (Gortner). На самом деле, если ряд животных спят ночью, то большинство млекопитающих спят днем и охотятся ночью, и тут сказывается решающая роль условий жизни. У полифазных, как и у монофазных, ритм сна и бодрствования является результатом адаптации и, как таковой, может изменяться в связи с изменением существования и под влиянием воспитания.

Потребность сна, вернее чувство потребности сна, не всегда является выражением необходимости сна, точно так же, как чувство усталости не всегда обозначает необходимость отдыха. И тут нужно различать субъективную и объективную потребность, которые, при

всей своей связи, не всегда совпадают. Так, напр., можно уснуть, не чувствуя никакой потребности сна. Отсутствие потребности в этом случае, как и отсутствие других аналогичных потребностей в отдельных случаях, обусловлено отсутствием сознания реакции. Как правило, автоматические реакции нами не ощущаются, когда они могут свободно осуществляться. Ощущаются эти реакции лишь тогда, когда они не могут осуществляться, когда оказывается какое-нибудь препятствие. И потребность сна появляется, когда нам мешают уснуть. В этом отношении чувство потребности сна является выражением конфликта между двумя тенденциями, проявляющимися и в других функциях органа-психологического характера.

Сам по себе переход от бодрствования в состояние сна или засыпание является действием наполовину волевым, наполовину автоматическим. Необходимо отметить два момента:

1. Отыскание, создание оптимальных условий (особое положение тела и т. д.), направленное, главным образом, на предохранение от всяких возбуждений, на удаление всяких раздражителей внешних и внутренних. Эта фаза представляет характерные для разных видов животных особенности. Эта фаза является несомненно активной, на что указывает активное положение нормально спящего, в отличие от пассивного положения тяжело больного (кома-тоз).

2. Ощущения, предшествующие установлению состояния сна. Эти ощущения очень похожи на опьянение и представляют различные формы у различных индивидуумов. В общем мы имеем тут ряд прогрессивных этапов изолирования от внешнего мира. Эта переходная фаза протекает более или менее долго. Иногда сон наступает как будто внезапно — в течение нескольких секунд, иногда эта переходная фаза затягивается или вследствие недостаточной способности спать, или вследствие наличия возбуждений (внешних и внутренних), или же вследствие отсутствия физической потребности сна.

В процессе засыпания в первую очередь изменяются реактивные функции,

и только во вторую очередь понижаются рецептивные функции. Следующий опыт очень показателен. Засыпающему предлагают отвечать одним каким-нибудь словом каждый раз, как будут касаться пальцем, в промежутки от 10 до 15 секунд, его плеча или руки. Сначала получается ответ согласно условию, а затем через некоторое время ответ выпадает. Если в эту минуту задается испытуемому вопрос — почему не последовало ответа и чувствовал ли он прикосновение, то получается ответ, что дотрагивание чувствовалось, но что не хватило сил для ответа.

Внезапность перехода в состояние полного сна можно легко заметить, когда разговаривают с засыпающим. Внезапно, совершенно неожиданно, засыпающий перестает отвечать, хотя за несколько секунд он совершенно четко и ясно выражал свои мысли. При пробуждении часто не припоминают конца разговора, в котором принимали активное участие.

Длительность сна. Длительность сна (или вернее фазы покоя), у разных видов животных разная. У человека сон в среднем занимает одну треть. Соотношение между фазой бодрствования и фазой сна — 2:1, но это соотношение не абсолютное, меняется в связи с условиями (время года, возраст, пол, умственное развитие, наконец, и не в последнюю очередь, условия жизни и труда).

Длительность сна меняется не только в разные времена года, но и, по всей вероятности, в связи с климатическими условиями страны. Так, напр., в северных странах зимой длительность сна заметно увеличивается. Точных данных, однако, не имеется.

Глубина сна неодинакова у разных индивидов и к тому же она меняется в течение самого процесса сна. Уже в 1858 г. Бурдах (Burdach) указывает, что наибольшая глубина сна отмечается в самом начале, затем по мере приближения к пробуждению сон становится более тихим, спокойным и легким.

Первые попытки количественного измерения глубины сна были сделаны Фехнером (Fechner), который, по совету Кольшюттера (Kohlschütter), критерием

глубины сна избрал необходимую для пробуждения спящего интенсивность возбудителя. Глубина сна, таким образом, измеряется сопротивлением пробуждению. В настоящее время применяются следующие два вида способов для изучения глубины сна:

1) Измерение глубины сна сопротивлением к пробуждению, т. е. необходимой интенсивностью возбудителя (шум, свет и т. д.).

При применении этого метода нельзя упускать из вида то обстоятельство, что одна лишь интенсивность возбудителя недостаточна для измерения глубины сна, так как пробуждение зависит не столько от интенсивности возбудителя, сколько от интереса, который он представляет для спящего. Более слабый, но представляющий определенный интерес для спящего возбудитель подействует скорее, чем значительно более сильный, но индифферентный для спящего возбудитель. Необходимо также учитывать при повторных измерениях глубины сна возможность привыкания к данному возбудителю, на который спящий перестает реагировать.

2) Вторым критерием служит также наличие или отсутствие определенных рефлексов. С этой целью применяются разные методы, среди которых наиболее важные:

а) метод актографический, который был применен в 1914 г. Клапаредом при изучении степени неподвижности во время сна;

б) психогальванометрический метод был применен рядом авторов — Пейпер, Фармер, Чемберс (Peiper, Farmer, Chambers), которые установили, что электрическое сопротивление кожи быстро возрастает в начале сна, затем постепенно понижается.

Применяли и применяют еще другие рефлекторные реакции для измерения глубины сна, как, напр., пателлярный рефлекс, уменьшение которого, по некоторым авторам, пропорционально глубине сна.

Останавливаясь более подробно на вопросе о глубине или, вернее, интенсивности сна, мы хотели подчеркнуть громадное значение качества сна для той роли, которую мы приписываем ему.

Нет сомнения, что в нормальных условиях сон освежает физические и умственные силы и восстанавливает трудоспособность и усиливает эффективность труда. Много говорят о хорошем или о плохом сне, но до сих пор с недостаточной точностью определены факторы, обуславливающие качество сна, как и не определены внешние и внутренние условия, необходимые для „хорошего“ эффективного сна.

Помимо длительности и глубины сна, необходимо поэтому изучать эффективность сна. В этом направлении проделаны некоторые исследования.

Таковы опыты Вейганда (Weygandt), применившего впервые метод прерыва сна через определенные промежутки времени ( $\frac{1}{2}$  ч., 1 ч., и т. д.). Сравнивается работа, выполненная перед самым сном, с работой, выполненной после пробуждения через определенные промежутки времени. Работа заключалась в сложении ряда чисел (непрерывно в течение 30 мин.) и в заучивании наизусть (серии из 12 чисел). Полученные результаты показали, что эффективность сна неодинакова в отношении разного вида умственного труда.

Сравнение (количественное и качественное) работы, выполненной вечером за  $\frac{1}{2}$  часа до засыпания и утром через  $\frac{1}{2}$  часа после спонтанного пробуждения от полного сна, выявило лучшие результаты для вечерней работы, чем для утренней (на 6—10%). Таковы опыты Геа (Gay) с заучиванием наизусть и опыты Джонсона (Johnson) с субституционным тестом. Оказалось, что эффективность работы постепенно возрастает. Работают лучше через 2 часа, чем через 1 час после пробуждения. Подобные наблюдения сделаны в школах, где отмечается, что второй урок проходит обычно лучше, чем первый. Как будто замечается некоторая усталость от продолжительного сна, которая постепенно исчезает.

Итак, судя по результатам, большая длительность сна не является полезным фактором в отношении продуктивности труда, а наоборот.

Укорочение сна за счет вечерних часов не вызывает снижения эффектив-

ности работы на следующее утро. Однако, по калориметрическим данным Лерда и Вилера (Laird и Wheeler) умственная работа в этих случаях сопряжена с большей затратой энергии, чем при нормальной длительности сна.

Были сделаны и попытки изучения влияния продолжительного непрерывного бодрствования (до 115 часов). Таковы наблюдения Патрика и Джилберта (Patrick и Gilbert) (в 1896 г.) на серии молодых людей, не спавших в течение 90 часов и обследуемых всесторонне каждые 6 часов в течение всего опыта и также по окончании его (мышечная энергия, чувствительность, скорость реакции, меморизация и другие формы умственной работы, проделанные рядом американских авторов (Robinson и Hermann, Kleitmann и Lee Loslett и др.). Полученные результаты идут все в одном направлении. Продолжительная и непрерывная бессонница (даже в течение нескольких дней) не вызывала заметного уменьшения реакции на разные тесты. В некоторых случаях отмечалось, напротив, повышение качества результатов. Заключение, данное группой исследователей Вашингтонского университета в результате серий подобных опытов, следующее: умственная живость испытуемых мало затронута длительным периодом бессонницы. Испытуемые ведут себя совершенно одинаково после 60 часов бессонницы, как и в начале опыта. Такой же вывод сделан Герцом (Herz) на основе опыта, проведенного им на себе лично. После непрерывной бессонницы (до 80 часов), его психическая деятельность, как и умственная работоспособность, ни субъективно, ни объективно не была снижена.

Однако, большинство испытуемых жаловалось на разные недомогания: затруднение писать, читать, говорить и петь; на значительную раздражительность, головокружение, даже оптические галлюцинации и чувство близкого обморока. Характерно противоречие между субъективными ощущениями и объективными результатами, полученными при применении различных тестов. Но и тут приходится учесть качество применяемых тестов. Так, напр., при упо-

треблении тестов, требующих значительного умственного напряжения, отмечается некоторое снижение эффективности умственного труда в период бессонницы.

Требуется еще огромная работа для выяснения разнообразных физиологических, как и психологических факторов в самом широком смысле, играющих роль как в процессах бодрствования, так и в процессах сна. В частности требуется обращать при этом сугубое внимание на индивидуальные способности, на специфические условия труда и быта, учитывающая и социальноэкономические факторы.

Неменьший интерес, чем засыпание, представляет пробуждение от сна. Возникает вопрос, является ли пробуждение просто прекращением того состояния, которое характеризуется как сон, или пробуждение есть новая специальная реакция на определенные раздражения. Ответ на этот вопрос зависит от толкования самого комплекса сна и бодрствования. Кривая (глубина или интенсивность) сна, как мы видели раньше, характеризует сон как процесс, постепенно истощающийся, похожий на эргографическую кривую мышцы. Впрочем, и кривая секреции желудочного сока после приема пищи представляет большую аналогию с кривой глубины сна.

При спонтанном пробуждении (без всякой видимой внешней и внутренней причины), испытывается часто ощущение, что нам больше не нужно спать, что мы насыщены сном, утомились от сна. Итак, наблюдения субъективные, как и объективные, и в частности сравнение кривых глубин сна с кривыми некоторых физиологических процессов, приводят к мысли, что пробуждение является реакцией определенного утомления от сна. Ле Дантек (Le Dantec) полагает, что, если, с одной стороны, сон нам дает отдых от бодрствования, — бодрствование, в свою очередь, может быть рассмотрено как отдых от сна. В таком же смысле можно толковать и наблюдение Крамоссела (Cramausse) над дыханием ребенка во время сна. У ребенка к концу спокойного нормального сна отмечается дыхание, характерное для утомления, как будто ребенок, уснувший вследствие утомления от бодрствования, просы-

пается вследствие утомления от сна. В большинстве случаев пробуждение носит активный характер „привычки“, обусловленной, в свою очередь, регулярным появлением ряда возбудителей экзогенных и, в первую очередь, эндогенных, связанных с определенными характеристиками для определенного времени дня состояния организма—в частности после 7—8-часового покоя.

Особенно поражает привычное спонтанное пробуждение, его регулярность и подчас почти математическая точность, на что имеются в литературе весьма любопытные указания. Сюда же относятся так называемые головные часы, т. е. преднамеренное пробуждение в точно определенное время. Это весьма интересное явление пока удовлетворительного объяснения не получило. По всей вероятности, и тут на первом плане стоит интерес спящего к определенному возбудителю. Так называемые головные часы ни что иное, как частный случай частичного сна или частичного бодрствования, при котором сохраняется возбудимость и реактивность к определенным возбудителям, представляющим собой интерес для спящих в данных условиях. При концентрировании внимания засыпающего на идее пробуждения в определенный час—эта идея становится тем возбудителем, который вызывает пробуждение в предопределенный намеченный час. Впрочем, пробуждение и в этих случаях не наступает одновременно и с одинаковой быстротой для всего организма. В большинстве случаев пробуждение сознания наступает очень быстро, как будто внезапно, между тем как для приведения в полное состояние бодрствования всего организма требуется некоторое время. Организм как будто заново постепенно овладевает своими функциями, которые достигают лишь через более или менее долгое время своей полной эффективности. Так, напр., Фробениус (Frobenius) отмечает, что динамометрическая сила значительно ниже утром, в момент пробуждения, чем вечером, перед самым сном. Этот факт особенно интересен, так как во время сна мышцы не утомляются, находясь в состоянии полного покоя и расслабленного тонуса. Приходится,

таким образом, предполагать, что требуется некоторое время для приведения расслабленной мышцы в определенное тоническое состояние, необходимое для ее нормальной деятельности, также для настраивания покоящегося органа на активный лад, другими словами—для приведения организма в полную боеспособность. Это время, по всей вероятности, тем длительнее, чем глубже и длительнее был сон, чем полнее и длительнее было расслабление. Таким же образом можно объяснить вялость, чувство усталости, отсутствие охоты к работе, которое часто отмечается после слишком длительного и глубокого сна. Впрочем, и тут имеются индивидуальные различия.

Все вышесказанное относится исключительно к нормальному сну человека; но, наряду с нормальным сном, существует целый ряд состояний у животных и у человека, которые представляют в том или другом отношении некоторую аналогию с состоянием сна, как, напр., так наз. катаlepsия животных, искусственно вызванная необычным положением, или летаргическое состояние беспозвоночных, спячка млекопитающих, разные коматозные состояния у человека, гипнотическое состояние, истерическая летаргия, нарколептическая форма эпилептических припадков и разные виды наркоза.

Оставляя в стороне наиболее древние взгляды (как теории Алькмеона, Гераклита, Аристотеля), как и теории менее древние (Виллис, Морганьи, Блюменбах, Пуркинье и др.), представляющие лишь исторический интерес, мы можем все существующие на сегодняшний день теории по их характеру отнести к 3-м группам: 1) обще-биологические, 2) нейродинамические или локализационные, 3) химические и токсические.

Наиболее ярким представителем так наз. биологической или психо-физиологической теории является Клапаред, известный женеvский психолог, опубликовавший в 1905 г. свою знаменитую биологическую теорию сна, в которой он рассматривает сон как активный процесс и приписывает ему определенную функцию, функцию защиты. Сон в его толковании является не следствием

определенных изменений, наступающих в результате активности организма, а имеет своей целью предохранить организм от этих последствий. „Мы спим не потому, что мы утомлены, но спим для того, чтобы не утомляться, точно так же, как мы и едим не потому, что голодны, а едим для того, чтобы избежать последствий голодания“. Сон имеет своей целью не только предохранение от физического и умственного утомления, но и избавление от нежелательных переживаний, от всяких жизненных неприятностей. Сон в определенных случаях приравнивается к бегству в небытие, и рассматривается как психологическое самоубийство, как „стремление к возврату к внутриутробной жизни“, по толкованию Фрейда (Freud) и его школы. Если освободить эту теорию Клапареда от лишней телеологической шелухи, она представляет большую ценность, и к ней постепенно примкнули и те, которые вначале против нее возражали. Ценность ее заключается в том, что она поставила сон в категорию функций, т. е. придала ему характер активный и установила связь между этой функцией и другими функциями организма и, следовательно, и с условиями, вызывающими и регулирующими эти функции. Особая заслуга биологической теории заключается в историческом освещении этого явления. Делается попытка изучить сон как явление, связанное с определенной необходимостью, возникшее в определенное время, в определенных условиях и развивавшееся целесообразно в определенном направлении. Эта историческая точка зрения ценна потому, что открывает широкие перспективы для возможности перестройки, для изменения направления этого явления в связи с изменениями условий, в которых живет и развивается человек, в частности у нас, в условиях строящегося социализма.

Теории второй группы представляют собой попытки установить определенный центр или центры в головном мозгу для функций сна, подобно центрам, существующим для других более или менее сложных функций.

В этих теориях, наряду с тенденциями „анатомическими“, рассматривающими

„центр“ сна как анатомическую единицу, как строго ограниченное накопление серого вещества, расположенного в определенном участке головного мозга, мы встречаем тенденции физиологические или функциональные, рассматривающие „центр“ сна как величину функциональную, объединяющую и координирующую отдельные процессы, совокупность которых и составляет сложную функцию сна. Наиболее ярким представителем анатомической тенденции является Ф. Экономо — знаменитый венский невролог, показавший (на основании своих исследований, относящихся к летаргическому энцефалиту) тесную связь между поражениями определенной области головного мозга, с одной стороны, и появлением сонливости (от самой легкой ее формы до глубокого сопора) и разными извращениями характера и ритма сна, с другой стороны. Во всех изученных им случаях (и число их громадное) это поражение касалось серого вещества на уровне Сильвиева водопровода, в соответствии с локализацией Маутнера, установившего, вместе с рядом других авторов (Вернике, Гайе, Форель, Фохий и др.), связь между поражением центров движения глаз и нарушением сна и бодрствования. Наблюдения, как и выводы Ф. Экономо, были полностью подтверждены впоследствии результатами Демоя, и в особенности Гесса, показавшими, что раздражение химическое, как и электрическое в вышеуказанной области, вызывает сон, представляющий полную картину нормального сна. Демол, пользуясь методом впрыскивания незначительных доз Са и К в инфундибулярную область, устанавливает, что небольшие дозы Са вызывают сон более или менее глубокий, более или менее длительный, в зависимости от количества введенного вещества (начиная с фракции миллиграмма). В этих же условиях впрыскивание К вызывает возбуждение и может разбудить заснувшее под влиянием Са животное. Этими опытами, подтверждающими локализацию Маутнера, Экономо, выявляется усыпляющее действие Са и антагонистическое возбуждающее действие К.

Гесс, пользуясь выработанным им методом строго локализованного электрического раздражения, выявил большое число точек в мозгу, расположенных в описанной выше параинфундибулярной области, раздражение которых вызывает нормальный сон. Эти результаты подтверждают в общем наблюдения и выводы Экономо.

И в работах Экономо, как и в работах Гесса, в работах Демола, как и в работах других авторов, начиная с Броун-Секара, выдвинувшего теорию нейродинамическую, сон приписывается процессу торможения, вызванному возбуждением определенной части среднего или межточного мозга. Доминирующее значение придается подкорковой части мозга, а о коре мозга в них говорится постольку, поскольку речь идет о потере сознания, о прекращении контакта с окружающей действительностью. Изменение функционального состояния коры мозга не отрицается, но толкуется лишь как следствие торможения или блокады в том или другом подкорковом участке мозга. Наличие коры не является необходимым условием для смены сна и бодрствования, так как такая смена сохраняется и после удаления коры мозга и существует у анэнцефалов. Совершенно другую позицию занимает И. П. Павлов и его школа, который на основе своих многочисленных наблюдений на собаках при изучении условных рефлексов рассматривает сон как внутреннее торможение, зарождающееся в какой-нибудь точке коры и распространяющееся оттуда на другие участки коры и на подкорку. И. П. Павлов высказывается за полную идентичность между сном и явлениями торможения и рассматривает сон как внутреннее торможение, отличающееся от обычного условного торможения лишь количественно, т. е. своим распространением с какой-нибудь точки коры не только на все остальные участки коры, но и на подкорковые части мозга и даже на спинной мозг. Таким образом, по мнению И. П. Павлова, кора является тем местом, где зарождаются и откуда идут тормозящие импульсы в подкорковые отделы. Антагонизм между приверженцами подкорковой локализации и защитниками корти-

кальной теории на самом деле только кажущийся, и причина его заключается в том, что авторы говорят о разных вещах так же, как и не учитывают в достаточной мере индивидуальные и видовые различия, в частности различия между человеком и другими теплокровными. Это прямое перенесение с животного на человека особенно опасно, когда вопрос касается такого сложного и в высшей степени дифференцированного явления, как смена сна и бодрствования, где элементы психологические играют не последнюю роль. Не подлежит сомнению, что роль отдельных частей центральной нервной системы для смены сна и бодрствования, как и для других функций организма, значительно меняется в процессе филогенетического, как и онтогенетического развития животного.

Учитывая громадное развитие полушарий у человека и значение коры не только для „анимальной“, но и для растительной жизни человека, не может быть сомнения в роли кортикальной части мозга для такого сложного функционального комплекса, как смена сна и бодрствования. Но важность коры не исключает не менее важную роль подкорковых частей. Важность вопроса заключается именно в выяснении тех взаимозависимостей, которые существуют между этими частями мозга и от которых зависит как сон, так и бодрствование.

Опыты последних лет с достаточной ясностью показали, что сон может быть вызван раздражением или торможением целого ряда точек, расположенных на основании мозга в области вегетативных центров. С другой стороны, мы знаем, что сон может быть вызван и непосредственным действием на корковые центры. В соответствии с этим, ряд авторов [среди которых Экономо и Пик (v. Esposito и Pick)] различают два вида сна: соматический сон, наступающий под действием подкорковых частей мозга, и психический сон, вызываемый непосредственным действием коры мозга. В связи с этим, и наркотики или гипнотики делятся на кортикальные, как, напр., бромистые соли и морфий, и на субкортикальные, как, напр., веще-

ства ряда мочевины (уретан, сомнифен, веронал и др.).

Из всего сказанного легко сделать вывод, что так же неправильно говорить об исключительной роли коры мозга для явлений сна и бодрствования, как об исключительной роли подкорковых частей. В нормальном сне участвуют и кора и подкорковая часть, но степень их участия, так же, как и хронологический порядок их вовлечения, различны в различных условиях. На высоте сна, т. е. во время глубокого нормального сна, трудно, вернее невозможно разграничить роль и значение отдельных частей мозга (коры и подкорковой части); но тщательное изучение процесса засыпания, как и процесса пробуждения, может дать ценные указания в этом направлении, точно так же, как подробное изучение продромальной фазы (aura) некоторых форм эпилепсии дает возможность точно установить локализацию патологического процесса в мозгу. В этом направлении представляют большой интерес работы швейцарского физиолога Гесса (Hess), особенно тщательно изучившего (на кошках) явления в период засыпания и поведение животного в период подготовительный, предшествующий засыпанию. Эти наблюдения привели его к заключению, что в явлениях сна и бодрствования решающую роль играет вегетативная нервная система.

Значение вегетативной системы в смене сна и бодрствования было выдвинуто Кюперсом (Küppers), который разделяет все функции нервной системы на три категории: 1) анимальная или цереброспинальная система, регулирующая отношение организма к внешней среде, 2) муральная или энтеральная система, регулирующая внутренние процессы и 3) система, устанавливающая связь между анимальной и вегетативной системами. Во время сна эта связь прерывается, и вегетативная система, освобожденная от власти мозга, способствует синтетическим восстановительным процессам, происходящим внутри организма.

Подобно Кюперсу, Гесс различает три вида функций в соответствии с тремя нервными системами. Функции взаимо-

отношений организма с внешним миром требуют весьма точной ориентировки. Эта ориентировка достигается и осуществляется с помощью органов чувств, раздражение которых вызывает соответствующие реакции, главным образом, со стороны скелетной мускулатуры. Для нормального функционирования этой анимальной системы необходимо наличие соответствующих условий, которые создаются и регулируются теми органами, от которых зависит состав непосредственной среды клеток, составляющих анимальную систему, а именно органами циркуляции, дыхания, пищеварения, выделения и терморегуляции, находящимися в ведении вегетативной нервной системы. Таким образом, процессы анимальной системы, регулирующие отношения с окружающей средой, зависят от процессов вегетативной системы, обуславливающих их способность к действию.

Функции вегетативной системы подразделяются на две категории: 1) функции, активирующие или стимулирующие реакции организма на раздражение внешнего мира, регулируемые симпатической системой и 2) функции, активирующие восстановительные процессы внутренней среды, регулируемые парасимпатической системой.

Исходя из наблюдений (в особенности по отношению к глазу), что явления, характеризующие переход от состояния бодрствования к состоянию сна, находятся в тесной связи с активностью парасимпатической системы, Гесс приходит к заключению, что засыпание, как и состояние сна, является следствием превалирования парасимпатической системы над симпатической. Следствием такого превалирования является снижение готовности к действию анимальной нервной системы, что ведет к ослаблению ее реактивности. Одновременно снижены также возможности возбуждения, в особенности зрительного характера, благодаря сужению зрачка, смыканию век и т. д., т. е. механизму, уменьшающему световые возбуждения, идущие из внешнего мира. По мнению Гесса, такие же приспособления существуют, по всей вероятности, и в области других органов чувств, как ухо, нос и т. д.

Обратная картина, т. е. превалирование симпатической системы, получается, конечно, при пробуждении: раскрываются веки, расширяются зрачки и т. д. и усиливается способность к действию клеточных элементов анимальной нервной системы.

Таким образом, смена сна и бодрствования сводится к смене активности симпатической и парасимпатической системы. При этом выявляется значительная роль состояния зрительного аппарата.

На значение вегетативной системы в смене сна и бодрствования указывают дальше работы школы Клоетта (Cloetta), показавшие, что при наркозе отмечается изменение концентрации электролитов — К, Са (частично Na) в крови. Многочисленными опытами, проведенными, главным образом, на собаках, установлено было, что под влиянием наркоза (хлорал-гидрат, эфир, сомнифен и алкоголь) концентрация Са в крови значительно уменьшается и одновременно увеличивается содержание К. По мнению этих авторов, противоположные этим сдвигам изменения электролитного состава должны происходить в мозговой ткани. При гипнозе отмечено было в крови человека уменьшение Са на 15—20% и при возбуждении у гипнотизируемого отмечена обратная картина. Однако, в литературе имеются и другие данные, по которым во время сна у человека содержание Са в крови значительно увеличено.

Опыты Демола (Demole), установившие, что введение небольших количеств Са в инфундибулярную область вызывает сон, между тем как введение незначительных количеств К вызывает, напротив, сильнейшее возбуждение, как будто подтвердили гипотезу Клоетта и решили остававшийся до этого невыясненным вопрос — является ли уменьшение кальция в крови причиной сна, или оно является следствием сдвига электролитов в мозговой ткани. Интересно отметить, что сдвиги в электролитном составе крови, сопровождающие сдвиги в электролитном составе мозговой ткани, отмечаются только под влиянием тех наркотических веществ, которые действуют на подкорковые части

мозга и отсутствуют полностью при тех формах наркоза, которые вызваны веществами, действующими на кортикальные части мозга, как, напр., бром и морфий.

Клоетта отмечает, что сдвиги электролитов в крови зависят не от количества употребляемого наркотика, не от длительности сна, а исключительно от самого наступления сна. При пробуждении от сна эти сдвиги выравниваются, и электролитный состав крови быстро возвращается к норме. С другой стороны, под влиянием возбуждающих веществ, напр. тетрагидробетанафтиламина и кофеина, получается обратная картина — увеличение Са и снижение К. Одновременно также отмечается увеличение Na в крови. Эти изменения, отмеченные в крови, происходят, по мнению Клоетта, вследствие соответствующего изменения мозговой ткани. Всеми этими опытами доказывается возможность вызвать сон и при отсутствии коры головного мозга, с помощью электрического раздражения целого ряда точек инфундибулярной области, так же, как изменением их электролитного состава, напр. путем введения солей кальция.

Однако, какую бы локализацию мы не принимали — кортикальную или субкортикальную, для смены сна и бодрствования требуется изменение функционального состояния нервных элементов, и такое изменение немислимо без соответствующих изменений их химизма.

Химические теории исходят из основной установки, что во время бодрствования образуются продукты распада, накопление которых приводит к торможению нервной, т. е. мозговой деятельности, вследствие ли прямого действия их на центры, или же вследствие сосудо-суживающих рефлексов, вызывающих анемию нервных элементов.

Вещества, которым приписывают это действие, самые разнообразные: углекислота, молочная кислота, холестерин, лейкомаины мышечного происхождения и другие неопределенные токсические вещества (аналогичные веществам мочи) — нейротоксины и т. д. Некоторые авторы предполагают одновременное действие различных продуктов, так называемых поногенных веществ. Токсиче-

ское действие идентифицируется иногда с другими явлениями, как, напр., изнашиванием мозговых клеток, о котором говорят сторонники теории истощения.

Сюда же относятся: теория интоксикации вследствие гипертонии спинномозговой жидкости, теории интоксикации клетки вследствие быстрого растворения липоидов клетки из-за накопления липолитических веществ, поногенных продуктов Бинца (Binz), отравляющих клетки вследствие прекращения в них окисления.

Основываясь на наличии молочной кислоты в утомленных мышцах, Прейер (Preyer) предполагает, что активность нервных центров сопровождается накоплением в них этих же веществ и приписывает легко окисляемой молочной кислоте первое место среди других поногенных веществ. Введение или впрыскивание большого количества солей молочной кислоты или сахара, который дает молочную кислоту, вызывает, по наблюдению Прайера, исключительную сонливость или состояние, похожее на сон, при условии полного покоя и отсутствия возбуждения. Такое же мнение высказывает Оберштейнер (Obersteiner).

Наркотическое действие холестерина выдвигается Бриссмором и Жоаненом (Brissemoret и Joannin), которые основываются на опытах, проведенных на морских свинках. Ввиду распространения холестерина в организме, авторы предполагают, что это вещество должно играть большую роль и в физиологии сна. Значение углекислоты выдвигается Дюбуа (Dubois). По мнению этого автора, сон есть следствие автономаркоза углекислотой. Углекислота накапливается постепенно и, достигнув определенного предела, вызывает сон. Дальнейшее накопление углекислоты вызывает, напротив, пробуждение. Дюбуа не высказывается, имеются ли два отличных центра, центр сна и центр бодрствования, или же один лишь центр и какой — сна или бодрствования.

Против теории Дюбуа был сделан ряд возражений, между прочим Пьероном (Piéron), основывающихся на том, что количество углекислоты в крови может увеличиться до значительных величин

(48.2 и даже 65% в артериальной крови), не вызывая сна, и, по данным Грейана (Gréhan), наркоз наступает только при концентрации углекислоты, по крайней мере 80%, что фактически никогда не осуществляется даже при зимней спячке.

Роль лейкомаинов, как возбудителей сна, была выдвинута Эррера (Erreger). Эррера предполагает, что животный организм не может продолжать свои нормальные функции, если не освобождается от продуктов распада — шлаков и не запасается резервным горючим материалом. Удаление поногенных веществ, с одной стороны, и восстановление органического резерва, с другой стороны, является необходимым условием нормального функционирования организма. Однако это объясняет лишь необходимость покоя, но еще не объясняет самый механизм сна, т. е. не всякое поногенное вещество вызывает сон. По мнению Эррера, для этого необходимо определенное действие поногенного вещества на нервные клетки высшего центра, вызывающие временную остановку его деятельности. Этим требованиям отвечают лейкомаины по всем своим качествам. Не может быть, конечно, и речи о лишении мозга кислорода, вследствие окисления продуктов распада, как предполагают некоторые авторы. Для этого количества этих веществ слишком мало. Дело идет о непосредственном действии этих веществ на нервную систему (селективное химическое действие).

Пробуждение или прекращение утомления зависит от удаления этих лейкомаинов путем их разрушения или же путем выведения из циркуляции. В течение дня производство лейкомаинов сильнее, чем их разрушение. Ночью их производство сводится к минимуму, а избыток очень быстро уничтожается.

Сон сам по себе представляет собой функцию восстановительную. Как только лейкомаины парализовали корковые центры, и организм постепенно освобождается от балласта — и мозг, как и каждая ткань, может восстановиться, благодаря своим собственным внутренним процессам.

Эррера ставит вопрос о наличии антидотов против образующихся в орга-

низме снотворных поногенных веществ („понолиты“) и о возможности путем окисления поногенных веществ, или же путем специфических антидотов, как кофе и какао, искусственно отменить потребность сна.

Экспериментируя на кроликах, Бушар (Bouchard) устанавливает наличие в моче снотворных веществ. Моча, взятая утром, имеет явно наркотические свойства, между тем как моча, взятая вечером, вызывает конвульсии. Он отсюда заключает, что во время бодрствования организм производит вещества, накапливание которых вызывает сон, а во время сна организм производит вещества, накопление которых ведет к пробуждению. Эти наркотические вещества, или уротоксины, растворяются в спирте, или адсорбируются животным углем. В противоположность Бушару (Bouchard), по которому наркотические вещества образуются всем организмом, Ляхусен (Lahussen) предполагает, что нервная система во время своей деятельности образует особый токсин, обладающий гипнотическими свойствами, действующий на нервную систему — так называемый нейротоксин. Во время сна нейротоксины удаляются постепенно, и пробуждение от сна происходит, когда удаление этого нейротоксина почти закончено.

По мнению Рашель (Rachel), потребность сна вызывается аутоинтоксикацией организма, вследствие недостаточности быстрого удаления этих токсических веществ. Во время сна производство этих веществ значительно уменьшается, и удаление их усиливается.

Особый интерес представляют работы Лежандр и Пьерон (Legendre, Piéron), которые, на основании большого числа опытов, проведенных на собаках, приходят к заключению, что во время бодрствования образуются и накапливаются определенные токсические вещества, которые вызывают потребность сна или сон. Этим веществам они дают название гипнотоксины.

Результаты, полученные этими авторами, вызвали к себе большое внимание, но не были подтверждены другими авторами. Интерес этих опытов заключается, главным образом, в том, что

они представляют первую попытку точно установить химическую основу потребности сна и самого состояния сна.

Ничуть не предрешая вопроса о возможности наличия в сыворотке собак, подвергнутых продолжительной бессоннице, токсических веществ, которые, проникая через гемато-энцефалический барьер и действуя на нервные центры, могут производить в них те или другие изменения, нам кажется, однако, мало вероятным, что этим веществам принадлежит решающая роль, определяющая как потребность сна, так и его наступление. Помимо всего другого, нужно принять во внимание и то, что сон у собаки наступает очень легко, и собака засыпает, как только исчезают те стимулы, которые заставляют ее бодрствовать. Можно допускать, что длительное бодрствование и связанное с этим утомление вызывает накопление разных продуктов обмена, которые, проникнув через более или менее измененный гемато-энцефалический барьер в спинно-мозговую жидкость, приходят в контакт с нервными элементами и производят на них токсическое действие, следствием которого является состояние, аналогичное сну. Наличие токсического вещества в спинно-мозговой жидкости и в самом веществе мозга может являться следствием уменьшения нормальной сопротивляемости гемато-энцефалического барьера, чем облегчается переход в спинно-мозговую жидкость тех веществ, которые нормально туда не переходят или переходят очень медленно. Вряд ли можно предполагать, что в нормальных условиях сон вызывается действием определенного специфического токсического вещества на нервные центры. Более вероятным кажется нам, что в связи с ритмическим изменением деятельности гемато-энцефалического барьера меняется состав спинно-мозговой жидкости и этим создаются условия для тех изменений возбудимости и реактивности нервных центров, которыми отличается состояние сна от состояния бодрствования.

Значение состава спинно-мозговой жидкости для нормальной деятельности нервных центров нами установлено было

многочисленными наблюдениями, показавшими, что изменение состава спинно-мозговой жидкости сопровождается изменением нормальной реактивности и возбудимости центральной нервной системы. Эти наблюдения дают право предполагать, что и наступление сна может быть обусловлено определенными изменениями деятельности гемато-энцефалического барьера, ведущими к соответствующим изменениям химических и физико-химических свойств спинно-мозговой жидкости. Угнетающее действие солей Са и возбуждающее действие солей К при введении их в мозговые желудочки, равно как и возбуждающее действие гормонов щитовидной железы и усыпляющее действие гормонов гипофиза, при введении их в мозговые желудочки, приводит нас к заключению, что в симптомокомплексе сна и бодрствования не последняя роль принадлежит соотношению этих гормонов в спинно-мозговой жидкости и, следовательно, регулируемому эти соотношения гемато-энцефалическому барьеру. Исходя из этих предпосылок, мы приступили к изучению состояния гемато-энцефалического барьера с точки зрения его защитных функций и также с точки зрения его регуляторной деятельности в разных условиях и в разные периоды сна и бодрствования.

Работа была проведена при участии Я. А. Росина и Г. Я. Хволеса, значительную помощь при этом оказали наши аспиранты, взявшие на себя задачу следить за непрерывностью бессонницы.

Опыты были проведены на собаках, хотя, как мы уже раньше указывали, собаки не являются показательным объектом для данной задачи. Целью этих опытов было в первую очередь установить, имеются ли изменения деятельности гемато-энцефалического барьера в связи с состоянием сна и бодрствования, другими словами — вызывается ли смена сна и бодрствования соответствующими изменениями функционального состояния этого аппарата, которому мы приписываем регуляцию химического состава и физико-химических свойств спинно-мозговой жидкости, этой непосредственной питательной среды нервных элементов. По нашему мнению, от

деятельности этого аппарата зависит более или менее быстрый переход из крови в спинно-мозговую жидкость тех веществ, которые поддерживают определенный тонус нервных элементов.

Необходимо установить в точности, существует ли разница между составом спинно-мозговой жидкости во время бодрствования, при засыпании, во время сна и в момент пробуждения. Конечно, желательнее изучить этот вопрос не только на животном материале, но и на человеке.

В большинстве случаев бессонница продолжалась от 8 до 10 дней. Максимальная длительность была — 14 дней. При этом избегали утомлять животных. Собаки обычно спокойно лежали, и засыпать им мешали только путем разных раздражений. Очень редко их водили гулять. Функциональное состояние гемато-энцефалического барьера изучалось до начала бессонницы, в разные промежутки во время бессонницы и, наконец, по окончании опыта, после того, как животные возвращались в свое нормальное состояние, т. е. после сна. Эти опыты продолжались в течение  $1\frac{1}{2}$  лет. На некоторых собаках они были повторены 4—5 раз в разное время года (осенью, зимой и весной). Результат был один и тот же. Во всех без исключения случаях наблюдались определенные изменения функционального состояния гемато-энцефалического барьера и, в связи с этим, и изменения химического состава спинно-мозговой жидкости, а именно — сильное уменьшение содержания К и во многих случаях одновременно увеличение содержания Са. Соотношение К и Са, которое в норме близко к 2, очень быстро понижается и часто падает ниже 1. Одновременно нарастает концентрация сахара. Наряду с этим отмечается и нарушение нормальной сопротивляемости гемато-энцефалического барьера по отношению к ряду введенных в общую циркуляцию веществ, а также и по отношению к веществам, которые нормально циркулируют в крови, но в спинно-мозговую жидкость не переходят (как, напр., иммунные тела и т. д.). Необходимо отметить, что эти изменения очень быстро проходят, как только жи-

вотнсе получает возможность спать. Возвращение к норме полное. Итак, даже длительная бессонница (до 14 дней в наших опытах) никакого следа не оставляет.

Аналогичные опыты были нами проверены также на людях. Четверо сотрудников Физиологического института в возрасте от 29 до 40 лет подвергались бессоннице в течение 3—4 суток. У каждого из них исследовалось функциональное состояние гемато-энцефалического барьера — до начала опыта, во время бессонницы и после окончания опыта. Анализ крови и спинно-мозговой жидкости, произведенный до бессонницы, во время бессонницы и после окончания опыта, подтвердил в общих чертах результаты, полученные на собаках. И тут на первом месте стоит изменение концентрации калия в спинно-мозговой жидкости и, главным образом, значительное понижение коэффициента  $K/Ca$ . Как в опытах на собаках, так и в опытах на человеке, изменение функционального состояния гемато-энцефалического барьера, вызванное длительной бессонницей, довольно быстро проходит и возвращается полностью к норме. Опыты, сделанные на человеке, слишком малочисленны, всего 4 опыта, и длительность их недостаточна, чтобы делать на основании полученных данных более широкие выводы.

Нужно, однако, отметить, что влияние бессонницы на функциональное состояние гемато-энцефалического барьера проявляется не совсем одинаково у человека и у собаки. С одной стороны, и у того и у другого наблюдается уменьшение коэффициента проницаемости для калия, одновременно с уменьшением его концентрации в спинно-мозговой жидкости. И у того и у другого мы отмечаем увеличение коэффициента проницаемости для сахара вместе с увеличением его концентрации в спинно-мозговой жидкости. Но, с другой стороны, имеем расхождение для кальция — увеличение коэффициента проницаемости кальция и увеличение его концентрации в спинно-мозговой жидкости у собаки и уменьшение коэффициента проницаемости и уменьшение его концентрации в спинно-мозговой жидкости у человека.

Впрочем, трудно было ожидать полного совпадения результатов у собаки и у человека. Мы имеем, прежде всего, другой характер сна у собаки, чем у человека. Собака проводит гораздо большую часть времени в состоянии сна, чем в состоянии бодрствования. С другой стороны, сон собаки никогда не бывает таким глубоким, таким полным, каким он бывает у человека, и вряд ли вообще удастся осуществить полную бессонницу у собаки. То обстоятельство, что краткие перерывы бессонницы (приблизительно на полчаса) не меняют общую картину бессонницы, наводит на мысль, что такие перерывы, более или менее частые и более или менее длительные, бывают во время так называемой непрерывной бессонницы, несмотря на все старания экспериментаторов. Эти перерывы недостаточны для того, чтобы полностью восстановить нормальную деятельность гемато-энцефалического барьера, но бесспорно, до некоторой степени они ослабляют, вернее, замедляют его нарушение. Это нужно иметь в виду при толковании полученных результатов, в особенности при толковании выносливости собак по отношению к бессоннице.

В общем, полученные нами данные у собаки и у человека показали, что длительная бессонница (у человека от 3 до 4 суток, у собаки от 7 до 14 суток) изменяет функциональное состояние гемато-энцефалического барьера с точки зрения регулирования нормального химического состава спинно-мозговой жидкости, как и с точки зрения его защитных функций по отношению к веществам, нормально в спинно-мозговой жидкости не содержащимся. Однако, это изменение вполне обратимое.

Заслуживает интереса то обстоятельство, что аналогичные изменения гемато-энцефалического барьера отмечаются также под влиянием наркоза. Во время наркоза коэффициент проницаемости понижен для калия и слегка повышен для кальция и для сахара. Соотношение  $K/Ca$  изменяется в том же направлении, как и при длительной бессоннице. Это приводит нас к заключению, что причиной изменения функционального состояния центральной

нервной системы, т. е. изменения возбудимости и реактивности нервных центров, является, в первую очередь, изменение химического состава спинно-мозговой жидкости, уменьшение концентрации калия и увеличение концентрации кальция.

Из всего этого мы можем сделать вывод, что отмеченные нами изменения электролитного состава спинно-мозговой жидкости являются причиной тех сдвигов в функциональном состоянии мозга, которые вызывают переход из состояния бодрствования в состояние сна, другими словами — вызывают потребность сна.

Другой весьма важный вывод из этих опытов, имеющих практическое значение — это быстрое возвращение к норме после довольно длительной бессонницы, на что уже указывали работы Лжандра и Пьерона, как и наблюдения, сделанные рядом авторов над человеком. Как мы уже раньше говорили, на ряде собак опыт длительной бессонницы повторялся 4—5 раз без явных нарушений их общего состояния.

Однако, необходимо учесть то обстоятельство, что указанные изменения состава спинно-мозговой жидкости являются только при довольно длительной бессоннице; приходится поэтому задать себе вопрос, в какой степени подобные изменения могут являться причиной нормального ритма сна.

Известно, что ритм разный у разных видов животных. У некоторых видов животных, как, напр., у собак, у кошек, а также у человека, в первые месяцы жизни ритм полифазный, т. е. животные спят по несколько раз с суток (5—6 раз), и трудно себе представить, что за такое короткое время бодрствования происходит столь значительное изменение химического состава спинно-мозговой жидкости, которое мы констатируем при длительной бессоннице. Но при всем этом нужно помнить, что в нормальных условиях уже незначительный, едва уловимый сдвиг концентрации отдельных составных частей питательной среды как незначительные сдвиги физико-химических свойств этой среды (изменение рН, изменение осмотического давления), достаточны для того, чтобы вызвать значительное изменение

функционального состояния соответствующих клеточных элементов, что и выражается в повышении или понижении их возбудимости и реактивности, отличающихся в значительной мере состояние сна от бодрствования.

Если на основе проведенных нами опытов позволительно предполагать, что одной из главных причин, вернее, непосредственной причиной потребности сна, как и самого сна, является изменение химического состава спинно-мозговой жидкости, вследствие изменения функционального состояния гемато-энцефалического барьера, то все же остается открытым вопрос о причинах изменения самого гемато-энцефалического барьера.

Прежние наши исследования показали, что на функциональное состояние барьера влияет ряд патологических и физиологических факторов (изменение рН, изменение осмотического давления, изменение температуры, разные токсины, яды и т. д.), действующих как по одну, так и по другую сторону этого фактора. Другими словами, на функцию барьера влияет не только состав крови но и состав самой спинно-мозговой жидкости, которая в значительной степени зависит от функционального состояния омываемых ею нервных элементов. Мало вероятно, чтобы изменение функционального состояния гемато-энцефалического барьера, отмеченное как при длительной бессоннице, так и при наркозе, вызывалось лишь одним определенным фактором. По всей вероятности тут — совокупность факторов, действующих одновременно и отчасти последовательно, причем необходимо иметь в виду своеобразие отношений этих действующих факторов, постоянно превращающихся из причин в следствие и наоборот. Это обстоятельство должно быть учтено при толковании разных явлений, характеризующих как сонливость и потребность сна, так и явления, характеризующие само состояние сна.

Ритм сна этими опытами не объяснен. Необходимой предпосылкой ритмичности этих явлений является, конечно, ритмичность тех факторов, которые вызывают соответствующие изменения

функционального состояния нервных центров. В свою очередь, ритmicность этих факторов обуславливается ритmicной деятельностью определенных физиологических систем организма, среди которых не последнее место занимают вегетативная и эндокринная системы. На значение вегетативной системы указывает Гесс, приписывающий ритм сна и бодрствования ритmicескому превалированию симпатической или парасимпатической системы (превалирование симпатической системы в период бодрствования и превалирование парасимпатической системы в период сна). На значение эндокринной системы указывает в особенности Салмон (Salmon), приписывающий решающую роль в ритме сна и бодрствования гипофизу. Другими авторами большое значение приписывается в этом отношении щитовидной железе. При разборе этого вопроса необходимо иметь в виду, в первую очередь, ритmicность функционирования. Понятно, что лишь те системы, которые представляют определенную ритmicность, могут определить собой другие ритmicные явления. Поэтому необходимо решить вопрос о ритmicности в вышеуказанных органах.

Приведенные нами исследования, указывающие на бесспорное значение гемато-энцефалического барьера, должны быть расширены и углублены. Необходимо установить динамику перехода в спинно-мозговую жидкость различных веществ, в первую очередь гормонов (гормоны щитовидной железы, гипофиза, половых желез, поджелудочной железы, надпочечной железы и т. д.), наличное соотношение которых в питательной среде нервных центров бесспорно определяет функциональное состояние и деятельность центральной нервной системы.

Интерес подобных опытов совершенно ясен, вопрос о режиме сна весьма актуален, но, к сожалению, до сих пор этим вопросам было уделено слишком мало внимания. Приведенные здесь опыты являются лишь началом. Необходимо продолжить, расширить и углубить эти опыты, установить более точно

все сдвиги, сопровождающие или характеризующие потребность сна для того, чтобы успешно воздействовать на них.

Как видно из этого слишком краткого, далеко не исчерпывающего обзора существующих теорий сна или, вернее, смены сна и бодрствования, — пока нет ни одной вполне удовлетворительной теории, т. е. такой теории, которая бы учитывала все стороны этой весьма широкой и сложной проблемы. Каждая из этих теорий имеет, наряду с явными недостатками, и положительное и ценное. В сущности антагонизма настоящего между ними нет, и противоречия в большинстве случаев лишь кажущиеся. По существу каждая из этих теорий, взятая в отдельности, освещает, рассматривает тот или другой участок, ту или другую сторону проблемы, и, таким образом, все вместе взятые дополняют друг друга и являются более или менее важными, более или менее крупными частями одного большого целого. С точки зрения возможности практического применения наиболее ценными являются химические или токсические теории, допускающие всестороннюю экспериментальную проверку и открывающие перспективы для активного вмешательства с целью регулирования как ритма сна, так и самой потребности сна и приспособления их к условиям труда и быта, другими словами — для установления оптимального режима сна. Работа в этом направлении ведется, но это лишь начало, и желательно, чтобы в эту работу включились более широкие круги. Наряду с экспериментальной, чисто лабораторной работой, требуется и участие клиники и в особенности работа на производствах для проверки практической ценности полученных результатов. Значение таких результатов в первую очередь для рационализации труда и отдыха настолько очевидно, что говорить об этом кажется излишним. Правильное решение этой проблемы должно внести соответствующие изменения в быт трудящихся и, увеличивая эффективность труда, одновременно улучшить использование времени, которое обычно отводилось сну.

# ЛИНЕЙНАЯ СТРУКТУРА ХРОМОЗОМ

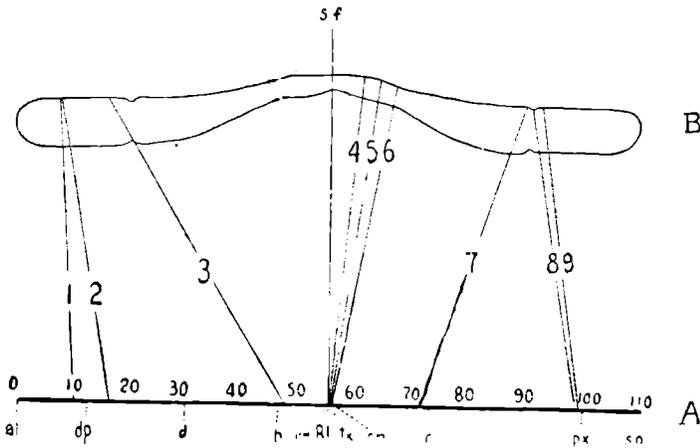
Ю. Я. КЕРКИС

Одним из основных положений современной генетики является Моргановский принцип линейного расположения генов в хромосомах. Этот принцип, имеющий в настоящее время силу закона, был сформулирован Морганом в 1911 г. на основании чисто генетических исследований, заключающихся в подсчете частоты обменов участками между гомологичными хромосомами и вне какой-либо связи с цитологическим изучением конкретных хромозом. Материалистическое обоснование и доказательство линейного расположения генов стало возможным только после появления классических исследований Мёллера, давших методы получения различных хромозомальных нарушений действием рентгеновских лучей, благодаря чему стало возможным сопоставление определяемых генетическими методами, изменений в группах сцепления, с видимыми под микроскопом изменениями строения хромозом. Впервые Мёллер (1929) и Добржанский (Dobzhansky, 1929) показали на дрозофиле, что некоторые случаи транслокаций, представляющих собой разлом одной хромозомы с последующим прикреплением отломившегося куска к другой, негомологичной ей, могут быть обнаружены непосредственным цитологическим анализом, если только отломившийся кусок хромозомы достаточно велик. Изучение таких цитологически видимых транслокаций позволило идентифицировать участки генетической карты хромозом, составляемой на основании изучения частоты обмена между отдельными расположенными в ней генами, с отрезками хромозомы, видимой под микроскопом. Таким путем было доказано, что определенные участки хромозомы соответствуют определенным частям генетической карты последней.

Этим же методом воспользовался в 1931 г. Курт Штерн (С. Stern, 1931)

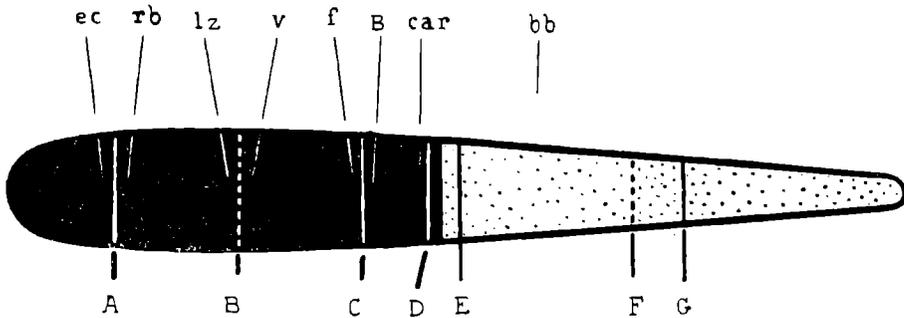
для цитологического доказательства понятия перекреста хромозом, на котором зиждется все стройное здание теории Моргана и которое до самого недавнего времени не имело никаких непосредственных доказательств, убедительность которых не могла бы быть оспариваемой. Используя линию, в которой одна из пар гомологичных хромозом была гетероморфной благодаря прикрепившемуся к одному гомологу длинному участку другой хромозомы, Штерн с исчерпывающей очевидностью показал, что устанавливаемый методом скрещивания обмен участками хромозом (перекрест) сопровождается видимым под микроскопом обменом частями гомологичных хромозом, отличных друг от друга, благодаря первоначально созданной гетероморфности их. Сходными же методами, пользуясь транслокациями различной генетической длины и сопоставляя их с конкретной длиной отломившихся и видимых под микроскопом кусков хромозом, построены так называемые цитологические карты для трех из четырех пар хромозом дрозофилы. Такие карты, изображенные на фиг. 1 и 2, дают представление об истинных расстояниях между отдельными генами и о соответствии этих расстояний, расстояниям на генетической карте хромозом. Как видно из фиг. 1, расстояния между генами в реальной хромозоме иногда довольно значительно отличаются от расстояний на генетической карте.

Так как генетические расстояния между генами измеряются частотой происходящих между ними перекрестов, то причина этого несоответствия между генетическими и цитологическими картами заключается, повидимому, в неодинаковой способности к перекресту различных участков одной и той же хромозомы, т. е. в конечном счете в различии структуры хромозомы в различных ее частях.



Фиг. 1. Генетическая (А) и цитологическая (В) карты 2-й хромозомы *Drosophila melanogaster*.

Цифрами 1—9 обозначены точки разломов хромозомы, при помощи которых различные участки генетической карты идентифицированы с реальной хромозомой. (По Dobzhansky, 1930).



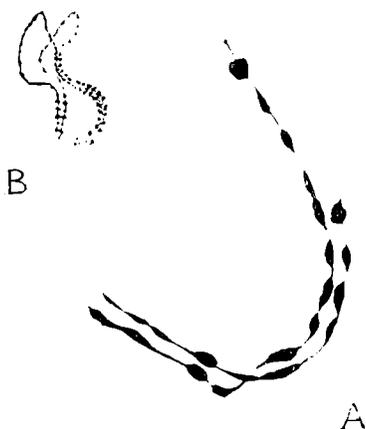
Фиг. 2. Цитологическая карта половой хромозомы *Drosophila melanogaster*.

Пунктиром обозначена инертная часть хромозомы, почти не содержащая генов. Буквами А—G обозначены разломы послужившие для составления карты. (По Н. J. Müller and T. S. Painter, 1932).

У кукурузы, являющейся наилучше генетически изученным растительным объектом (своего рода „растительной дрозофилой“), Мак Клинтон (McClintock, 1931) с довольно большой точностью идентифицировала локусы пяти различных генов с соответствующими участками в 4-х реальных хромосомах. Воздействуя X-лучами на очень молодые проростки гетерозиготные по тому или иному гену, Мак Клинтон предприняла цитологический анализ всех растений, обнаруживавших явление „ложного доминирования“, т. е. проявления рецессивного гена в гетерозиготном состоянии. Явление это имеет место при наличии в одной из гомологичных хромозом

„нехватки“ (deficiency) участка, содержащего доминантный аллеломорф данного рецессивного гена. Мак Клинтон показала, что генетической нехватке определенного участка соответствует цитологически видимое укорочение одной из гомологичных хромозом (фиг. 3 А). Таким образом, на кукурузе так же, как и на дрозофиле, определяемые генетическими методами хромозомальные нарушения были доказаны непосредственным цитологическим анализом и показаны области хромозом, в которых расположены отдельные гены.

Составление цитологических карт значительно приблизило генетику к правильному пониманию расположения от-



Фиг. 3.

А — конъюгация двух гомологичных хромозом у кукурузы, одна из которых содержит генетическую «нехватку». Видно отсутствие участка реальной хромозомы и соответствие хромомер в обоих гомологах. (По McClintock, 1931). В — соответствие хромомер у *Dendrocoelum lacteum* (По Gelei, 1921).

дельных генов в хромозоме; однако, из-за отсутствия в хромозомах достаточного числа каких-либо видимых под микроскопом структур, точность идентификации участков генетической и цитологической карт оказывается весьма ограниченной.

Все вышеизложенное, а также многочисленные факты дифференциального воздействия одних и тех же внешних и физиологических факторов на частоту перекреста в различных частях одной и той же хромозомы делает совершенно ясным, что хромозомы не являются гомогенными по всей длине, а имеют какие-то тонкие линейно-расположенные структуры, неодинаковые не только в разных хромозомах, но даже в смежных областях одной и той же хромозомы.

Еще Balbiani (1876) и Pflitzner (1881) подметили, что видимые в ядре зернышки хроматинового вещества (хромомеры) линейно располагаются в образующихся хромозомах и, расщепляясь, приводят к продольному разделению самой хромозомной нити (хромомемы).<sup>1</sup> Roux в 1883 г., объясняя причины и механизм продольного расщепления

хромозом во время митотического деления, впервые высказал мысль, что хромозома качественно разнородна в различных частях ее и что смысл продольного расщепления хромозомы заключается в необходимости правильного разделения на две части всего заключенного в ней хроматинового вещества. Таким образом, при полном отсутствии в то время каких-либо точных генетических знаний и несмотря даже на недоказанность роли ядра в передаче наследственных свойств, Ру (Roux) предвосхитил линейное расположение генов почти за 30 лет до сформулирования Морганом своего знаменитого закона.

Идея Ру была подхвачена многими цитологами, результатом чего явилось очень большое число работ, посвященных изучению тонких структур хромомемы у самых разнообразных объектов. Согласно исследованиям целого ряда авторов (Bonnevie, 1911; Dehorne, 1911; Kaufman, 1926; Sacamura, 1927; Kuwada, 1927; Shiuke, 1930 и др.) у растений,<sup>1</sup> принадлежащих к самым различным систематическим группам, хромомема представляет собой более или менее хорошо выраженную спираль, лежащую внутри ахроматинового матрикса хромозомы. Эта спираль в ряде случаев представляется не гомогенной, а состоящей из очень мелких хроматиновых зернышек — хромомер, из которых в свою очередь слагаются более крупные отдельные хромомеры. Специальному изучению спирального строения хроматиновой нити посвящено столь большое число исследований, что разбор всех их в настоящей статье не представляется возможным.

Индивидуальность строения и характер расположения отдельных хромомер в различных хромозомах и точное соответствие этих структур в обоих гомологах настолько велико и постоянно, что у ряда объектов по этим признакам отдельные хромозомы могут быть отличены от остальных. Это постоянство структуры впервые было показано еще в 1916 г. Wenrich (фиг. 4). Совершенно такое же соответствие в расположении

<sup>1</sup> Термин «хромомема» предложен впервые Вейдовским (Vejdowsky, 1912).

<sup>1</sup> Согласно Dehorne, спиральная структура хромомемы имеет место также у саламандры.



Фиг. 4. Специфичность строения и постоянство расположения хромиоль в одной из пар хромозом *Phrynotettix magnus*.

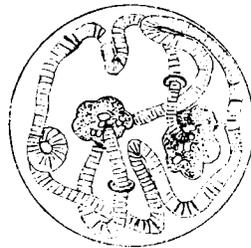
Буквами а—т обозначена одна и та же хромозома у 13-и различных индивидуумов. (По Wenrich, 1916).

отдельных хромиоль в обеих гомологичных хромозомах было обнаружено Gelei (1921) у *Dendrocoelum lacteum* (фиг. 3 В), Jansens'ом (1924) у *Chortipus parallelus*, а также рядом других исследователей у самых различных представителей животного и растительного царства.

Belling (1928), на основании детального изучения строения хромонемы у лилии, первый печатно высказал мысль о связи линейно расположенных хромиоль с генами. Более того, путем подсчета общего числа хромиоль во всех хромозомах лилии, Беллинг пытается даже установить предельное число генов у этого вида. Таким числом, по Беллингу, является 2000. Однако, слабая генетическая изученность этого объекта и отсутствие параллельного генетического анализа делают идентификацию хромиоль у лилии с генами, а тем более попытку подсчета числа генов по числу хромиоль совершенно неубедительными, и рассуждения Беллинга вызвали поэтому заслуженный скептицизм.

Вопрос о связи каких-либо узко-локализованных хромозомальных структур с отдельными генами или с группами их, может быть так или иначе разрешен только на объекте, у которого цитологические нарушения хромозом могут сопровождаться генетическим анализом и наоборот. Таким объектом до сих пор является только дрозофила и в несравненно меньшей степени кукуруза.

Еще со времен Бальбиани (1881) известно, что у комара *Chironomus* в ядрах клеток слюнных желез хроматин представлен очень длинной цилиндрической нитью, обнаруживающей очень своеобразную поперечную исчерченность (фиг. 5).



Фиг. 5. Строение ядра в клетках слюнных желез комара *Chironomus*. (По Balbiani, 1881).

Структура ядра в клетках слюнных желез *Chironomus* привлекла к себе внимание целого ряда гистологов, и мы имеем в настоящее время довольно длинный список работ, посвященных изучению строения и образованию этих своеобразных структур.<sup>1</sup> Первому подробному изучению открытые Бальбиани структуры подверглись в работе Alverdes в 1912 г. Альвердес показал, что хроматин в ядерной нити располагается отдельными участками вдоль всей нити, образуя подобие дисков или колец, между которыми лежит вещество акроматинового матрикса хромозомы.

<sup>1</sup> Список литературы см. в статье Tänzer (1924).

Вторично эти структуры изучались Tänzger'ом, который в общем подтвердил наблюдение Альвердеса и кроме того показал, что совершенно такая же структура хроматиновой нити в ядрах слюнных желез имеет место у самых разнообразных представителей отряда двукрылых и является, повидимому, характерной для этой группы насекомых.

У дрозофилы аналогичные структуры в ядрах клеток слюнных желез описал впервые Костов (Kostoff, 1930). Описывая дискоидное строение хромозом у дрозофилы, Костов высказал предположение о возможной связи между генами и видимыми под микроскопом дисками. Однако, это исследование Костова носило чисто описательный, случайный характер и не сопровождалось параллельным генетическим анализом, благодаря чему соображение о связи наблюдаемых в хромозомах линейно-расположенных структур с генами осталось столь же мало обоснованным, как и отождествление с генами хромиоль, видимых Беллигом в хромозомах лилий (Belling, l. c.). Не придавши достаточного значения наблюдаемым им структурам в хромозомах слюнных желез дрозофилы, Костов не возвращался больше в своих исследованиях к этому вопросу, и эта работа поэтому не привлекла в свое время должного внимания к себе.

Более подробно дискоидная структура хромозом в слюнных железах дрозофилы изучалась Кауфманом (Kaufman, 1931), согласно которому хроматиновое вещество образует в хромозоме не диски, а спиральную нить, закрученную в акроматинный матрикс, аналогично тому, как это наблюдалось им же и другими исследователями в хромозомах у растений. Диаметр завитков спирали, густота их расположения и толщина самой нити, согласно Кауфману, неодинаковы в различных частях хромозомы, благодаря чему хромозомы оказываются неравномерной толщины, и характер поперечной исчерченности ее отличен в отдельных участках. Изучая структуру хромозом на срезах, Кауфману не удалось выделить из длинного клубка хроматиновой нити все четыре пары хромозом,

свойственных дрозофиле, и он не мог поэтому идентифицировать участки генетической карты хромозом с определенными отрезками спирали, наблюдаемой под микроскопом. Однако, несмотря на это, Кауфман высказывает все же предположение, что причина различий в генетической и цитологической картах хромозом, установленных работами Добржанского, Мёллера и Пайнтера, лежит весьма вероятно в неравномерности распределения завитков спирали вдоль хромозомы. Длинный участок реальной хромозомы может быть генетически очень коротким, благодаря редким завиткам хроматиновой нити и, следовательно, благодаря содержанию небольшого числа генов. Наоборот, очень короткий участок реальной хромозомы может содержать значительную часть всей хроматиновой нити (свернутой в плотную спираль), т. е. содержать очень большое число генов и соответствовать поэтому длинному участку генетической карты хромозомы.

Таким образом, Кауфман впервые пытается материалистически обосновать причины несоответствия генетической и цитологической карт хромозом у дрозофилы.

Несравненно глубже проникли в детали дискоидной структуры хромозом Heitz и Bauer (1933). Изучая строение своеобразных ядер в клетках слюнных желез и мальпигиевых сосудов у комара *Bibio hortulanus*, эти исследователи впервые применили для этой цели тотальную окраску ядер уксусно-кислым кармином, что дало им возможность изучать хромозомы не разрезанными на куски, как это делали все предыдущие исследователи, работавшие с обычными парафиновыми срезами, а целиком, в одной плоскости. Heitz и Bauer, с несомненностью установили, что число лентообразных отделенностей („хроматиновых нитей“), наблюдаемых в ядрах клеток изучавшихся ими тканей, оказывается постоянным и равным гаплоидному числу хромозом, свойственному этому виду. Более подробное изучение, произведенное этими же исследователями, показало, что каждая из этих гипертрофированных лентообразных хромозом может быть отличима от



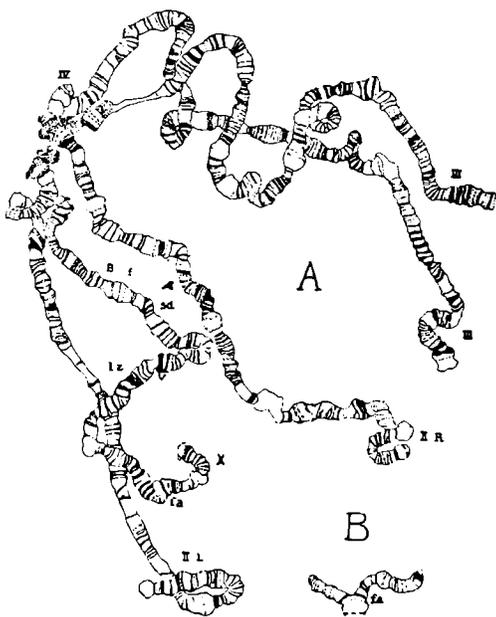
Фиг. 6. Участок одной из хромосом *Bibio hortulanus*.

Буквами а—д обозначена одна и та же хромосома у четырех различных индивидуумов. Видно точное соответствие в расположении хроматинных дисков в обоих гомологах. (По Heitz und Bauer, 1933).

остальных как по своей длине, так и по числу, строению, характеру расположения и степени окрашиваемости отдельных дисков, характерных для каждого отрезка данной хромосомы. Каждая из таких гигантских хромосом складывается из 2-х параллельно лежащих лент, слияние между которыми обычно столь полное, что оба компонента хромосомы видны только в тех местах, где эта „конъюгация“ по каким-либо причинам не имеет места, вследствие чего хромосома оказывается на большем или меньшем протяжении раздвоенной. На фиг. 6 изображены соответствующие участки одной из 5 хромосом у б' различных особей *Bibio hortulanus*, причем прекрасно видно точное соответствие структур в обоих компонентах хромосомы. Таким образом, было впервые доказано, что описанные своеобразные гигантские хромосомы состоят из линейно-расположенных хромомер, качественные особенности, а также число и порядок расположения которых постоянны и характерны для каждого участка данной хромосомы. В установлении этого факта заключается главная заслуга этих исследователей.

Совершенно естественно возникает вопрос о том, в какой мере соответствуют только что описанные линейные структуры хромосом тем генетическим структурам, изменение которых генетика изучает методами скрещивания и порядок которых наносится на генетическую карту хромосом. К разрешению

этого вопроса блестяще подошел в своей последней работе Пайнтер (Painter, 1934). Применивши методику Heitza, Пайнтер показал, что хромосомы в ядрах клеток слюнных желез дрозофилы имеют строение совершенно сходное с описанным всеми предыдущими исследователями для других *Diptera*. Сравнение общей длины всех 4-х хромосом дрозофилы в клетках слюнных желез и в обычных соматических и половых клетках (фиг. 7 А), с которыми до сих пор имели дело цитогенетики, показывает, что в слюнных железах хромосомы, примерно, в 100 раз длиннее „обычных“ хромосом (фиг. 8). Достаточно сказать, что уже при 50—80-кратном увеличении бинокулярной лупы свернутые в ядре в клубок хромосомы могут быть не только наблюдаемы, но отдельные ядра могут быть отпрепарованы иглами и выделены из клеток, а при средних увеличениях микроскопа можно уже отличать отдельные хромосомы, причем длина их значительно превышает диаметр поля зрения микроскопа.



Фиг. 7.

А — Строение всех четырех хромосом *Drosophila melanogaster* в ядрах клеток слюнных желез. В — транслокация маленькой четвертой хромосомы на половую. fa — точка прикрепления 4-й хромосомы к локусу гена facc. (По Painter, 1934).

Рисунок сделан при помощи рисовального аппарата с тотального препарата окрашенного уксусно-кислым кармином.



Фиг. 8. Четыре пары хромозом *Drosophila melanogaster* в клетках нервного ганглия.

Пайнтеру удалось не только идентифицировать в ядре слюнных желез все 4 пары хромозом, но и самым тщательным образом изучить их тончайшее строение. Так же, как и у *Bibio hortulanus*, хроматиновое вещество в хромозомах дрозофилы представлено параллельно расположенными дисками, число, толщина, структура и характер расположения которых строго постоянны не только для различных хромозом, но и для каждого участка одной и той же хромозомы, благодаря чему каждая пара хромозом может быть сравнительно легко отличена от остальных.

Как указывалось выше, воздействием X-лучей на половые клетки организма можно вызвать в хромозомах последних помимо генных изменений (мутаций) также многочисленные хромозомальные нарушения. Из числа таких хромозомальных нарушений наиболее распространенными являются транслокации, представляющие собой разлом хромозомы и прикрепление отломившегося участка к другой инверзии — случаи, при которых более или менее длинный участок хромозомы поворачивается на  $180^\circ$ , благодаря чему в этом инвертированном участке порядок генов оказывается обратным обычному; и, наконец, случаи выпадения участков хромозом (так называемые нехватки, или deficiency). Происшедшее в половой клетке изменение структуры хромозом часто сохраняется при дроблении образовавшейся из такой клетки зиготы, благодаря чему все клетки развившегося из нее организма содержат в себе измененный набор хромозом. Все эти типы

хромозомальных нарушений в избытке встречаются при облучении дрозофилы X-лучами, причем, благодаря исключительной генетической изученности этого объекта, они могут быть легко анализируемы. При помощи несложных, чисто генетических методов (скрещиваний), можно установить генетическую длину (по карте хромозом) отломившегося участка, к какой из остальных трех пар хромозом он прикрепился, а также места разломов и длину инвертированных и выпавших участков хромозом.

Изучая хромозомы в слюнных железах дрозофилы из линий, обладающих теми или иными хромозомальными нарушениями, Пайнтер с исключительной отчетливостью показал, что определенное генетически устанавливаемое внутри- или между-хромозомальное нарушение в порядке линейного расположения генов в „генетической“ хромозоме сопровождается соответствующим же изменением в порядке расположения части дисков в реальной хромозоме, видимой под микроскопом. Зная порядок и характер расположения дисков в нормальной хромозоме, можно легко идентифицировать место генетического „разлома“ или прикрепления отломившегося участка хромозомы с соответствующим участком или точкой реальной хромозомы, причем, если точка генетического разлома известна достаточно точно, то представляется возможность непосредственного суждения о структуре хромозомы в этом локусе (фиг. 7 В). В этом отношении наибольший интерес представляет идентификация в хромозоме инвертированных участков генетической карты и небольших нехваток. Благодаря исключительной простоте этого метода, Пайнтеру удалось таким путем в короткий срок идентифицировать в половой хромозоме местоположение 18 генов и определить точную длину ряда наиболее известных случаев инверзий в различных хромозомах, а также длину и точки прикрепления многих транслокаций.

Вторым весьма существенным моментом в работе Пайнтера является подтверждение и доказательство факта конъюгации хромозом в ядрах слюнных

желез. Как известно, явление конъюгации хромозом до самого последнего времени считалось свойственным исключительно половым клеткам непосредственно перед редукционным делением, в соматических же клетках число хромозом всегда диплоидно. Почти одновременно с появлением работы Пайнтера Штерн (Stern, 1934) описал случай мозаичности у дрозофилы, который может быть понят только при допущении возможности явления перекреста и, следовательно, конъюгации в соматических клетках. В случае, описанном Штерном, эта возможность, хотя и очень вероятна, но все же недоказуема. Непосредственное доказательство конъюгации хромозом в соматических клетках дано Пайнтером. В ядрах слюнных желез взрослых личинок число хромозом, оказывается гаплоидным, благодаря слиянию (синапсису) гомологичных хромозом. В случае, когда в нормальной линии какая-нибудь хромозома конъюгирует не по всей своей длине, можно видеть, насколько точно симметричны и соответствуют друг другу дисконидные структуры в обеих гомологичных хромозомах. В линиях же с инверзиями отсутствие конъюгации инвертированных участков приводит к образованию петель, степень выраженности которых зависит от длины инверзии. Такие петли помогают точному цитологическому определению длины этого участка, а иногда даже делают возможными подсчитать число дисков, заключенных в инвертированном участке.

К сказанному остается только добавить, что описываемые у дрозофилы, так же, как и у других *Diptera*, структуры видны не только на фиксированных и окрашенных ядрах, но и на живом материале в физиологическом растворе.

Таким образом, стало возможным идентифицировать отдельные локусы генетической карты хромозомы не с крупными отрезками видимых под микроскопом хромозом, как это в лучшем случае было возможно до сих пор, а с совершенно определенными узкоограниченными точками реальной хромозомы.

Работа Пайнтера открывает широчайшие перспективы для дальнейших

исследований структуры наследственного вещества, и ряд работ в этом направлении ведется в Институте генетики Академии Наук. Из числа вопросов, подлежащих первоочередной разработке, необходимо выделить вопрос о том, в каком отношении находятся видимые под микроскопом диски и гены признаков. В этом отношении особый интерес представляет детальное изучение хромозом, содержащих нехватку (*dificiency*) небольшого участка генетической карты с возможно меньшим числом хорошо известных и близко друг от друга расположенных генов. Такие хромозомальные нарушения в гомозиготном состоянии, как правило, нежизнеспособны, в гетерозиготном же — они могут существовать, причем в некоторых случаях они обуславливают тот или иной фенотипический эффект. Благодаря тому, что у взрослых личинок каждая хромозома в слюнных железах состоит из 2-х сконъюгировавших гомологов, оказывается возможным путем непосредственного микроскопического изучения дисков обнаружить асимметрию в строении дисков в соответствующем участке хромозомы. Эта асимметрия, как и следовало ожидать, заключается в том, что в небольшом отрезке хромозомы поперечная исчерченность (диски) проходит не через всю толщину хромозомы, а только через половину (ибо нехватка присутствует только в одной из гомологичных хромозом). Задача заключается в том, чтобы изучить строение дисков в хромозоме, содержащей возможно более короткую нехватку, генетические границы которой точно известны и содержащей по возможности один единственный ген.

Работа в этом направлении проводится в настоящее время проф. Г. Г. Мёллером и А. А. Прокофьевой, и можно надеяться, что она в самом недалеком будущем поможет выяснить этот вопрос.

В кратком обзоре совершенно невозможно перечислить все многочисленные вопросы, связанные с тончайшим строением наследственного вещества и которые могут быть разрешены путем применения методики Heitz'a и Пайнтера. Мы отметили только самый важный из

них. По образному выражению проф. Мёллера, „открытие Heitz'a и Painter'a может быть сравниваемо с изобретением нового микроскопа с увеличением в 10—100 раз больше современного или с открытием каких-либо новых лучей, делающих видимым то, что раньше было скрыто от глаз исследователя“.

Строение и размеры хромозом в клетках слюнных желез дрозофилы (и других мух) столь сильно отличается от обычного строения хромозом в соматических и половых клетках, что совершенно естественно возникает вопрос о причинах этих различий. Довольно стройное и, возможно, правильное объяснение причин этих различий дает проф. Н. К. Кольцов (данные в печати). Исходя из того, что все вышеописанные структуры имеют место только в клетках функционирующих желез, Кольцов предполагает, что столь значительная гипертрофия хромозом связана с усиленной секреторной деятельностью железы. Согласно Кольцову, обычно невидимая в покоящемся ядре очень длинная хромонема<sup>1</sup> в ядрах слюнных желез, вследствие исключительной физиологической активности последних, многократно расщепляется продольно. Каждая хромозома представляет собой поэтому как бы пучок хромонем, облеченных одной общей оболочкой. При таком продольном расщеплении хромонемы мелкие хроматиновые зерна (хромиоли), расположенные вдоль нея, слагаясь с зернами соседних хромонем, дают картины поперечной исчерченности (дисков), подобно тому, как это имеет место в поперечно-полосатых мышечных клетках. С точки зрения Кольцова видимые под микроскопом диски, интенсивно окрашивающиеся гематоксилином, уксусно-кислым кармином и фельгеновской реакцией и, следовательно, представляющих собой несомненное скопление хроматина, не являются генами, а только местами соединения последних. Генным же веществом, по Кольцову, является ахроматиновое вещество, расположен-

ное между дисками. Интересно, что очень сходный механизм образования ядерной нити в ядрах слюнных желез *Chironomus* описывает еще в 1912 и 1913 гг. Альвердес. Согласно Альвердесу, первые намеки на появление тонкой ахроматиновой нити, вдоль которой располагаются зернышки хроматина, появляются в ядрах только через 2 недели после вылупления личинки из яйца. Дальнейшее образование хромозом происходит путем продольного соединения таких тонких ахроматиновых волокон, причем расположенные вдоль них хроматиновые зернышки соединяются вместе, образуя, таким образом, характерную для слюнных желез, поперечную исчерченность ядерной нити. Возможность подобного механизма образования этих структур кажется вероятной также в связи с наблюдением Мёллера (неопубликованные данные), что в каждой хромозоме в слюнных железах дрозофилы удается иногда различить продольно идущие волокна, число которых около 16 в сконъюгировавших и около 8 в несконъюгировавших хромозомах. Точно также и диски часто представляются не гомогенными, а состоящими из отдельных зернышек, число которых не превышает числа волокон, составляющих хромозому. Указания на аналогичную же природу хромозом в слюнных железах некоторых других двукрылых имеются также в работе Tänzer'a (1924). Мнение Кольцова, что наследственным веществом является ахроматическая субстанция хромозомы тоже не является новым и находит себе подтверждение в ряде фактов уже довольно давно дискутируемых в генетической литературе. В пользу этой же точки зрения говорят также последние данные Heitz'a (1933) и Прокофьевой (данные в печати), согласно которым инертная, почти не содержащая генов, часть половой хромозомы дрозофилы красится значительно интенсивнее и, следовательно, содержит больше хроматина, чем ее активная часть.

Оставляя пока открытым вопрос о том, что из себя представляет каждый диск: отдельный ген, группу их или, быть может, генами является ахроматиновое

<sup>1</sup> В обычных хромозомах, наблюдаемых в метафазах, хромонема скручена в плотную спираль, наподобие дверной пружины, благодаря чему она умещается в сравнительно короткой хромозоме.

вещество, расположенное между дисками, генетика в настоящее время располагает материалом, с неоспоримой убедительностью доказывающим, что в хромосомах имеются линейно-расположенные структуры, изменение порядка которых в точности соответствует изменениям генетической карты, устанавливаемым чисто генетическими методами.

Мы далеки от мысли утверждать, что кардинальный вопрос всей современной генетики — вопрос о природе и структуре гена — может быть разрешен только цитологическим и генетическим методами. Однако установленные цитологами и генетиками возможности непосредственного наблюдения и изучения под микроскопом тончайшей хромозомальной структуры и, главное, возможность идентификации этих структур с генетической картой хромозом, как никогда еще, приближает нас к разрешению этой важной биологической и эволюционной проблемы.

#### Литература<sup>1</sup>

1. Alverdes, F., 1912. Die Entwicklung des Kernfadens in der Speicheldrüse der Chironomus-Larve. Zool. Anz., 39.
2. Alverdes, F., 1913. Die Kerne in den Speicheldrüsen des Chironomus-Larve. Arch. Zellforsch., 9.
3. Balbiani, 1881. Sur la structure du noyau des cellules salivaires chez les larves de Chironomus. Zool. Anz., 4. SS. 637-664.
4. Belling, S., 1928. The ultimate Chromomeres of Liliun and Aloë with regard to the numbers of genes. Univ. Calif. Publ. Bot., 14.
5. Dobzhansky, Th., 1929. Genetical and cytological proof of translocations involving the third and the fourth chromosomes of *Drosophila melanogaster*. Biol. Zbl, 49, H. 7, SS. 408—419.
6. Dobzhansky, Th., 1930. Cytological map of the second chromosome of *Drosophila melanogaster*. Biol. Zbl., 50, H. 11, SS. 671—685.
7. Heitz, E., 1933. Die somatische Heteropyknose bei *Drosophila melanogaster* und ihre genetische Bedeutung. (Cytologische Untersuchungen an Dipteren, III). Zeitschr. f. Zellforsch. und micr. Anatomie, 20, H. 1/2, SS. 237—287.
8. Heitz, E. und Bauer, H., 1933. Beweise für die chromosomen-natur der Kernschleifen in die Knäuelkernen von *Bibio hortulanus* L. Zeitschr. f. Zellforsch. und micr. Anatomie, 17, SS. 67—82.
9. Kaufman, 1931. Chromosome structure in *Drosophila*. Americ. Nat., vol. 65, pp. 555—558.
10. Kostoff, D., 1930. Discoid structure of the spirem. Journ. of Heredity, vol. 21.
11. McClintock, B., 1931. Cytological observation of Deficiency involving known genes, translocations and an inversion in *Zea mays*. University of Missouri, Agricult. Exp. station. Research Bull., 163, pp. 3—30.
12. Müller, H. J., 1929. The first cytological demonstration of a tranlocation in *Drosophila*. Amer. Nat., 63, pp. 481—486.
13. Müller and Painter, T. S., 1932. The differentiation of the sex chromosomes of *Drosophila* into genetically active and inert regions. Zeit. ind. Abst. u. vererbungs., 62, SS. 316—365.
14. Painter, T. S., 1934. A new method for the study of chromosome aberrations and the plotting of Chromosome maps in *Drosophila melanogaster*. Genetics, 19, № 3, pp. 175—198.
15. Stern, C., 1931. Cytologisch-genetische Untersuchungen als Beweise für die Morgansche Theorie des Factorenaustausche. Biol. Zbl., 51, SS. 547—587.

<sup>1</sup> В приводимом ниже списке литературы указываются только наиболее существенные работы.

# ИСТОРИЯ НАУКИ

## ЛЕОНАРДО ДА ВИНЧИ КАК УЧЕНЫЙ

М. А. ГУКОВСКИЙ

Имя Леонардо да Винчи принадлежит к числу известнейших имен всех времен и народов. Не существует ни одной сколько-нибудь полной книги по истории искусства, в которой изложение его творчества не занимало бы весьма почетного места. Но, разделяя славу одного из лучших художников с рядом других мастеров, хотя бы Рафаэлем, Микель-Анджело, Рембрандтом, Леонардо резко выделяется из их среды одним своим замечательным свойством — тем, что, будучи гениальным художником, он был кроме того не менее гениальным ученым и техником.

Соединение столь различных и столь мало совместимых в наши дни свойств, как живопись, глубокая научная работа и практическая деятельность, в одном лице заставляет с особым вниманием всматриваться в фигуру жившего пятисот с лишним лет тому назад итальянца.

Энгельс в старом введении к „Диалектике Природы“ говорит: „Леонардо да Винчи был не только великим художником, но и великим математиком, механиком и инженером, которому обязаны важными открытиями самые разнообразные отрасли физики“ и связывает творчество Леонардо с его эпохой, которую тут же называет „величайшим прогрессивным переворотом, пережитым до того человечеством, эпохой, которая нуждалась в титанах и которая породила титанов по силе мысли, страстности и характеру, по многосторонности и учености“.

Эпоха, создавшая Леонардо да Винчи, столь выразительно охарактеризованная Энгельсом, есть эпоха „Итальянского Возрождения“, обнимающая четырнадцатый, пятнадцатый и половину шестнадцатого века. Начинается она глубоким и все более заметным разложением феодальной системы, при которой производственной основой жизни было сельское хозяйство, с одной стороны, мелкое цеховое ремесло, с другой, при которой политическая власть принадлежала многоступенчатой лестнице царей, князей, графов и баронов, а идеология, обнимающая и искусство и науку, точно отражала эту лестницу изображаемым и проповедуемым нисхождением всего сущего по ступеням, теряющим в ценности по мере удаления от единого творца всех ценностей — бога. В Италии эта стройная система феодализма, базирующаяся на жестком внеэкономическом принуждении и эксплуатации всеобщего кормильца-крестьянина, начала разлагаться раньше, чем где бы то ни было. Растущая власть и значение денег, разрыв замкнутого натурального хозяйства

отдельного поместья и ряд других причин влекли за собой перенос исторического центра тяжести в города, где постепенно создаются крупные капиталы, ищущие выгодного применения в промышленности, торговле, банковом деле. Здесь, на улицах итальянских городов раннего Возрождения (особенно ярко во Флоренции) разгораются кровавые классовые бои, здесь рождаются и выходят на историческую арену новые классовые группировки, новые социальные силы, творчество которых, особенно в сфере искусства, озаряет таким ярким светом всю эпоху. Творчество это с исключительной силой проявляется ко второй половине XV и началу XVI в., когда социальные силы, вызвавшие его к жизни, уже замирают под пятой жесточайшей феодальной реакции, когда бывшая некогда цветущей и самостоятельной Италия становится жертвой алчности перегнавших ее в смысле экономического и политическом соседних государств.

Именно в это время колоссального расцвета в области некоторых идеологических явлений, в первую очередь литературы и изобразительных искусств, с одной стороны, глубочайшего политического и экономического развала, с другой, родился, работал и умер один из наиболее ярких представителей эпохи — Леонардо да Винчи.

Флоренция была во время Возрождения передовым городом сначала в сфере социальной и экономической, а затем в сфере идеологической. Недалеко от Флоренции в небольшом горном местечке Винчи в 1452 у молодого двадцатипятилетнего нотариуса Пьеро родился незаконный сын Леонардо. Мальчик жил в семье отца, постепенно богатевшего и выдвигавшегося сначала в родном Винчи, а затем и во Флоренции. Учили его, как всех детей представителей цеховых верхов, к которым принадлежали и нотариусы, грамоте итальянской и латинской и началкам арифметики, в которой молодой Леонардо сразу же стал проявлять исключительные способности. Но особенно уже с самых ранних лет отличался он в рисовании, почему, как только ему исполнилось 14 лет, отец отвез его во Флоренцию и отдал в обучение к одному из крупнейших художников и одному из любопытнейших людей того времени — Андреа Вероккио. Как полагалось тогда для цеховых учеников, а цех художников весьма мало отличался от других цехов, Леонардо поселился в доме своего учителя, который и обучал его всему, что знал сам.

Как раз в это время, в середине XV в., Флоренция, наиболее передовой и промышленный торговый город Италии, а, может быть, и всей Европы, переживает переломный момент — от все усиливающегося благополучия к все углубляющемуся падению. Во главе ее стоит вышедший из среды финансовых тузов просвещенный тиран Лоренцо Медичи, ловкий дипломат и талантливый поэт. И он, и поддерживающая его богатая цеховая верхушка, и лучшие предшественники нарождающейся и естественно поддерживающей власть интеллигенции предчувствуют надвигающиеся бедствия и стараются их отдалить. Нужны инженеры, архитекторы, художники: люди, которые могли бы внести новые мысли, новые усовершенствования в падающее производство, которые могли бы строить крепости и дворцы, могли бы украшать эти дворцы статуями и картинами. Инженером, архитектором и художником было в то время обыкновенно одно и то же лицо; феодальная университетская наука не давала сведений, нужных для практической жизни. Инженеры и строители были нужны, и они появлялись из среды цеховых художников-практиков, почти всегда не ученых, часто полуграмотных, но всегда ловких и умелых. Таким художником-инженером был знаменитый скульптор и строитель купола флорентинского собора Филиппо Брунеллески, таким был и Вероккио — учитель Леонардо. Он интересовался математикой, любил музыку, был одним из вождей флорентийской школы художников реалистов-экспериментаторов и, наконец, создал и сам лучшую скульптуру своего времени, может быть наиболее ярко характеризующую все Возрождение — конную статую кондотьера Бартоломео Коллеони.

В мастерской Вероккио Леонардо с увлечением стал заниматься и живописью, и музыкой, и математикой, и техникой.

Одинокое детство в провинциальном отцовском доме, природная предрасположенность и, наверное, ряд других нам ближе неизвестных причин создали в нем особенную, резко отличавшую его от современников черту — его стремление в каждом данном вопросе найти ответ по возможности более оригинальный и своеобразный. Черта эта, иногда переходящая в оригинальничание или даже чудачество, со всей яркостью проявилась уже в ранней юности Леонардо.

Высокий, сильный, исключительно красивый юноша, сравнительно обеспеченный материально и блестяще одаренный, после нескольких лет обучения в мастерской много знающего и много умеющего Вероккио стал одним из тех молодых и самоуверенных снобов, которых часто производила на свет буржуазия в переломные моменты своей истории.

Но не только на жизни и бытовых замашках молодого Леонардо лежит печать острого своеобразия. Его работа проникнута тем же духом.

Увлекаясь каждым новым делом, приступая к нему с грандиозными планами и проектами, Леонардо уже с молодых лет довольно быстро остывает, не может эти планы и проекты осуществить и бросает часто работу незаконченной.

Одновременно с занятиями живописью Леонардо со все большим увлечением занимался вопросами техники — жизнь города с замиравшей и загнивавшей промышленностью и с громадным

и разнообразным строительством навязывала этот интерес. Склонность к оригинальным решениям, неисхоженным тропам подогревала его. И вот молодой художник проектирует невиданные автоматические приспособления для текстильной промышленности — базы экономической мощи Флоренции, конструирует пушки и осадные орудия разрабатывает сложные и чрезвычайные остроумные проекты каналов (вопрос о которых также был одним из важнейших), предлагает исключительно смелые строительные кунштюки вроде подъема флорентинского баптистерия и подведения под него новой громадной лестницы.

Но сытой, избалованной всяческими талантами и потерявшей все импульсы к движению вперед Флоренции и ее властителю-поэту, автору знаменитых строк „Счастливы будь, кто счастья хочет и на завтра не надейся“ — не нужны были хитроумные и дорогие изобретения беспокойного молодого художника; вот почему Леонардо в 1482 г. предлагает свои услуги недавно захватившему власть в Милане хитрому и ловкому Людовико Моро. В письме, содержащем это предложение Леонардо перечисляет то, что он может делать, напирая почти исключительно на свои работы как военного и гражданского инженера и только вскользь упоминая о своих художественных работах.

Обстановка в Милане резко отличалась от обстановки во Флоренции. Милан был одним из политических и военных центров Италии, промышленное же и торговое значение его не могло идти в сравнение с флорентинским. Только оружейным производством да мелким металлургическим ремеслом славился этот центр Ломбардии, еще в значительной мере сохранивший феодальный облик. Зато завладевший при помощи тонких и далеко не всегда чисто плотных махинаций властью Людовико Моро делал все возможное для того, чтобы догнать и перегнать признанную водительницу культурной жизни всей Европы — Флоренцию.

При таких условиях плодородная почва для деятельности Леонардо была в Милане как будто бы обеспечена.

Переехав сюда, Леонардо скоро получает большой живописный заказ — на роспись алтаря часовни одной из миланских церквей.

Работа, как всегда, сначала кипит, затем постепенно замирает и так и не доводится до конца. Результатом ее является великолепная, но неоконченная Мадонна в скалах. Одновременно и главным образом Леонардо работает как инженер: он засыпает герцога проектами устройства идеальных дворцов и рационально действующих конюшен, утопичных городов, крепостных укреплений и осадных машин. Наиболее скромная часть его проектов понемногу осуществлялась; так, под руководством и по проекту Леонардо производились важнейшие для всей Ломбардии работы по постройке каналов с их сложной системой шлюзов, значительно им усовершенствованной; так, значительная часть укреплений Милана реконструировалась при его содействии. Но большая часть, повидимому значительно большая, его проектов вызвала удивление, иногда насмешки, и полное неверие в их осуществимость. Как могли люди, только-что овладевшие несложной техникой стрельбы из огнестрельного оружия, думать, что возможно летать по воздуху при

помощи сложного и тяжелого аппарата, а Леонардо уже с последних лет своего пребывания во Флоренции усиленно работает над конструкцией аэроплана, десятки раз изменяя системы, разрабатывая детали, прикидывая и соображая. Естественно, что даже вежливые и лощенные придворные Моро открыто посмеивались, когда Леонардо рассказывал им о своих планах и считали его фантазером и салонным забавником больше, чем серьезным практиком.

А сам творец этих диковинных технических созданий твердо верил в их осуществимость и для того, чтобы доказать самому себе, а, может быть, потом и окружающим свою правоту, он все больше углубляется в техническую сущность своих предложений и изобретений, ищет способов объективно неоспоримо доказать их правильность. Среди этих способов верным и несомненным был только один — использование точных наук. Способ этот до этого времени никем из техников, бывших, как мы видели, в основном простыми практиками-эмпириками, не применялся. Леонардо пришел к нему и впервые, сначала робко, затем все более широко и уверенно стал ставить науку на службу технике.

Препровождая экспертной комиссии свой проект и модель купола Миланского собора, Леонардо в докладной записке, между прочим, пишет, что „больному собору нужен врач-архитектор, который бы хорошо понимал, что есть здание и от каких правил зависит правильная стройка и откуда эти правила берутся“ и т. д., он принимается собирать научные данные, черпая их из всех источников, читая, спрашивая, размышляя.

Первым источником, естественно, была имевшаяся налицо современная и немного более ранняя литература, феодальная по своему характеру, глубоко отвлеченная по направленности; несмотря на это, Леонардо использует ее полностью. Вторым источником являлась во всем количестве восстанавливаемая гуманистами античная литература, также глубоко своеобразная, но также с возможной полнотой впитываемая Леонардо. Наконец, третьим и основным источником был собственный опыт, собственные наблюдения и размышления, часто исключительно свежие, острые и новые, но и нередко случайные, беспорядочные, производимые как бы осязую. Соединение в одном пучке результатов античной и схоластической науки с результатами сознательно поставленных опытов и при этом соединение, вызываемое реальными требованиями техники, и есть, пожалуй, основная, наиболее принципиально важная черта жизни и деятельности Леонардо да Винчи как человека и творца вообще, как ученого и техника в особенности.

Поскольку главными техническими работами Леонардо в Милане были работы строительные — гражданские и военные, постольку первая отрасль науки, на которую он натолкнулся, было сопротивление материалов и, следовательно, механика, эта древнейшая отрасль точных наук, усиленно разрабатывавшаяся как в древности, так и в средние века. Все больше и больше увлекается Леонардо механикой, все чаще на страницах его тетрадей мелькают расчеты рычагов и наклонных плоскостей, блоков и зубчатых колес. В этой области Леонардо не только впервые объединил

практику с наукой, но и в некоторых случаях сформулировал, в других только наметил ряд крупных новых открытий, явившись прямым предшественником Галилея и Ньютона.

Но не только техникой и наукой занимался в Милане Леонардо — он работал и как художник, и как скульптор. Как художник он создал здесь свое крупнейшее произведение Тайную Вечерю, благодаря своей исключительной экспрессии, гармонии своего построения, справедливо считающуюся одним из шедевров мировой живописи. Как скульптор он ряд лет работал над гигантской конной статуей герцога Франческо Сфорца, но по своему обыкновению ее не закончил.

Работа как над тем, так и над другим, а также над рядом мелких произведений, так же как работа над техническими проблемами, натакивала привыкшего теорией подкреплять практику художника на научные размышления и разыскания. В первую очередь здесь сами собой напрашивались занятия перспективой, над которой работали почти все крупные художники этого времени. А от перспективы естественен и неизбежен был переход к оптике во всех ее разветвлениях, и Леонардо покрывает десятки за десятками страниц своих рукописей наблюдениями над строением глаза, над ходом лучей, над их отражением и преломлением и т. д. и т. д. Как и в механике, он тщательно использует всю предшествующую ему литературу, ставит ряд собственных опытов и получает ряд ценнейших, хотя и разрозненных результатов: первый правильно определяет механизм работы хрусталика, решает сложные задачи на преломление лучей в вогнутых зеркалах и многое другое.

Так же естественно, как на занятия оптикой, натакивала художественная деятельность Леонардо на занятия анатомией — хотелось добиться действительного жизненного, не традиционно-живописного, а подсмотренного в реальной жизни изображения человеческого тела, всех его членов и движений; а для этого нужно было самому изучить это тело; следовательно, несмотря на все трудности, связанные в это время с работой над трупами, надо было серьезно заняться анатомией — и Леонардо упорно занимается ею и своим легким карандашом выдающегося художника впервые набрасывает беглые, но исключительно правдивые, и в своей холодной сухости как-то особенно привлекательные ряды анатомических рисунков, рассматривая и изучая и сердце, и артерии, и нервы, и мускулы.

Так, в период расцвета, во время службы Леонардо в качестве придворного инженера и художника при дворе кратковременного, но яркого светила — Людовико Миланского, в его работе удивительно гармонично и естественно уживались элементы искусства, техники и науки, дополняя и определяя друг друга, что исключительно характерно и симптоматично для исторического момента, с одной стороны, для деятельности Леонардо — с другой.

Но это же соединение в одном лице различных интересов и занятий мешало Леонардо, чрезвычайно требовательному к себе — закончить что бы то ни было, и наиболее яркий период его жизни, миланский, оставил после себя только Тайную Вечерю, начавшую гибнуть еще при жизни ее творца из-за слишком мудреного состава

примененной им краски, глиняную, разрушающуюся модель конной статуи и вороха листов, заполненных написанными справа налево отрывочными научными заметками.

В 1499 г., под угрозой французской армии. Людовико Моро, покровитель Леонардо, должен был оставить Милан, и сам художник еще до падения Моро выехал на свою родину во Флоренцию. Там он не задержался долго, а поступил в качестве главного крепостного инженера к восходящей звезде, папскому сыну, пытающемуся хитростью и жестокостью создать единое итальянское государство — Цезарю Борджиа. В его войсках он кочует по Италии, укрепляя города, строя плотины, проектируя осадные орудия, пока в 1506 г. не умирает папа Александр VI, а вместе с тем кончается и власть Цезаря.

Тогда Леонардо возвращается снова во Флоренцию, где проводят 3 года — свой последний большой творческий период. Уехав из Флоренции начинающим художником, он вернулся в нее зрелым мастером с мировым именем и славой, несколько затемненной известным всем непостоянством, неумением доводить начинаемые предприятия до конца. От республиканского правительства Флоренции, представлявшего интересы крупной буржуазии города после падения власти Медичи и короткого владычества Савонаролы, Леонардо сразу же получает крупный заказ на роспись одной стены Дворца Совета. Заказ на роспись другой стены получает грозный соперник и враг Леонардо — Микель Анджело. Леонардо начинает писать кровавую сцену битвы при Ангиари, в которой обезумевшие лошади, озверевшие люди, грязь, пыль и кровь создают впечатление „звериннейшего безумия“, как называл Леонардо войну, но применяет снова какие-то мудреные краски, картина не сохнет, и Леонардо бросает ее неоконченной, даже почти только начатой. Зато он почти заканчивает во время своего пребывания во Флоренции портрет Джоконды, свое знаменитейшее произведение, в котором он проявляет всю глубину своего знания души и тела человека.

Наряду с занятиями живописью Леонардо работает и как техник, а, следовательно, и как ученый. Основная область его работы в это время — это гидротехника. Он проектирует сложные, чрезвычайно остроумные и технически совершенные системы каналов, долженствующих соединить Флоренцию с морем, помочь овладеть извечным врагом Флоренции — Пизой, но строит только весьма небольшую их часть. Естественно, что усиленные занятия гидротехникой вызывают особый интерес к гидромеханике, и тетради этого времени заполняются рядами тонких и глубоких наблюдений над образованием и распространением волн, над течением рек в разных берегах, над поведением жидкости в сообщающихся сосудах и тому подобное. Как всегда, в наблюдениях этих много глубокого и опережающего эпоху; как всегда, в них ясно стремление прощупать какие-то общие законы, которые бы могли служить руководством к практической работе: но, как всегда, они не закончены, не сведены в единое стройное целое, хотя нужно сказать, что гидротехника в смысле обработки продвинута Леонардо дальше, чем какая бы то ни было другая отрасль науки, что дало следующим поколениям воз-

можность скомпилировать по его записям цельную и довольно стройную книгу: „О движении и мере воды“. В то же время Леонардо с большим увлечением занимается конструированием летательного прибора и в связи с этим усиленно работает над проблемами аэромеханики, наблюдает и зарисовывает различные виды полета птиц, размышляет над течениями воздуха и т. п. И в этих работах находим мы те же характерные для научного творчества Леонардо черты. Неудача с битвой при Ангиари ускоряет и так уже подготовившийся отъезд художника из Флоренции — в 1506 г. он уже 54-летний старик, без особых иллюзий и розовых надежд на будущее — переезжает снова в Милан на службу к французскому королю Людовику XII, затем короткое время работает в Риме у папы Льва X, при блестящем дворе которого не может конкурировать с могучим Микель Анджело, с молодым Рафаэлем и затем уже совсем больной и одряхлевший принимает приглашение нового французского короля Франсиска I и пересажает в 1516 г. во Францию в замок Клу близ Амбуаза, где и умирает в 1519 г.

В течение последнего горького и скитальческого периода своей жизни Леонардо продолжает работать, но работа эта уже носит явные следы приближающейся смерти.

В живописи он создает свои наиболее спорные картины Вахка и Иоанна Крестителя.

В науке, оторвавшись от практической деятельности техника, он как бы теряет ключ, питавший его исследованием, переходит почти исключительно на пустые геометрические упражнения — построения из одних фигур других, упражнения, напоминающие детские игры в кубики и все же заполняющие почти сплошь листы последних его рукописей.

После смерти Леонардо, рукописи его остались его ближайшему ученику Франческо Мельди, затем по наследству перешли к его потомкам, от которых разлетелись по отдельным тетрадям и листам к разным собирателям, чтобы в конце концов улечься на полки хранилищ Милана, Парижа и Лондона. Мы не знаем, находились ли среди этих рукописей законченные произведения, но во всяком случае до нас они не дошли. Более чем вероятно, что по основному вопросу, занимавшим Леонардо в течение его жизни, их вовсе и не было. Он бесконечно экспериментировал, размышлял, исправлял, пересматривал, всегда был недоволен сделанным, и в результате оставил только множество тетрадей с фрагментарными и чрезвычайно пестрыми записями. Тетради эти представляют собой исключительно любопытные памятники. Их весьма грубо можно разбить на три рода. К первому относятся маленькие книжечки, которые мастер носил привязанными к поясу для того, чтобы записывать в них на ходу свои размышления, зарисовывать встречающиеся лица, делать расчеты. Ко второму принадлежат большие тетради альбомного типа, в которые он, придя домой, в том же беспорядке, но несколько более полно и развернуто переписывал записи маленьких книжечек и, конечно, вносил мысли, соображения, результаты экспериментов, произведенных дома. Наконец, к третьему, наиболее малочисленному роду относятся тетради, в которых заключаются попытки систематизировать

материал, трактовать его монографически, используя запись книг второго рода. Такие систематизированные куски мы имеем по механике (начало так наз. Кодекса Арундель), по гидротехнике (так наз. Кодекс Лейчестер), по учению о зрении и свете (Кодекс „С“ Парижской национальной библиотеки) и по аэромеханике (так наз. Кодекс о полете птиц). Даже и рукописи последнего рода отнюдь не дают сколько-нибудь связанного изложения предмета, которому они посвящены; остальные же представляют собой совершенно неповторимую смесь, в которой записи опытов с тщательными зарисовками и расчетами чередуются с эскизами и картинами, пересыпаются заметками личного характера, черновиками писем.

Если и можно предполагать, как это делает в первую очередь Дюгем, что научные идеи Леонардо оказали значительное влияние на дальнейшее развитие науки (а это предположение, по всей вероятности, в некоторой своей части правильно), то влияние это скорее всего распространялось путем личного ознакомления с идеями Леонардо из его уст, а не через его рукописи, чтение и изучение которых действительно началось только с конца XVIII века. Поэтому изучение научных идей Леонардо в первую очередь может и должно дать картину того, как рождалась наука и техника капитализма, чем определялось и как в деталях происходило это рождение, а не должно заниматься мелкими и в общем бесполезными доказательствами того, в каком открытии или изобретении Леонардо да Винчи опередил того или иного признанного исследователя и изобретателя, доказательствами, которым посвящена большая часть буржуазных трудов о Леонардо.

Основные направления исследовательской работы Леонардо были: механика, гидротехника, аэромеханика, оптика и анатомия; если к ним прибавить еще геологию, основателем которой собственно говоря Леонардо является, то мы получим более или менее полную картину научных занятий творца „Джоконды“.

Как и следовало ожидать, в исторический момент зарождения механического мировоззрения, затем постепенно становящегося боевым знаменем капитализма, в момент острого внимания к переживающей тяжелый кризис технике, в момент, наконец, воскрешения основных писаний античных ученых, наибольшее внимание из всех перечисленных дисциплин привлекала механика. Известны изречения Леонардо: „Нет никакой уверенности там, где не может быть применена одна из математических наук“ (Рукоп. G. f. 96v) и „Механика есть рай математических наук, так как при ее помощи подходят к плоду магематики“ (Рукоп. E. f. 8v). И действительно, в его тетрадах механика занимает наибольшее место. Сначала, в ранних рукописях, — это пробные попытки научно осмыслить задачи практической работы инженера; затем все более смелые и разнообразные опыты и рассуждения, выходящие за пределы требований техники; наконец, — это попытки сформулировать или хотя бы прощупать основной механический закон всего сущего, феодальный костяк которого дряхлый, разваливающийся, но еще стоящий, давно не существовал для скептического и, может быть, слишком самостоятельного Леонардо.

Еще в Аристотелевых или, вернее, псевдоаристотелевых „Проблемах механики“, базе всей феодальной механики, в работах Архимеда и Герона основным вопросом механики была теория рычага, или, как тогда говорили, теория весов. Леонардо, впитавший в себя всю предшествующую научную традицию, начавший свои теоретические изыскания именно с нее, также ставит в центре всей своей системы учение о весах. Но, в то время как античные ученые дают более или менее фрагментарные объяснения тех или иных конкретных случаев, не создавая сколько-нибудь единой системы механических рассуждений и доказательств, в то время как схоластические исследователи, хотя и базирующиеся на тех же античных авторитетах, пытаются дать единую, мало связанную с конкретной действительностью механическую систему, — ученый и техник из Винчи объединяя ту и другую струю, старается дать общие законы, в то же время не оторванные от реальной действительности, могущие служить не только целям чистого созерцания, но и практической работы.

Ставя в центр системы учение о весах с их пропорциональностью между длинами плеч и приложенными к ним грузами, Леонардо пытается при помощи этого учения объяснить бесчисленные частные случаи — сначала прямолинейных рычагов с различными комбинациями весов и подвесов, затем рычагов криволинейных, при рассмотрении которых он непосредственно подходит к понятию момента силы по отношению к точке, к формулировке принципа возможных перемещений и закона равновесия на наклонной плоскости. С той же точки зрения он исследует различные встречающиеся ему на практике проблемы сопротивления материалов и расчета (если можно так выразиться на данной ранней стадии) деталей машин, причем получает, с одной стороны, новые теоретические выводы-формулировки, близкие к закону параллелограмма сил, первое, хотя и не точное определение коэффициента трения, празильные формулы для нахождения центра тяжести разных фигур и тел, с другой стороны — рецепты для построения винтов, конструирования сложных приспособлений и механизмов и т. п.

Все это изложено фрагментарно и не систематически, представляет собою исключительно неструю смесь чужих мыслей и наблюдений и результатов собственных экспериментов и размышлений, но в своих положительных и в своих отрицательных чертах не напоминает ни одного из предшественников, а зато всем своим обликом чрезвычайно близко к значительно более позднему, а потому, значительно более упорядоченным механическим работам Галилея, возвращенным на той же глубоко вспаханной плугом ранних социальных перезоротов итальянской почве.

Во всех других областях научной работы Леонардо мы встретим то же положение, что и в механике. Тщательное использование античных и схоластических научных работ соединяется во всех них с разнообразными, иногда фантастическими, чаще острыми и смелыми, самостоятельными опытами и изысканиями, что дает результаты, во многом значительно опережающие современные, а нередко и ближайшие, последующие научные достижения, хотя и всегда фраг-

ментарные, не сведенные воедино, прогиворечивые.

Леонардо представляет собой, с одной стороны, характернейшую фигуру универсального человека, каких создала много героическая и кровавая эпоха рождения капитализма; с другой же стороны, он является одним из первых крупнейших ученых и техников, которые, идя своими собственными путями, не боясь неудач и провалов, которых Леонардо пережил даже, может быть, слишком много, создали ту науку и технику, которые сейчас разлагаются на Западе и зацветают незиданным цветом в Союзе Советских Республик.

В последнем смысле, может быть, наиболее интересен для нас далекий флорентинец, а также тем, что в своем научном и техническом творчестве, лежащем на самом начальном рубеже капитализма, он показал неразрывную связь

науки и техники, показал, что техника без науки несерьезна, а наука без техники никому не нужна, или как он записал сам в одной из своих тетрадей: „кто влюбляется в практику без науки, является как бы кормчим, входящим на корабль без руля и компаса, и потому никогда не знающим, куда он направляется“.

#### Литература

Verga. Bibliografia vinciana (1493—1930). Bologna. Zanichelli, 1931.

W. Seidlitz. Leonardoda Vinci der Wendepunkt der Renaissance. Berlin. Bard, 1909 (2 тома).

G. Calvi. I manoscritti di L. d. V. Bologna. N. Zanichelli (1925).

L. Beltrami. Documenti e memorie riguardanti L. d. V. Milano. Treves, 1919.

# ЮБИЛЕИ И ДАТЫ

## ЛЕОН АБГАРОВИЧ ОРБЕЛИ

(К 30-летию научно-общественной деятельности)

### ЭЗРАС АСРАТЯН

6 июня Всесоюзная Академия Наук, Всесоюзный Институт экспериментальной медицины, Военно-медицинская академия, Физиологическое общество имени Сеченова и ряд других научно-педагогических учреждений Ленинграда при широком участии научной общественности страны чествовали члена-корреспондента Академии Наук, профессора Лесна Абгаровича Орбели по случаю исполнившейся его 30-летней научной и общественной деятельности.

В лице Л. А. мы имеем не только крупного представителя советской науки, но и одну из самых оригинальных и выдающихся фигур современной мировой физиологической мысли. Л. А. является не только заботливым учителем целой армии врачей и молодых ученых-физиологов, многие из которых уже стали профессорами в различных вузах, но он был

и остается активным общественником-организатором в разнообразных областях нашей многогранной научной и общественной жизни. Он — не кабинетный ученый, замкнутый в четырех стенах своей лаборатории, он — не жрец принципа „наука для науки“; он — советский ученый, посвятивший много трудов, энергии и блестящей своей эрудиции разрешению задач, связанных с весьма ответственными нуждами нашего социалистического отечества. Он и лектор рабочих аудиторий, и редактор многих журналов и т. д. Уместно здесь подчеркнуть, внимательную и плодотворную редакторскую работу Л. А. в нашем журнале — „Природе“. Вот почему чествование 30-летней научно-общественной деятельности Л. А. было большим праздником не только для организаторов-учреждений, обществ, не только для специалистов



Проф. Л. А. Орбели.

физиологического мира Союза, но и для широких кругов трудящихся масс страны.

Родился Л. А. в 1882 г. Окончив гимназию в 1899 г. в Тифлисе, поступает в Военно-медицинскую Академию, которую кончает в 1904 г. Будучи еще студентом 2—3 курсов, увлекается физиологией, которую преподавал тогда уже всемирно известный физиолог И. П. Павлов. Под руководством И. П. Павлова свою научно-исследовательскую работу Л. А. начинает еще со студенческой скамьи. Студент 3—4 курсов, Л. А. блестяще выполняет ценную работу по иннервации желудка и награждается золотой медалью. Одновременно он работает в лаборатории проф. Лавдовского по усвоению микроскопической техники. По окончании ВМА, после небольшого перерыва, обусловленного военной службой, Л. А. возобновляет свою научно-исследовательскую работу в лабораториях своего учителя. Это были годы пышного расцвета оригинальнейшей области физиологической науки на русской почве — грандиозного учения об условных рефлексах акад. И. П. Пав-

лова. Л. А. со свойственным ему энтузиазмом включается в общий творческий поток. В 1908 г. блестяще защищает свою диссертацию „Условные рефлексы с глаза у собак“ на степень доктора медицины. В 1906—1908 гг. он выполняет и другие работы по условным рефлексам. Однако, этого мало для Л. А. Он усердно принимается за чтение и серьезное изучение широкой физиологической, классической и современной, иностранной литературы. Говорят, что его рабочая комната превращена была в своеобразный филиал фундаментальной библиотеки Института экспериментальной медицины. Недаром еще тогда он завоевал прозвище „энциклопедиста“ среди своих товарищей. Но книги и изучение физиологии — это еще не все. Он порывается за границу. После защиты диссертации, Л. А. по конкурсу получает заграничную командировку. Для Л. А. открываются широчайшие возможности изучать другие области физиологии не только по-книжному, но и экспериментально. И действительно, в заграничной командировке ему удается сделать удивительно многое. Он работает в лабораториях ряда крупнейших представителей западно-европейской физиологии того времени и по совершенно разнообразным вопросам физиологии — в лаборатории Hering'a по физиологии органов чувств, в лаборатории Garten'a по электрофизиологии, в лаборатории Langley по автономной нервной системе. Попавши в эти лаборатории с серьезным научно-теоретическим и практическим багажом, с размахом школы И. П. Павлова, Л. А. благодаря редкому сочетанию в нем высоких качеств: природного таланта, увлекательности и трудоспособности, у каждого из этих ученых взял, можно сказать без преувеличения, максимальное из того, что можно было взять. Следует подчеркнуть, что разнохарактерные проблемы физиологии Л. А. усвоил глубоко и критически. Эти проблемы физиологии вошли в его научную плоть и кровь. Однако он полученное не превратил в мертвую догму. Забегая вперед, можно сказать, что в последующей своей плодотворной деятельности со свойственным ему мастерством он развивал этот научный

„капитал“ так блестяще, что, будь в живых Hering, Garten и Langley, они бы столь же гордились Л. А., как сейчас по праву гордится И. П. Павлов. Во всяком случае западно-европейские учителя оставляли глубокую печать на формировавшемся талантливом молодом физиологе. Л. А. свой научный интерес не ограничивает даже этими кардинальными проблемами из различных областей физиологии. Он в этом отношении „жадный“ человек. Он читает, читает и изучает физиологию во всем ее объеме. Все его работы тогдашнего периода, а также работы поздних периодов показывают, до какой глубины и в каких широких пределах можно охватить основание проблемы физиологии, когда счастливо сочетаются талант, любовь и работоспособность в одном человеке.

Из западно-европейских учителей Л. А. следует особо выделить крупнейшего английского физиолога Langley, у которого Л. А. работал по физиологии вегетативной нервной системы. Langley выделить нужно потому, что, если Л. А. взятое в лабораториях Hering'a и Garten'a в своей будущей исследовательской деятельности мастерски развивал дальше, то „материал“, взятый из лаборатории Langley, он талантливо синтезировал с основным для себя „материалом“ школы И. П. Павлова и из этого синтетического „сырья“ построил основной корпус своего многогранного, оригинального по замыслу и монументального по построению учения, венца своей богатой научной констелляции. Речь идет об учении Л. А. о симпатической нервной системе.

По возвращении из-за границы Л. А. работает в лабораториях И. П. Павлова и ведет доцентский курс в Военно-медицинской Академии при его же кафедре. С 1914 г. начинает работать также в лаборатории, возглавляемой тогда П. Ф. Лесгафтом (ныне Научный институт им. Лесгафта). Октябрьская революция разрешает величайшую мировую социальную проблему в истории человечества; открываются широчайшие горизонты и перспективы для молодых и талантливых ученых. Л. А. избирается профессором в Петроградском сел.-хоз.

вузе, затем в Медицинском институте, а с 1924 г. после ухода И. П. Павлова — в Военно-медицинской академии. Тем временем бывшая захудалая лаборатория Лесгафта при ближайшем участии Л. А. реорганизуется в крупный Научно-исследовательский Институт, причем Л. А. возглавляет там вновь организованное физиологическое отделение, а также заведует кафедрой на высших физкультурных курсах. Позже Л. А. оставляет эту кафедру своему ученику проф. Н. Крестовникову (а еще раньше он оставляет кафедру в Сел.-хоз. вузе).

В 1930 г. Институт охраны материнства, младенчества и детства организует для Л. А. специальную лабораторию по возрастной физиологии, а в 1933 г. ВИЭМ организует мощную лабораторию по изучению сравнительной, частной и электрофизиологии. Сейчас в его четырех основных лабораториях работает воспитанный им огромный коллектив молодых и старых научных работников. Сейчас у Л. А. наилучшие условия, какие только могут быть созданы для развернутых широким фронтом научно-исследовательских работ, условия, которые могут быть созданы только пролетарским государством. Можно прямо сказать, что в творческой научно-исследовательской деятельности Л. А. (как и многих других советских ученых) Октябрьская революция явилась переломным пунктом. Правда, и до Октябрьской революции Л. А. имел за собой долголетний стаж научной работы и делал много ценных вкладов в науку, но основной рост его многогранной фигуры осуществляется именно после Октябрьской революции. Научная продукция лаборатории Л. А. охватывает почти все основные отделы физиологии, как-то: пищеварение, сердечно-сосудистая система, обмен веществ и энергии, почки, инкреторная система, двигательная система, органы чувств, периферическая и центральная нервная система вообще, автономная нервная система в частности. Эти системы изучаются как в аспекте их связи с автономной нервной системой, так и в аспекте если можно так выразиться, интимной физиологии самих этих систем.

Сверх этого, Л. А. в последнее время включил в широкий и разнообразный фронт своей научной деятельности также вопросы возрастной и сравнительной физиологии. Но и перечисленное не исчерпывает круг вопросов, исследуемых в лабораториях Л. А.

Кто хоть поверхностно знаком с современным состоянием развития физиологической науки, с тем, какая огромная физиологическая литература издается сейчас, тот легко поймет, с какими трудностями связана исследовательская работа по всему широкому фронту актуальных физиологических задач. Лично я затрудняюсь назвать еще одного физиолога в мире, который бы так широко охватил физиологию и так успешно справлялся с такой неимоверно трудной задачей, как Л. А. Отмечу вскользь, что, помимо всего прочего, представление в лабораториях, руководимых одним и тем же лицом, различных отделов физиологии в таком широком размере, разработка их разнообразными новейшими методами и методиками физиологического и биохимического эксперимента — имеют огромное значение для всестороннего научного воспитания новых научных кадров.

В этом очерке нет возможности, да и нет надобности останавливаться на всех достижениях, сделанных в лабораториях Л. А., останавливаясь вкратце на характерных, ведущих линиях. Подчеркну только, что почти вся научная продукция, связанная с именем Л. А. как в целом, так и в деталях, носит глубокую печать широты и глубины размаха, а также оригинальности — свойства, которыми по праву славится физиологическая мысль нашей страны со времени Сеченова. Однако вся сила мысли и весь размах творческой исследовательской работы Л. А. особенно ярко и красочно вырисовываются в области физиологии автономной нервной системы. Я попытаюсь в кратких чертах охарактеризовать этот — по роду, росту и оформлению — чисто советский вклад Л. А. в мировую физиологическую науку по этому важнейшему вопросу — автономной нервной системе.

60 Физиологией и морфологией автономной нервной системы в науке

стали заниматься еще в начале XVIII века. С тех пор знание об автономной нервной системе зигзагообразно, но непрестанно подвигалось вперед.

В продолжение XVIII—XIX веков ряд выдающихся мыслителей и исследователей (Winslow, Petit, Haller, Remak, Johnstone, Bichat, Beck и др.) из общего ресурса нервной системы сложных организмов выделили особую группу нервных образований и под различными названиями (непроизвольный, симпатический, ганглионарный, автономный, вегетативный), различными методами исследовали этот раздел нервной системы. Несмотря на огромное значение результатов этих работ для развития науки, все же данные, полученные этими исследователями, характеризовались бессистемностью, бедностью и зачастую носили метафизический характер. Существенные вклады в дело развития учения об автономной нервной системе были сделаны позднейшими исследователями (напр. Claude Bernard'ом), но решительным сдвигом были исследования двух крупных английских исследователей Gaskell и Langley, которые, блестяще сочетая гистологические и физиологические методы исследования, не только обогатили науку результатами своих замечательных эмпирических открытий в этой области, но и систематизировали весь существующий материал в этой области в цельную систему.

Для обозначения этой системы эти два исследователя пользовались различными терминами (Gaskell — непроизвольная нервная система, Langley — автономная нервная система), и нельзя сказать, что их исследования и воззрения на предмет были совершенно идентичны; однако, в основном они пришли к почти одним и тем же выводам и дополняли друг друга. Здесь не место останавливаться на подробном описании данных и взглядов этих двух ученых на предмет в целом и в частности. Отмечу только, что воззрения и классификация Langley нашли как бы больший отклик в физиологии и легли в основу современного учения об автономной нервной системе. Представления Langley были примерно таковы. Всю стволую часть центральной нервной системы и двигательные

нервы (эфферентные нервы) Langley разделял на две группы: соматические и автономные. Чувствительную половину нервной системы он не разделял на группы. Соматическая — это та часть, которая иннервирует скелетную мускулатуру; эта часть занимает почти всю длину стволовой части центральной нервной системы (со спинного мозга и до таламуса в головном мозгу) и почти по всей своей длине отправляет двигательные нервы к скелетным мышцам. Автономная часть в центральной нервной системе занимает отдельные очаги и отправляет нервные волокна к гладкой мускулатуре кишечника тракта, сосудистой системы и других органов, к железистым органам и к ряду других систем. В дальнейшей систематизации Langley группу автономной нервной системы разделял на симпатическую и парасимпатическую систему. В аспекте этого очерка я хотел особо подчеркнуть то обстоятельство, что Langley считал, что скелетная мускулатура — это та система органов, которая не получает автономной иннервации. Свою известную книгу он прямо начинает со слов: „Автономная нервная система состоит из нервных клеток и нервных волокон, проводящих возбуждение центрально по направлению к тканям, построенным не из многоядерной поперечнополосатой мускулатуры“. Еще при его жизни (он скончался в 1925 г.) ряд русских и западно-европейских ученых, гистологов и физиологов (Чирьев, Bremer, Perroncito, Mosso, Boeke, Agdur, De Boer, Dusser de Varenne и др.) подняли вопрос об отношении симпатической нервной системы к скелетной мускулатуре в положительном смысле. Были и возражения со стороны ряда других экспериментаторов и исследователей (Кульчицкий, Kuno, Brücke, Magnus, lansma, Ducceschi, Van Rynberk и др.). Langley, внимательно прислушиваясь ко всему этому и критически разбирая весь материал, пришел к выводу, что гистологические данные относительно части скелетной мускулатуры, повидимому, верны; однако, физиологические данные в пользу того, что симпатические нервы прямым образом обуславливают тонус этих

мышц, Langley считал недостаточно аргументированными и убедительными. Полученные некоторые данные он объяснял сосудодвигательными изменениями.

И вот на этом фоне Л. А. с 1921 — 1922 гг. начинает, вернее возобновляет, свою работу в области физиологии автономной нервной системы, — работу, которая, молниеносно развиваясь в течение сравнительно короткого промежутка времени, создала ему и его школе заслуженную славу. Л. А. начал свою атаку на самый больной пункт в физиологии автономной нервной системы того времени, именно на симпатическую иннервацию скелетной мускулатуры.

Будучи даже не в курсе дела ряда новых гистологических данных западно-европейских ученых, о которых только что шла речь, Л. А. исходил из двух глубоко-теоретических предпосылок. Одна предпосылка базировалась на факте эмбриологического средства скелетной мускулатуры с гладкими мышцами и с сердечной мускулатурой, которые имеют симпатическую иннервацию. Если две ветви из одного корня имеют симпатическую иннервацию, то закономерно предполагать, что третья ветвь тоже имеет ее, но, в силу своеобразия дальнейшего развития, она, эта иннервация, наслаивалась соматической иннервацией и отодвинулась на задний план. Вторым исходным пунктом послужили факты, связанные с очагами усиленной теплопродукции в результате так называемого теплового укола в высшие симпатические центры. Имелись резкие доводы в пользу того, что этими очагами являются внутренние органы, которые, как известно, имеют симпатическую иннервацию. Имелись, однако, указания также на то, что очагом усиленной теплопродукции после „укола“ является также скелетная мускулатура. Эти факты противопоставлялись друг другу и считались непримиримыми, ибо для скелетной мускулатуры не допускали симпатическую иннервацию. Л. А. предполагает, что, если его теоретические предпосылки о том, что симпатическая нервная система иннервирует скелетную мускулатуру, верны, то эти

две группы фактов друг другу не противоречат, а взаимно одна другую дополняют.

Эта линия теоретических предпосылок скрещивается с линией, идущей от Павлова. На основании своей диссертационной работы и ряда поздних наблюдений И. П. Павлов в 1921 г. развивает теорию об особых трофических нервах, которые в отличие от функциональных нервов не вызывают непосредственную работу иннервируемого органа, а регулируют интимные процессы в них, изменяют функциональное состояние данного рабочего органа и в результате изменяют его работу в ту или иную сторону. Л. А. в отношении симпатической иннервации скелетной мускулатуры исходил именно из этих позиций, допуская, что симпатическая система для скелетной мускулатуры является трофической (в павловском смысле) нервной системой, а не функциональной нервной системой, как это ошибочно допускали Mosso, De Voer и др. Больше того, Л. А. полагает, что с точки зрения исторического развития симпатическая иннервация скелетной мускулатуры является более древней, чем соматическая иннервация; что эта последняя система впоследствии наслаивается, приобретает доминирующую роль, отодвигает симпатическую иннервацию на задний план, но не устраняет ее целиком. И задача в том, чтоб раскрыть трофическую роль симпатической системы для скелетной мускулатуры.

Имея почти готовую, теоретически правильно построенную схему, Л. А. совместно с группой молодых сотрудников приступает к экспериментальной работе. И проделанные эксперименты полностью подтвердили его теоретические конструкции. Было показано, что, если раздражением соматического нерва вызвать работу скелетной мышцы и довести ее до известной стадии утомления и в это время присоединить также раздражение симпатического нерва, идущего к конечности, то утомленная мышца до известной степени улучшает свою работу на более или менее долгий срок. Было показано, что симпатикус изменяет также возбу-

димость скелетного нервомышечного прибора. Было показано, что симпатикус изменяет электропроводящие свойства скелетной мускулатуры и т. д.

Хотелось бы подчеркнуть, что именно такой подход, такое решение кардинальных физиологических проблем, когда раньше глубоко-теоретически вырисовывается и осмысливается проблема, затем экспериментально она подтверждается, — для нашей науки, которая все еще продолжает оставаться в основном эмпирической, является редким явлением. В этом вся сила мысли Л. А. Конечно, и тут так же, как и в других областях человеческого знания и практики, дало себя знать известное положение философии марксизма-ленинизма о ведущей роли теоретического мышления в экспериментальной работе. Эксперименты оплодотворяли теорию, возникшую в свою очередь из известных фактов, и, в результате дальнейшего их переплетения и взаимодействия, начатое дело, с точки зрения теоретической, все больше и больше развивалось, а эксперимент захватывал все большие и большие круги новых вопросов и даже новых областей. В отношении симпатической иннервации скелетной мускулатуры были накоплены новые факты, детализировались старые. Было найдено, например, что, действительно, симпатическая система имеет отношение к тонической деятельности этой мускулатуры; однако, она и тут не является функциональной нервной системой, а трофической системой, регулирующей, адаптирующей этот вид деятельности мышц. В аспекте симпатической иннервации начались бурные исследования в области физиологии периферических рецепторов (органов чувств) и даже центральной нервной системы. Был обнаружен целый ряд совершенно новых и кардинальных закономерностей. Целый ряд учеников Л. А. показал, что симпатическая нервная система оказывает адаптационное, регулирующее (в павловском смысле — трофическое) влияние на функциональное состояние и на работу периферических рецепторов, спинного мозга, продолговатого мозга, таламической области центральной нервной системы, больших полушарий головного мозга,

на ряд процессов самих соматических нервных волокон и т. д. В результате этих и ряда других аналогичных по направленности работ в других областях физиологии выросло монументальное, целостное учение Л. А. о симпатической нервной системе, как об универсальной нервной системе, регулирующей все разнообразные процессы всех систем в сложном организме; и Л. А. имел основания формулировать Langley заменить своей: „Симпатическая нервная система поистине универсальная, воздействует на все виды мышечной ткани, так же, как и на все другие ткани организма“.

Кстати, многие ошибочно думают, что учение Л. А. ограничивается лишь симпатической иннервацией скелетной мускулатуры. Это — неверное воззрение. Во-первых, как с точки зрения принципиальной, так и с точки зрения оригинальности и важности, работы в области симпатической иннервации периферических рецепторов и центральной нервной системы — ничуть неменьшего значения, чем работы, касающиеся скелетной мускулатуры. Кроме того, это — цельное, монолитное учение, которое имеет свои более важные и менее важные стороны, учение, которое является ценнейшим вкладом в мировую науку и которое сильно волнует мировые научные круги.

Надо сказать, что почти сразу же после появления экспериментальных данных из лаборатории Л. А. по упомянутым вопросам, в Союзе и во всем мире научные круги приковывали к ним свое внимание и стали вначале проверять их, а многие из них в последние годы дальше разрабатывать ряд вопросов, берущих начало из школы Орбели. Вначале со стороны нескольких ученых Союза и Запада был ряд поспешных и ошибочных возражений против даже фактической стороны данных лаборатории Л. А. Однако, вскоре некоторые из этих работников принуждены были отказаться от этих своих возражений. Но зато громадное большинство авторитетных ученых Союза и многих стран мира, вовлеченных в дело, подтвердило эти данные и признают их абсолютную правильность. Что же касается до общетеоретических принципов, то по понят-

ной причине пока отсутствует единодушное отношение научного мира к ним. Некоторые круги принимают их, другие не высказывают своего к ним отношения, имеются также ученые, которые не соглашаются с ними.

Так, основные экспериментальные данные школы Л. А., касающиеся симпатической иннервации скелетной мускулатуры, подтвердились Некрасовым, Беритовым и сотрудниками, Кирзоном и др. в Союзе, рядом работ из лаборатории Lapiçque, Gildemeister, Maibach, Baetjer, Van-Dijk работами Nakanisch, Coutts a. Tiegs и др. за границей.

В самое последнее время проверкой данных школы Л. А. в области симпатической иннервации центральной нервной системы и периферических рецепторов стали усиленно заниматься широкие круги западно-европейских и японских ученых. В этой связи можно назвать Lapiçque, Brücke, Ken-Kure, Achelis, Altenburger, Krohl, Rosenberg, Sager-Charlet, Bodelman, Fredericq, Field, Gilbert и др. Почти все они подтвердили эти данные, а многие из них развернули широкую исследовательскую работу в том же направлении под очевидным влиянием школы Орбели. Больше того, идя по тому же течению, многие из них теперь развивают учение о тройной иннервации скелетной мускулатуры, т. е. иннервации не только со стороны соматических и симпатических систем, но и со стороны парасимпатической нервной системы (Ken-Kure, Achelis и др.).

Из других вопросов, разрабатываемых в лабораториях Л. А., я хотел вкратце остановиться на одном вопросе, который иллюстрирует характерный для Орбели исторический и глубокий подход к кардинальным проблемам физиологии. Это вопрос о возникновении спинномозговой координации высших животных. На основании своих наблюдений и ряда данных в физиологии, Л. А. развивал учение о возникновении спинномозговой координации примерно такой конструкции. У дальних предков высших животных имела место хаотическая деятельность центрального нервного аппарата. На основании механической конкуренции мышц на пери-

ферии и на основании исходящих от них и передаваемых в центральный нервный аппарат импульсов, в последнем помощью процесса возбуждения, а впоследствии и процесса торможения возникают и формируются связи, примерно таким образом и такого характера, как это мы имеем при образовании и оформлении связей условных рефлексов в коре больших полушарий высших животных. Затем в дальнейшем историческом развитии эти связи постепенно фиксируются и передаются по наследству как готовый координирующий, иннервационный аппарат. Взгляды, что наследственно-передаваемые фиксированные виды нервной деятельности

являются продуктом выработки в процессе развития, существовали в биологии и раньше, но они большей частью носили спекулятивный характер, и в них не вырисовывалась картина этой выработки с точки зрения физиологических понятий. Хотя эта теория Л. А. еще не имеет за собой таких веских и безоговорочных экспериментальных доказательств, как его учение о симпатической нервной системе, но она уже сейчас имеет подкрепление со стороны целого ряда фактов, и ей предстоит большое будущее. Гарантией этого является то, что она находится в руках Леона Абгаровича Орбели, заслуженного деятеля науки Советской земли.

## НОВОСТИ НАУКИ

### ФИЗИКА

**Акустический метод диагноза нервных болезней.** В течение ряда лет в одной из лондонских нервных клиник при содействии кинофирмы, производящей звуковые фильмы, применяется регистрация речи больных для постановки диагноза при некоторых нервных болезнях, преимущественно при особом заболевании центральной нервной системы, так называемом рассеянном склерозе (*sclerosis disseminata*). Как показали наблюдения над многими сотнями больных, при этой болезни всегда наблюдается явление таксии в области дыхательных путей. Звуковая дорожка, получаемая при записи на кино-пленке гласной *a*, состоит из подобных друг другу участков, начинающихся резким и узким возвышением кривой, соответствующим прохождению струи воздуха через голосовые связки. Время между двумя последовательными возвышениями кривой, называемое периодом, является для здорового организма величиной постоянной или незначительно и плавно меняющейся. Такое состояние мускулов, регулирующих натяжение голосовых связок и указывающее на их хорошую координацию, носит название эйтаксии. Звуковые дорожки, получаемые при регистрации гласной *a*, произносимой больными, носят другой характер, а именно период является далеко непостоянным, но внезапно и значительно меняющимся. Подобное состояние называется атаксией. Среднее отклонение отдельного измерения от средней величины периода, выраженное в процентах, принимается за количественную меру степени атаксии. Для здорового человека это составляет в среднем 4<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, а для больного оно может быть равно (в приведенных автором частых случаях) 17<sup>0</sup>/<sub>0</sub> и 33<sup>0</sup>/<sub>0</sub>. Обратная этим цифрам величина может служить мерою

эйтаксии. Соответствующие цифры для приведенных трех примеров будут 25 (для здорового организма) и 6 и 3 (для больного). При этом надо отметить, что, несмотря на большую разницу в цифрах, получающуюся для больного и здорового организма, уху никакой аномалии в речи больных на данной стадии болезни не улавливается. Этот метод дает возможность количественно оценивать степень развития симптома таксии, а следовательно, и всей болезни. Хотя этот симптом наблюдается также и при других болезнях, но их общая клиническая картина настолько отличается от явлений рассеянного склероза, что возможность ошибки совершенно исключена.

Следует отметить большую ценность этого принципа, дополняющего или даже заменяющего субъективный клинический диагноз количеством, полученным непосредственно из физических измерений. Что же касается до самой методики, то введение вместо среднего отклонения так называемой средней ошибки по правилам метода наименьших квадратов было бы более строгим.

*Б. Шпаковский.*

### ГЕОЛОГИЯ

#### Минералогия

**Падение метеорита 25 XII 1933 г. в Тарском округе Западно-Сибирского края.** 25 декабря 1933 г., около 4 часов утра по местному времени, близ села Васис, Тарского района, при характерных явлениях, сопровождающих вторжение космических тел в земную атмосферу, имело место падение метеорита. Метеорит упал в небольшое озеро около хутора Киксинского (Кикси), находящегося в 3 км к югу от с. Васис, проломил лед

толщиною в 40 см и затонул. Предварительное обследование, произведенное по поручению Зап.-Сиб. краевого музея председателем Васиского сельсовета совместно с инспектором Тарского отдела народного образования, установило следующее. Озеро расположено в болотистой местности по правому берегу р. Шиш, правого притока Иртыша. Длина его 48 м, ширина 25 м. Метеорит упал всего в 4 м от северного берега озера. Прямой пролом льда, с резкими угловатыми краями, трапециoidalного очертания, имеет 170 см длины и 120 см ширины. Глубина озера в этом месте 260 см, толщина ила на дне озера — 320 см. Спустя около 3 часов после падения было замечено, что пролом, сделанный метеоритом, совершенно свободен от льда и что ледяной покров на всей площади озера опустился и вода выступила над льдом на 20 см. Из пробоины до вечера того же дня шел пар „с запахом серы“, и сама вода имела серный вкус. Омским Бюро краеведения намечаются меры к поискам затонувшего метеорита.

*Проф. П. Драверт.*

**О массовом падении метеоритов в 1290 г.** В связи с заметкой В. А. Обручева в „Природе“ № 5—6, 1933 г. о явлении падения метеоритов в Киренске, уместно будет вспомнить аналогичное явление, происшедшее около 650 лет тому назад. Это несомненно интересный случай массового падения метеоритов, происшедший 25 июня 1290 г. в окрестностях г. Великого Устюга. Явление это послужило поводом для создания легенды о „чуде“ спасения города от „каменно-огненной тучи“ молитвами местного святого Прокопия Праведного. Легенда эта пользовалась широким распространением, да возможно, что и теперь еще имеет известное влияние на умы местного населения. Поэтому научное расследование этого феномена имело бы особенно важное значение. В научной литературе он неоднократно привлекал внимание ученых. Сошлюсь, например, на статью гор. инж. М. П. Мельникова в „Горном журнале“ (Мельников, М. П., горн. инж. Историческая справка о падении метеоритов в Устюге-Великом в 1290 г. Горн. журн., 1891, № 1, стр. 101—109). В ней приводятся интересные подробности описания этого явления современниками. Вот наиболее интересные выдержки:

„... Выписка из рукописи г. Саввантова, заключающей сборник легенд XV века... «Бысть же во вторую неделю о полудни, найде внезапно над град Устюг облак темен и бысть яко нош темная: людие же видавши града того такового необычайное превеликое чудо и о сем недоумевахуся, что се бысть. И посем явишася и восстаха со все чегыре страны тучи великия, из них же исхождаше молния огненная беспрестанни и грому убо многу и страшну бывшу (зело) над градом Устюгом, якоже не слышати что друг со другом глаголати, яко же иб и земли от того страшного груса непрестанно колебатися и трястися, огненная же тучи хотяху в скоре соступитья вместо: тогда же бывшу от молнии и от грому огненного зноу превелику зело». Конец этого явления описывается так: «И в той час бысть тишина велия и не бысть молнии и грому и разводящся

облацы огненни на все страны и подоста на места пустынные и тамо попалиша многия лесы и дедри, тем многим и бесчисленным каменнем ови дресеса из корени избиша, а иния в полы положиша». «Ог Устюга же та пустыня отстоит 20 поприш, именуется Котовавальская весь, в нуже испадоша из тоя тучи превеликое камене на землю ту» (Мельников, стр. 103—104).

Другое описание того же явления: „В воскресенье в полдень (25 июня) явилось на небосклоне черное облако: приближаясь к городу, оно стало расти более и более, так что наконец день превратился в темную ночь. Молнии бегали огненными полосами и страшные грохоты грома раскатывались в воздухе не прерываясь ни на минуту; от громовых ударов тряслись стены зданий и от оглушительных звуков не слышно было людского голоса“ (Там же, стр. 103).

Дело в том, что до сих пор (насколько мне известно) место, описываемое легендой в Котовавальской часовни, долгое время считавшееся за подлинное место „чуда“, на самом деле является большой россыпью — вероятно мореною — огромных, но самых обыкновенных валунов гранита, гнейса и даже известняка, как это видно из той же статьи М. П. Мельникова. Знаменитый „огненный“ камень, находившийся на пьедестале у одной из церквей Устюга, является также хорошо отполированным валуном гранита.

М. П. Мельников, установив в вышецитированной статье неправильность места падения метеоритов, указал на желательность его розысков, но по его мнению эти исследования должны быть произведены... „нашим духовенством“ и в первую очередь „богатой Соловецкой обителью“. Поистине обращение не по адресу!

Расследование этого явления нужно произвести, ибо; помимо большой научной ценности, оно будет иметь весьма актуальное значение для ликвидации еще одной суеверной легенды.

*А. Максимов.*

### *Геофизика*

**Новые данные о снеге** (синтез морозной пыли). Новейшие открытия в области изотопии элементов, из которых состоит вода — это самое распространенное и, как казалось до последнего времени, самое простое соединение из всех встречающихся на земной поверхности — совершенно опрокидывают все прежние представления о многочисленных процессах, в которых вода принимает участие. Если уже доказано, что в природе реально существуют различные виды воды, различные изотопомерные воды с молекулярным весом 18 ( $H_1H_1O_{16}$ ); 20 ( $H_2H_2O_{16}$ ); 19 ( $H_2H_2O_{16}$ ); 20 ( $H_1H_1O_{18}$ ); 22 ( $H_2H_2O_{18}$ ); 21 ( $H_2H_2O_{18}$ ), то должны существовать также разные водородные и гидроксильные ионы  $H_1$ ;  $H_2$ ;  $O_{16}H_1$ ;  $O_{16}H_2$ ;  $O_{18}H_1$ ;  $O_{18}H_2$ , обладающие несомненно особыми свойствами.

Вхождение изотопов водорода ( $H_1$  и  $H_2$ ) и кислорода ( $O_{16}$ ,  $O_{17}$ ,  $O_{18}$ ) в состав органических соединений создает чудовищные возможности образования неисчислимыи изотопомеров.

Независимо от своих изотопомеров, вода имеет целый ряд особых состояний полимериза-

ции (моно-, ди-, три- и полигидроли), а также особые физические состояния, характеризующиеся точками замерзания, кипения и т. п.

P. W. Bridgmann установил существование 6 особых форм льда.

Особую форму существования воды представляет собой снег; это неустойчивый минерал или многокомпонентная система, состоящая из льда I и воздуха. Он встречается в природе в виде кристаллов, как фирновый снег, фирновый лед, глетчерный лед. До сих пор не удавалось получить снег синтетически.

Своеобразное случайное образование снега наблюдалось 200 лет назад в Лапландии и в Петербурге, когда при совершенно бесснежной погоде падал снег в открытое окно теплой комнаты. В 1930 г. было M. Hoffmann<sup>o</sup> наблюдаемо при безоблачном небе и морозе в 10° выпадение снега в большом зале вокзала в городе Халле, тогда как на улице никакого снега не было.

Кристаллы снега образуются на внутренней и наружной поверхностях холодильных машин, напр. машины Линде для получения жидкого воздуха. В полярных и высокогорных областях выдыхаемые человеком водяные пары превращаются в кристаллы снега.

Adams в 1930 г. приготвил синтетические кристаллы снега путем охлаждения водяных паров в особо сконструированных сосудах и получил отдельные кристаллы величиной до 2 мм. Синтетические кристаллы ничем не отличались от естественных. Внешний вид отдельных кристаллов зависел от условий их образования, т. е. от содержания водяных паров и от температуры.

Особую форму снега представляет снежная пыль, которая состоит из зернистых скоплений кристаллов. Синтетическая снежная или морозная пыль образуется, если воду при 0° взвихривать в присутствии небольших количеств веществ, вызывающих вспенивание и увеличение поверхности при температуре воздуха не более минус 3°. Такого рода снегообразователем является, напр., сапонин и другие флотационные вещества.

Синтетический снег ничем не отличается от естественной морозной пыли; оба они показывают двойное преломление и имеют одинаковый вид под микроскопом, состоят из удлиненных, отчасти закругленных кристаллических агрегатов зерен, вмещающих включения воздушных пузырьков величиной в 1 мм. В свежес выпавшем снеге кристаллы содержат воздушные пузырьки еще меньших размеров, а именно около 0,04 мм.

Под водяным числом снега понимают то количество воды, которое дает 1 куб. см снега после таяния. Это число тем меньше, чем больше включений воздуха содержится в снеге. Обычно 1 куб. см снега дает 0,05—0,15 куб. см воды; старый слежавшийся снег дает 0,2 куб. см, синтетический снег 0,08 куб. см. Лед, лишенный воздуха, имеет водяное число 0,9 куб. см, лед, полученный в холодильных машинах — 0,3 куб. см.

Вследствие включений воздуха снег имеет меньший удельный вес, чем лед; для синтетического снега найдено при 0° 0,905, а для льда I — 0,916.

С физико-химической точки зрения снег представляет многофазную систему из льда I, жидкой воды, водяного пара и воздуха.

Образование снега на воздухе могло бы происходить либо из насыщенной газовой фазы на высоте в 40 км, либо из воды и воздуха на значительно меньшей высоте. Первое предположение невозможно с метеорологической точки зрения, второе нельзя исключить при допущении парения в воздухе мельчайших водяных капель. A. Hoffmann полагает, что образование снеговых кристаллов происходит из пересыщенной водяными парами фазы. Природный снег образуется посредством сублимации из газовой фазы, а лед I путем кристаллизации из жидкой фазы.

Проф. В. Садиков.

#### Литература

- Doelter. Handbuch der Mineralchemie, III, 1, 855 (1918).  
 Hintze. Handbuch der Mineralogie, I, 2, 1211 (1915).  
 Rosenbusch-Wülfing-Mügge. Mikroskopische Physiographie der Mineralien und Gesteine, I, 2, 147 (1927).  
 Kassner. Wolken und Niederschläge, 1926.  
 Hellmann. Schneekrystall, 1893.  
 Adams. Physical Review (2) 35, 103; Chem. Zentrbl., 1930, II, 2867, 2482; Proc. Roy. Soc., 128, 588.  
 Supan-Obst. Grundzüge der physikalischen Erdkunde, 1927.  
 Eggert. Lehrbuch der physikalischen Chemie, 1931.  
 Ephraim. Grundlinien der anorganischen Chemie, 1929.  
 Rinne. Chem. Zentrbl., 1917, II, 671; Gross. Ibid., 1919, III, 744; Barnes. Ibid., I, 482; Proc. Roy. Soc., Ser. A., 125, 670 (рентгеновские исследования льда).

#### Геохимия

##### Геохимия и кристаллохимия германия.

V. Goldschmidt различает следующие типы химических элементов в зависимости от местонахождения их в земной коре.

1. Атмофильные элементы находятся в атмосфере и в гидросфере, они летучи или дают летучие соединения. Это водород, азот, кислород, аргон, благородные газы.

2. Литофильные элементы находятся в литосфере и отличаются сильным сродством к кислороду. Это Na, Ca, Al, Si.

3. Халькофильные элементы находятся в сульфидоксидной оболочке халькосферы и отличаются сильным сродством к сере: Cu, Ag, As.

4. Сидерофильные элементы обладают малым сродством к кислороду и к сере и встречаются в виде соединений с железом.

5. Биофильные элементы преобладают в живом веществе биосферы.

6. Талассофильные элементы преобладают в воде океанов.

В настоящее время установлена определенная зависимость между частотой встречаемости или степенью сгущения или рассеивания того или иного химического элемента и величиной заряда его атома. Элементы с четным порядковым номером (четные элементы) встречаются в большем

количестве на земле, чем нечетные элементы (правило Oddo и Harkins'a). Частота встречаемости падает как для четных, так и для нечетных элементов с увеличением порядкового номера; встречаемость обратно пропорциональна седьмой степени порядкового номера (правило Goldschmidt'a).

Согласно вышеуказанным правилам германий, имеющий порядковый номер 32 должен обладать встречаемостью не меньшей, чем, напр., цинк, с порядковым номером 30. Цинк имеет пять изотопов с атомными весами  $^{64}$  (35.47%),  $^{66}$  (25.9%),  $^{68}$  (17.1%),  $^{67}$  (6.3%),  $^{70}$  (0.38%), а германий имеет семь изотопов:  $^{74}$  (35.47%),  $^{72}$  (25.4%),  $^{70}$  (19.7%),  $^{73}$  (9.2%) и  $^{76}$  (6.1%),  $^{75}$  (2.3%),  $^{71}$  (1.5%),  $^{77}$  (0.7%).

Однако германий считается чрезвычайно редким, весьма рассеянным элементом. Это противоречие между установленными правилами встречаемости и фактом чрезвычайного рассеивания германия представляет совершенно исключительный интерес.

Германий известен в качестве составной части немногих, редко находимых минералов. Впервые он открыт А. Weisbach'ом в аргиродите во Фрейберге (Саксонии) и в серебряных рудниках Ормо в Боливии. Аргиродит имеет формулу:  $3Ag_2S \cdot GeS_2$ , содержание германия достигает 70%.

Другой минерал канфисельдит содержит 1.82% германия.

Из германийсодержащих минералов известны еще следующие:

Германит  $Cu_5AsGeS_{12}$  или  $10Cu_2S \cdot 4GeS_2As_2S_3$  содержит 8.7% Ge или 0.76% Ga.

Ультрабазит  $11Ag_2S \cdot 28PbS \cdot 2Sb_2S_3 \cdot 3GeS_2$  содержит 2% Ge.

Тетраэдрит  $4Cu_2S \cdot Sb_2S_3$  содержит 6.2% Ge.

Энарцит  $3Cu_2S \cdot As_2S_3$  заключает примесь  $GeO_2$  в количестве от 0.013 до 0.033%.

Германий в виде примеси находится в цинковых обманках Миссури и Висконзина в количестве до 0.01%. Из 550 кг мексиканской цинковой руды было получено 5 г германия.

В рудничных водах было найдено 0.29%  $GeO_2$  в остатке от выпаривания. Он найден во всех минеральных водах Франции. При выпаривании 250 тыс. л воды Виши было выделено 0.06 г германия.

В земной коре распространение германия составляет  $n \cdot 10^{-12}$  по старым данным Vogt и  $n \cdot 10^{-10}$  по Clarke и Washington. По новейшим данным содержание германия в земной коре составляет  $n \cdot 10^{-4}$ , тогда как для цинка оно равно  $n \cdot 10^{-3}$ . Cornes обнаружил германий в золе морских алыг, а Zbinden в золе крови и органов.

Разделение элементов при магматических процессах может совершаться: 1) либо путем распределения их между расплавом NiFe, FeS, силикатным расплавом и парообразной фазой; 2) либо путем распределения между кристаллами и маточным раствором при дробной кристаллизации растворенных веществ; 3) либо путем последовательных выщелачиваний и осадений минеральных веществ циркулирующими водными растворами. Здесь особое значение приобретают

редуктивно-окислительные потенциалы, конденсация водородных ионов и феномены адсорбции.

Выделение германиевых минералов осуществляется либо в пегматитовом процессе, либо из водных растворов. Благодаря своей халькофилии и сидерофилии германий выделялся на самых ранних стадиях образования земной коры и сосредоточивался в сульфидных массах. Германий поэтому встречается в железной и сульфидной фазах метеоритов. V. Goldschmidt исследовал австралийский метеорит из Cranbourne, состоящий из троилита (FeS). Содержание в нем германия равнялось 0.1%. Кроме Ge, в метеорите были обнаружены Cu, Zn, Ga, а также As, P, Sn, Mo, Ru и, наконец, Pt, Pd, Ir, Rh, Ag, Os, Au.

В метеоритах сидеритного типа, состоящих из Fe Papish и Hanford, нашли Ge и As. Сидеролиты (Fe и Si) и аэролиты не содержали германия.

V. Goldschmidt показал обогащение германием углей и углестых минералов.

$GeO_2$  сравнительно легко растворим в воде, и поэтому воды должны быть более обогащены германием, чем кремнием. Но  $GeO_2$  легко редуцируется углем, углестыми породами и адсорбируется ими или осаждается на них.

Уголь кроме германия аналогичным образом кумулирует редкие элементы из класса редких земель.

Нахождение германия в углях V. Goldschmidt'ом было доказано:

1. по спектральным линиям 2651.15; 2651.60; 2754.59; 2592.55. Интенсивности линий были сравнены со смесью  $SiO_2$  и  $GeO_2$ .

2. по рентгеновским линиям  $K\alpha_1$ ,  $K\alpha_2$ ,  $K\beta_1$  и  $K\beta_2$ ; сравнение интенсивности по K-спектру Cu и Ga.

Несомненно, часть германия теряется при сжигании углей в виде паров металла или GeS.

Действительно, в летучей части золы (золевой пыли), в саже и в каменноугольной смоле (Pech) был найден германий: в углях от 0.001 до 0.01% Ge; в пыли золы от 0.01 до 0.1% и даже иногда до 0.5% Ge; в саже от 0.01 до 0.1% Ge.

В саже, кроме германия, находится мышьяк в большем количестве, чем германий. Профессиональные заболевания трубочистов, повидному, можно приписать отравлению мышьяком.

Вышеуказанные выходы германия из каменноугольной золы и погонов указывают на возможность технического получения германия, весьма нужного для промышленности легких сплавов.

Прибавка германия в количестве 1.2—1.6% сообщает алюминию большую твердость и большую способность к прокатке (дуралюминий, лаурал, алюминор). Весьма ценными свойствами обладают сплавы AlMg при содержании в них 5% Ge. Прибавление Ge к стали предохраняет ее от коррозии.

Затем германий дает стекло, отличающееся высоким преломлением и дисперсией, а также большей легкоплавкостью; были получены фаянс, кроун, бораткроун, барий кроун. Наконец, препараты германия имеют значение при лечении злокачественной анемии. Содержание германия в крови имеет, повидному, отношение к стимуляции кроветворения.

Исследования V. Goldschmidt'a в области кристаллохимии германия показали его весьма

близкое сходство с кремнием. Известен ряд пар химических элементов, весьма близких между собою кристаллохимически. Это можно усмотреть из следующей таблицы:

	Химические пары элементов	Их номер	Радиус ионов в Å
1	Mg . . . . .	12	0.78
	Zn . . . . .	30	0.83
2	Al . . . . .	13	0.57
	Ga . . . . .	31	0.62
3	Si . . . . .	14	0.39
	Ge . . . . .	32	0.44
4	P . . . . .	15	0.35
	As . . . . .	33	0.40
5	S . . . . .	16	0.30
	Se . . . . .	34	0.35

Еще отчетливее видна близость германия и кремния при рассмотрении ионизационных напряжений различных ступеней ионизации, выраженных в вольтах:

Ge I 7.85 Ge II 15.60 Ge III 31.97 Ge IV 45.50  
Si I 8.12 Si II 16.27 Si III 33.35 Si IV 44.95

I, II, III, IV выражают различные степени ионизации.

Ge I<sub>4</sub> и SiI<sub>4</sub> имеют почти одинаковые молекулярные решетки; GeO<sub>2</sub> и SiO<sub>2</sub> также имеют близкие координационные решетки. Силикаты и германаты обладают одинаковым кристаллическим строением и способностью образования комплексных ионов с кислородом.

V. Goldschmidt синтезировал целый ряд аналогов силикатов, в которых кремний был заменен германием:

Силикаты (минералы)		Синтетические германаты
1) Mg <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub> (форстерит)		Mg <sub>2</sub> GeO <sub>4</sub>
2) Sc <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>7</sub> (гортвейтит)		Sc <sub>2</sub> Ge <sub>2</sub> O <sub>7</sub>
3) BaTiSi <sub>2</sub> O <sub>9</sub> (бенатонит)		BaTiGe <sub>2</sub> O <sub>9</sub>
4) CaMg(SiO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> (диопсид)		CaMg(GeO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>
5) Zn <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub> (виллемит)		Zn <sub>2</sub> GeO <sub>4</sub>
6) Be <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub> (фенанит)		Be <sub>2</sub> GeO <sub>4</sub>

Силикаты и синтетические германаты имели почти одинаковые константы решетки.

Аналогичные алюмосиликатам и боросиликатам можно было получить и германосиликаты с размерами решетки, однако, на 1—3% большими, чем у кремнесоединений. Получены кварцеподобные кристаллы двуокиси германия.

Не всегда соединения германия изоморфны с соединениями кремния; при замене кремния германием иногда происходят преобразования кристаллической структуры.

Проф. В. Садиков.

## Литература

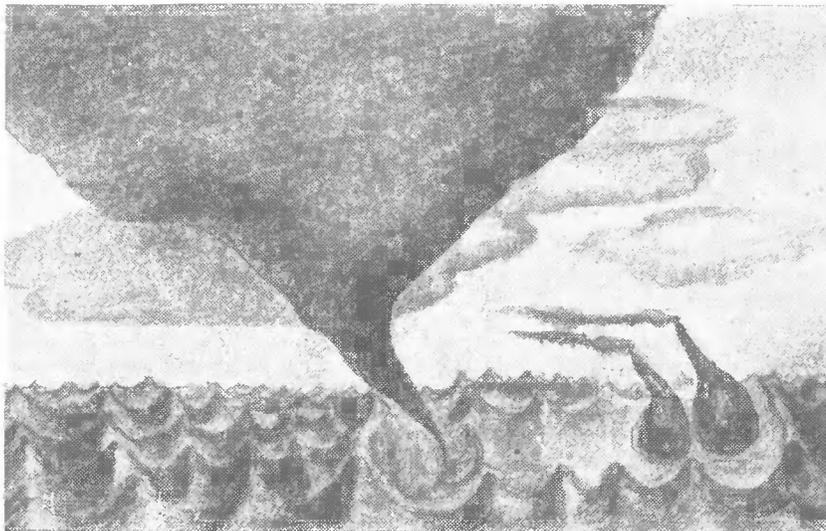
1. V. M. Goldschmidt. Über das Vorkommen des Germaniums in Steinkohlen und Steinkohlen-Produkten. Nachrichten von der Gesellschaft der Wissenschaft zu Göttingen, 1930, № 7, Fachgruppe III.
2. V. M. Goldschmidt. Zur Kristallchemie des Germaniums. Там же, 1931, № 12.
3. V. M. Goldschmidt. Naturwissenschaften 18, 1007 (1930).
4. V. M. Goldschmidt. Über das Vorkommen des Germaniums im Meteoriten von Cranbourne. Zeit. physik. Chem., Abt. A, 146, H. 5, 404 (1930).
5. V. M. Goldschmidt und L. Thomassen. Geochemische Verteilung der Elemente.
6. V. M. Goldschmidt. Probleme und Methoden der Geochemie. Beiträge zur Geophysik, 15, 38 (1926).
7. J. Papish. Economic Geologie, 24, 470 (1929).
8. H. N. Russel. On the Composition of the Sun's Atmosphere. Astrophys. Journ., 70, 11 (1929).
9. Information Circular. Gallium, Germanium, Indium and Scandium. I C. 6401 Nov. 1930. Department of Commerce. United States Bureau of Mine.
10. А. Е. Ферсман. Геохимия, т. I.

## Физическая география

**Явления смерчей.** Главу о смерчах Камилл Фламарион начал следующими замечательными словами метеоролога Пельтье: „Среди явлений, как бы нарушающих гармонию природы, вносящих ужас и разрушение всюду, где появляются, есть одно, замечательное по громадности размеров, по странности форм, по таинственности сил, которые им управляют, по кажущейся противоречивости законов, которым оно повинуетя, наконец и по бедствиям, им причиняемым. Самые эти бедствия сопровождаются такими исключительными обстоятельствами, что их нельзя смешать с другими, зависящими от других явлений, губельных для человечества. Это явление, столь страшное и необыкновенное, но к счастью, очень редкое в наших странах, носит теперь общее название смерча“ (Камилл Фламарион. Атмосфера).

Правильного теоретического обоснования самого явления смерча Фламарион не дает. Не дает он представления и о географическом пространстве этого явления, как не дают ответа на этот вопрос и другие авторы, описывающие явления смерча, если не считать общих фраз, указывающих, что в тропиках явление это наблюдается наиболее часто, а в полярных странах оно вовсе отсутствует.

Поэтому для нас не безразлично будет ознакомиться с указанием Платона Гамалея — моряка и академика в его „Теории и практике



Фиг. 1.

кораблеводства", 1806 г., где он пишет: „Сия явления обыкновенно после великих жаров случаются; и потому они жарким климатам и особенно Китайскому морю свойственны. Довольно часто показываются они и на Средиземном море, но в Балтийском и в других северных морях весьма редко“.

В данном случае нас интересует только то, что Платон Гамалея, повидимому, имел сведения о том, что и в Балтийском и других северных морях смерчи наблюдались. Во всяком случае цитируемый автор был в высшей степени добросовестным ученым, чтобы позволить себе голословные утверждения. Они навряд ли нашли бы место в его книге без особых оговорок.

Нас главным образом интересует последний вопрос — наблюдаются ли смерчи в Балтийском море с его заливами?

Вопрос этот бесспорно должен являться одним из актуальнейших вопросов наших дней, ибо Балтийское море с его заливами, преимущественно Финским, является наиболее используемым транспортным путем, по которому происходит сношение и грузооборот между наиболее крупными промышленными центрами государств, имеющих мировое экономическое и политическое значение.

Многие ли знают что-либо о смерчах Финского залива? По всей вероятности, нет. И не стоит удивляться, если этот вопрос зададим даже лицам, близко стоящим к вопросам мореплавания, и они отошлют вас к берегам Сицилии, в Индийский океан или даже Китайское море, но возможность встречи со смерчами в Финском заливе ими будет категорически отвергнута.

Ниже описан случай, имевший место 1 июня 1931 г. в западной части Финского залива и занесенный автором этих строк в его записную книжку.

Третий день подряд дул умеренный, при ясной погоде восточный ветер. Мы находились на пути между Ревелем и Гельсингфорсом.

Восточный ветер разогнал довольно значительную, прекрасную по своей правильной форме, волну, вал за валом которой правильными грядками катился с востока на запад. Волны не носили характера ветровых волн с покатостью одной из сторон более значительной, чем с другой, подверженной действию ветра, а были с совершенно одинаковыми покатоствами как с той, так и с другой стороны, т. е. были такими, какие вполне могут быть названы по своему строению трихоидальными волнами.

Волнение не давало возможность производить нам работы; поэтому корабли нашей экспедиции частью стали в море на якоря, тогда как другие, чтобы не отдавать якорей на 60-метровых глубинах, стали под кормой у первых на бакштавах. Не было ничего угрожающего, и суда мерно и спокойно покачивались.

1 июня около 12 ч. 15 м. я вышел на мостик посмотреть погоду. Прямо на запад мною было обнаружено черное облако, быстро увеличивающееся в своих размерах.

Следовательно, при восточном ветре с запада приближался шквал. Ждать было нечего, и я отдал приказание срочно приготовить машины. Насколько внезапно произошло все последующее, с какой большой силой и скоростью налетел вихрь, можно себе представить потому, что почти в одно мгновение с расстояния около 100 м перебросило корабль и прижало его к корме другого корабля, причем надо принять во внимание, что ряд подготовительных мер для съемки с места был уже сделан.

Я, как командир пострадавшего корабля, находился в это время на мостике и отдавал

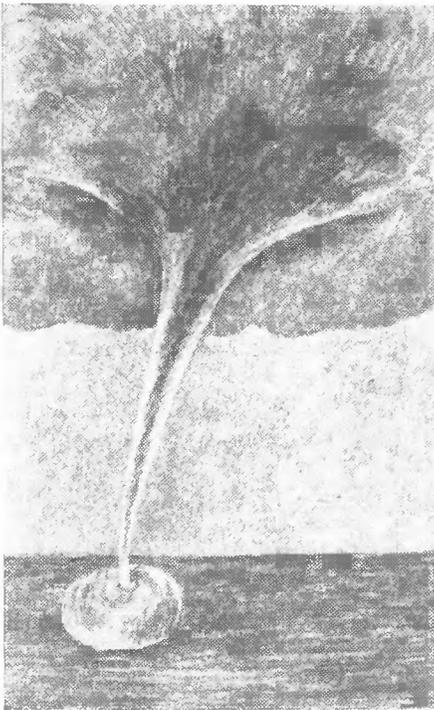
распоряжения, как вдруг чрезвычайно сильный порыв ветра накрыл нас, нечто на подобие сильного ливня обдало сразу же с головы до ног и в струях воды скрыло ближайшие предметы. Раздался сильный раскат грома, и стала часто блистать молния. „Смерч!“ — крикнул кто-то из команды, „смерч“ — подхватил другой, и я увидел, как с запада на восток пронеслось черное облако с хоботом, достигавшим почти воды, а впереди него на поверхности моря неслись две водяных воронки, вершины которых как бы курились, оставляя сверху водяной след, разлетающийся, как дым (фиг. 1).

Больше я не мог заниматься смерчем, так как требовалось возможно быстрее отойти в сторону от других кораблей.

В тот момент, когда налетел вихрь, море издало характерный сильный шум кипящей воды. Я видел, как волны были смяты сильным порывом, пропали и изгладились от него, а навстречу им побежали мелкие пенистые язычки-треугольники, циклоиды, имевшие совсем необычный и своеобразный вид.

В течение почти трех часов продолжались последствия смерча: шел дождь, очень долго бушевала гроза. Грозовые разряды вызывали беспокойство за людей, укреплявших грот-мачту, так как часто с разрядом молнии проскакивали через изоляторы вант электрические искры.

Как мне показалось, ширина вихревого явления не захватывала большого водного пространства и не превышала 0.75 км, но центром, надо полагать, она прошла через нас.



Фиг. 2.

Характерно, что свидетелей явления было достаточно много, но каждый видел нечто отличное от того, что видел другой. Автор этих строк сделал набросок того, как представлялся смерч ему. Просьба набросать рисунки и других очевидцев ни к чему не привела. А другие видели и больше и, может быть, более интересные фазы — и во всяком случае, не менее описывающего этот смерч.

Впоследствии в № 1 „Записок по гидрографии“ за 1933 г. была напечатана небольшая заметка Н. М. Федорова о смерчах в Финском заливе, в которой автор, описывая наблюдавшийся им смерч в той же части залива приводит свидетельство покойного преподавателя А. Н. Лосева по тому же вопросу в интересующем нас водном бассейне.

Летом 1933 г. мне довелось, но уже в восточной части Финского залива, вновь наблюдать смерчи.

Так, 26 июля корабль наш находился в Копорской губе. Утро было тихое, дул ветер с юга от 1 до 2 баллов. В 12 ч. 41 м. условного времени с запада налетел шквал с дождем и грозой, вскоре после которого вновь налетел шквал от того же румба. Временами шел дождь, и такая погода продолжалась до вечера. Ветер, казалось, окончательно установился западный.

К 19 ч. ветер снова стал дуть с юга.

К 19 ч. 22 м., находясь в пункте, координаты которого были  $\varphi = 59^{\circ}51'9''\text{N}$  и  $\lambda = 28^{\circ}46'9''\text{Ost}$  от Гринича, был замечен в восточном направлении от корабля, в расстоянии 3—3.5 миль смерч, который, образовавшись из отдельного дождевого облака с „занавесями“, как бы медленно двигался в направлении с востока на запад. Хобот смерча был сравнительно тонок, но зато на поверхности моря им была натянута солидная пенистая шапка воды (фиг. 2). Через 2 мин. 35 сек. (время фиксировалось секундомером) смерч рассыпался, и из облака начал формироваться второй хобот. Этот последний, не дотянувшись до поверхности воды, минуты через 2 или 3 как бы всосался облаком обратно и больше уже не появлялся (фиг. 2б).

В 19 ч. 28 м. опять пошел дождь; облако же, дававшее смерчи, далеко ушло на север. В дальнейшем в облаке не наблюдалось какой-либо деятельности.

Возвратимся к самому смерчу. Явление это не носило какого-либо грозного характера. Вид тонкого хобота не внушал каких-либо опасений, тем более, что движение его, приближавшее смерч к кораблю, было весьма медленным. Он не был столь грозен, как смерч, наблюдавшийся в 1931 г.

Характерно и интересно было исчезновение первого смерча (фиг. 2). Он разорвался на три части: осталась хобот, идущий от облака, далее следовал разрыв, за ним в воздухе висела оторвавшаяся часть хобота, затем опять интервал в месте разрыва, и вновь небольшая часть хобота с пенистой шапкой воды, возвышавшегося над поверхностью моря (фиг. 2а). Наиболее интересна была средняя, висевшая в воздухе часть хобота, которая белела своей серединой и была как бы прозрачной, причем кромки хобота этой части по своим образующим были резко очерчены и чернели. Создавалось точно такое же впечатление,

как от рассматриваемой на свет стеклянной трубки, менее прозрачной с боков.

Замечательным было и исчезновение смерча — он не рассыпался после того, как разорвался в двух местах сразу, а как бы растаял в воздухе, причем верхняя его часть так же, как было указано у второго смерча, втянулась в облако.

Прохождение смерча несколько не отразилось на окружающей обстановке.

Дабы запечатлеть наблюдавшийся смерч в его фазах и дать правильное, а не фантастическое представление о нем, мною были сделаны схематические зарисовки.

На фиг. 2 и 2а представлены две фазы первого смерча, и на фиг. 2б показан второй смерч, не получивший окончательного развития.

И в том же году снова привелось видеть новые смерчи опять-таки в Копорской губе.

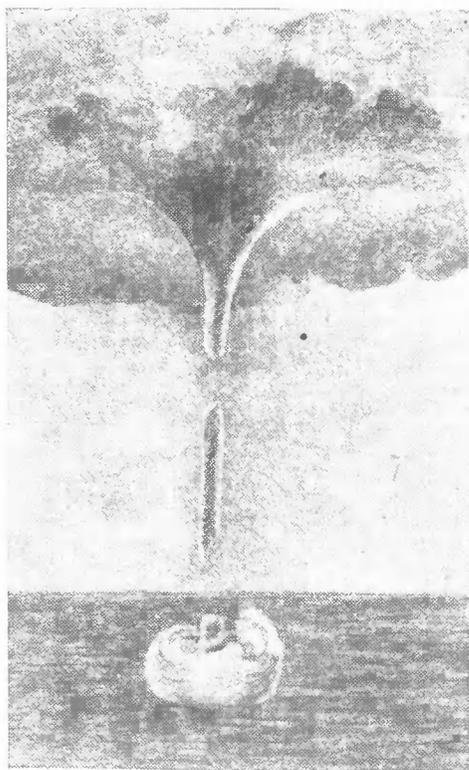
22 августа около 4 часов утра условного времени разразилась гроза с сильным дождем. Гроза была продолжительной. После грозы стихло; дул слабый SW, было пасмурно.

В 8 ч. 05 м. корабль наш снялся с якоря в  $\varphi = 59^{\circ}50' 58''$  N и  $\lambda = 28^{\circ}37' 41''$  Ost от Гринича и шел малым ходом на северо-восток.

В 8 ч. 13 м. на NNW в 2—2.5 милях появился смерч, образовавшийся из отдельного дождевого облака. Кроме полного смерча из облака, впереди его висел еще один хобот, не получивший дальнейшего развития, и за смерчем были натянуты еще два аналогичных хобота, во все время меня-



Фиг. 2б.



Фиг. 2а.

вших свои формы (фиг. 3). Явление продолжалось около 3 минут. Исчезновение смерча состояло в том, что он как бы рассеялся, испарился в воздухе, а шапка воды на поверхности моря, продержавшись еще около 2 минут, вначале росла, увеличиваясь в ширину, а затем расплылась в темное туманное пятно и исчезла. Движение смерча было с W на Ost.

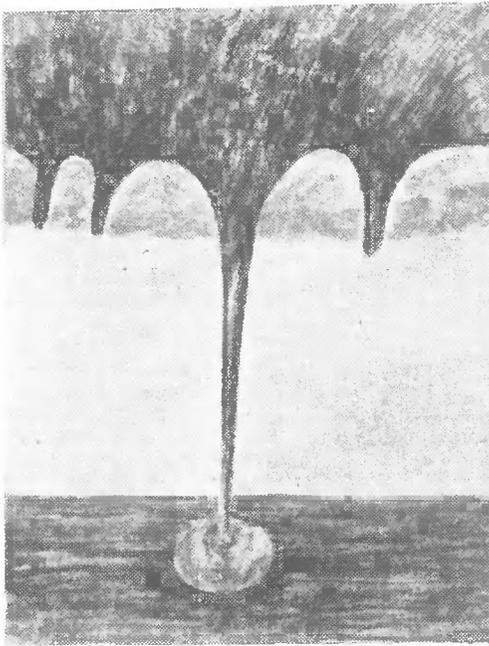
Через 20 минут прошли под облаком, дававшим смерчи, но ничего особенного под ним не наблюдалось, окружающая обстановка сохранила свой прежний спокойный вид, и лишь движение облаков изменило свое направление от W на Ost.

Сам смерч не имел грозного вида и был сравнительно тонок, будучи в общем схожим со смерчем, наблюдавшимся в июле месяце.

В тот же день в 8 ч. 52 м. на WNW в 4 милях появился еще один новый смерч, исходивший из отдельного же, но большого дождевого облака. Смерч быстро рос в своем диаметре, достиг большой толщины и приобрел форму цилиндрической трубы, которая почти нисколько не утончалась книзу. На поверхности моря смерч гнал большую, в виде черной дымовой завесы, шапку воды. Казалось, что море было выпучено неестественно угловато. В середине хобота слегка просвечивало белесоватое пятно (фиг. 4).

Через 4 минуты смерч растаял в воздухе, как таяли и предыдущие смерчи; но на поверхности воды около 2 минут держалась водная завеса, пока она окончательно не рассеялась.

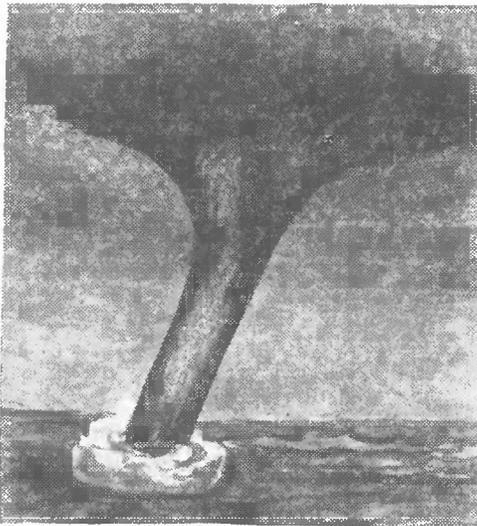
В 9 ч. 07 м. то же самое облако дало еще один смерч такого же вида, как и только-что описанный, но не имевший каких-либо пятен в своем хоботе. Он был весь черен. В 9 ч. 10 м. смерч исчез, а поднятая им шапка воды держалась еще 1 минуту.



Фиг. 3.

Через некоторое время в  $\varphi = 59^\circ 54' 5''$  N и  $\lambda = 28^\circ 50' 0''$  Ost ст Гринича с облаком опять-таки прошло над нами без каких-либо угрожающих признаков. С 9 ч. 29 м. по 9 ч. 39 м. прошел дождь. К 10 часам ветер переменялся на W, достигший силой до 2 баллов.

В данной статье следует упомянуть о собранных автором среди наших моряков сведениях о смерчах, наблюдавшихся в Финском заливе.



Фиг. 4.

Таких случаев зафиксировано около десятка за короткий промежуток времени, что свидетельствует о сравнительной частоте явления смерча в означенном районе, где это явление далеко не достигает той разрушительной силы, какую отличаются смерчи в южных морях и под экватором.

Капитан П. С. Нечитайлов, наблюдавший смерчи на Ладожском озере, рассказывал, что в облаке, дававшем смерчи, в начале появлялось темное пятно, которое, продолжая темнеть до почти черного цвета, в этом самом месте давало сосок, вытягивавшийся в дальнейшем в хобот. Как видим, в облаке перед образованием смерча происходила сильная конденсация паров.

Ничего подобного не наблюдалось мною. Во всех случаях облака сохраняли одну и ту же свинцовую окраску, свойственную дождевым облакам.

Заслуживает внимания наблюдавшаяся интенсивная деятельность, происходящая в недоразвитых формах хобота (сосках), которые то заходят своим коротким концом вперед по направлению движения смерча, то забрасываются в противоположную сторону, или вдруг начинают удлиняться и столь же быстро вновь втягиваются облаком обратно.

Следует обратить внимание и на поднимаемую или насасываемую смерчем шапку воды на поверхности моря. В 1931 г. перед смерчом наблюдались „курившиеся“ конические воронки. В 1933 г. три первых из описанных смерча несли пенистые шапки, а два последних грозных смерча, диаметр которых во всяком случае превышал 20 м, гнали по целой темной стене, при том угловатой, без каких-либо признаков пены. Была ли это выпученная вода или только брызги воды — трудно сказать. Стена эта поражала и своими размерами и особенно, как указывалось, своей угловатой формой. Во всяком случае, эта „шапка“ была в состоянии полностью скрыть собой корабль среднего размера.

Следует отметить и то характерное обстоятельство, что смерчи автором этих строк наблюдались в периоды времени неустойчивой погоды, когда вообще в море встречаются шквалы.

Гроза, как мы видели выше, не является неизменным и непререкаемым спутником смерча.

И кроме того, смерчи развившиеся полностью или почти развившиеся, т. е. хобот которых был довольно значительным, образовывались в центре дождевого отдельного облака, тогда как „соски“ вытягивались из мест облаков, близких к его краям.

Нельзя обойти молчанием и еще одного чрезвычайно важного обстоятельства: смерчи движутся либо против дувшего до того ветра, либо перпендикулярно его направлению, и безразлично — будет ли их движение справа налево или слева направо к направлению ветра.

Все эти выводы являются следствием описанных выше наблюдений.

Что же касается самого явления смерча в Балтийском море, то, как мы видим, оно не есть нечто исключительное для этого бассейна. Им только мало интересовались и не собирали о нем необходимых сведений.

Балтийскому морю с его заливами свойственны как шквалы, так и смерчи.

И недаром появление смерча во всем сходно с внезапно налетевшим шквалом; поэтому из двух

современных теорий, объясняющих природу смерча — термодинамической и механической — при наблюдении описанных нами смерчей предпочтению склоняется в сторону последней, данной Вегенером.

Аэродинамические причины возникновения и развития таких процессов в атмосфере, как шквалы, более или менее выяснены, а они не стоят в противоречии с теорией Вегенера.

Для более подробного ознакомления с указанными теориями отсылаем к интересной статье проф. В. Я. Альтберга „Новое о природе смерчей“ (Природа, 1929, № 5).

Б. М. Бачманов.

## БИОЛОГИЯ

### Зоология

**Экспедиция им. Джона Меррея в Индийском океане. II.** Недавно опубликован второй отчет Начальника названной экспедиции R. B. Seymour-Sewell. The John Murray Expedition to the Arabian Sea (Nature, vol. 133, №3366, May 5, 1934, pp. 669—672).

За время с 13 декабря 1933 г. по апрель (?) 1934 г. (вторая дата в отчете не указана) было сделано еще 3 рейса с 45 станциями между Бомбеем и Момбазой (Африка), — Момбазой и Занзибаром — Занзибаром — Сейшельскими — Маладивскими островами и Коломбо.

Для первого из рейсов в отчете даны графики (в вертикальном разрезе) содержания хлора и кислорода, кроме того дан такой же график по хлору для залива Оман.

Большое количество промеров эхолотом подтвердило между прочим существование провинции намеченного покойным Иоганнесом Шмидтом во время его последней экспедиции на „Дана“ подводного хребта, идущего в Аравийском море с юго-востока на северо-запад и соединяющего острова Чагос с Сокотрой и с входом в Аденский залив. В районе между Сейшельскими и Маладивскими островами было найдено весьма пестрое распределение глубин на небольших расстояниях. Нахождение в этом же районе поднятых тралом обломков долерита (из базальтов) ассоциирующихся часто с деканским траппом в Индии, интересно с той стороны, что подтверждает гипотезу о покрытой базальтами Гондване, опустившейся на дно моря к западу от Индии. Вообще же экспедиция пришла к заключению, что Аравийское море (т. е. северо-западная часть Индийского океана разделено на два глубоководных изолированных друг от друга бассейна, что подтверждается и тем, что пробы донных грунтов, взятые в обоих бассейнах, были весьма различны. Колонка в 62 см, полученная в северо-восточном бассейне с глубины в 4305 м, состояла из сравнительно мягкого красновато-желтого ила, в котором было очень мало фораминифер — повидимому, как говорит автор отчета, ее можно отнести к установленному Мерреем типу глубоководных грунтов — „красной глине“, которая указана Мерреем для пространства между 5° и 12° с. ш. и 62° и 72° в. д., хотя глубина здесь была много меньше, чем обычная для

подобного грунта (в общем наиболее глубоководного из всех океанических грунтов).

Из гидрологических наблюдений особенно интересно то, что в обоих бассейнах была обнаружена вода низкой солености, почти наверно пришедшая из Антарктики с донным течением.

Работа в заливе Оман показала наличие потока воды высокой солености (20<sup>0</sup>/<sub>100</sub> Cl и более), идущего на юго-восток из Персидского залива на глубине 200—300 м в вершине залива Оман, но уже на траверзе Бомбея поток этот проходит на 700 м, так как постепенно погружается книзу. Проф. Н. М. Книпович, в беседе с автором настоящей заметки, еще до выхода второго отчета Сьюэлла, высказал предположение, что сероводород в придонном слое в этом районе (происхождение которого Сьюэлла не мог объяснить) связан именно со стоком вод высокой солености из Персидского залива, препятствующих вертикальной циркуляции и, следовательно, обогащению глубин кислородом. Н. М. сделал это предположение на основе своих аналогичных наблюдений в восточном Каспии. Предположения Н. М. подтверждаются также тем, что и в районе Бомбея, но уже на глубине в 700 м, согласно второму отчету, грунты содержат сероводород, и дно здесь почти абсолютно мертво. (Печатается с любезного разрешения проф. Н. М. Книповича).

О биологических работах отчет, упоминая о многочисленных тралированьях, говорит очень мало. Вдоль африканского берега отмечается большое богатство морской фауны, контрастирующее с относительно „пустынным“ аравийским прибрежьем или с вовсе безжизненным пространством залива Оман. Предварительно отмечается большее сходство африканской фауны с фауной района южного берега Аденского залива, нежели с фауной из района северного берега того же залива.

Н. И. Тарасов.

### Палеозоология

**О постплиоценовой фауне млекопитающих из бассейна р. Б. Иргиза.** В обширных сборах, произведенных за последние годы Музеем местного края г. Пугачева (бывш. г. Николаевск Самарской губ.), главным образом в бассейне р. Б. Иргиза, имеются материалы, позволяющие дать предварительную характеристику постплиоценовой фауны этого района. В эгич коллекции содержатся остатки: эластомерия (*Elasmotherium sibiricum* Fisch.), носорога Мерка (*Rhinoceros Mercki* Jäg.), волосатого носорога (*Rhinoceros tichorhinus* Blumb.), лошади (*Equus caballus fossilis* L.), „слона-трогонтерия“ (*Elephas trogontherii* Pohl.), мамонта (*Elephas primigenius* Bl.), верблюда Кноблеха (*Camelus Knoblochi* Nehr.), длиннорогой формы бизона (*Bison priscus* var. *longicornis* Gr.), гигантского оленя (*Cervus euryceros* var. *germaniae* Pohl.), лося (*Alces* sp.), сайги (*Saiga* sp.), пещерного медведя степной формы (*Spelaeoarctos spelaeus ros.icus* Bor.), бурого (?) медведя (*Ursus aretos*? Lin.). По своему общему облику, за исключением носорога Мерка, являющегося элементом древнечетвертичной фауны, коллекции Пугачевского музея содержат остатки среднечетвертичной фауны рисс-бюрмского возраста, сходной с той же фауной Поволжья (В. Громова, 1932) и р. Иртыша (Е. Беляева, 1933).

Е. И. Беляева.

<sup>1</sup> См. Природа, № 5, 1934, стр. 79.

# НАУЧНЫЕ СЪЕЗДЫ И КОНФЕРЕНЦИИ

**III Всеукраинское совещание по эндокринологии, органотерапии и обмену веществ.** Совещание, которое по существу являлось всесоюзным съездом, происходило в г. Харькове с 25 по 30 мая с. г. На него собрались представители ряда городов и почти всех республик Союза, хотя и с сильным преобладанием украинских работников.

Общее число делегатов достигло 407 человек (в том числе от Москвы 28 чел., от Ленинграда 13 чел. и т. д.).

Созыв совещания был приурочен к празднованию 15-летней годовщины существования Всеукраинского института эндокринологии и органотерапии и совпал с 60-летним юбилеем научной, педагогической и общественной деятельности научного руководителя Института и почетного председателя Всеукраинского эндокринологического общества — акад. В. Я. Данилевского.

Этим двум юбилеям было посвящено специальное заседание съезда 30 мая. Работа съезда протекала на восьми заседаниях, не считая торжественного заседания 30 мая. Всего было заслушано около 45 докладов на различные темы — общие, непрограммные и программные. Последних было три — лизаты, диабет и Базедова болезнь.

На первом заседании (25 V) были заслушаны следующие доклады: 1) М. С. Шиндлер (Харьков) „Развитие эндокринологии и органотерапии за 15 лет Октября и ближайшие перспективы“; 2) проф. О. А. Степпун (Москва) „Основные проблемы общей биохимии гормонов“; 3) акад. А. А. Богомолец (Киев) „О специфической цитотоксической стимуляции и блокаде клеточных функций“; 4) проф. Б. М. Завадовский „Основные задачи и достижения зоотехнической эндокринологии в СССР“.

Исключительный интерес вызвал доклад проф. Степпун, развивавшего свои взгляды по вопросу о биохимии и обмене гормонов, о сходстве между биохимией животного и растительного организма, о выделении гормонов и т. п. В основном эти взгляды уже изложены в статьях проф. Степпун [№ 11—12 „Клинич. медицины“ за 1933 г. (т. XI) и № 3 за 1934 г. (т. XII)].

Интересный доклад акад. Богомольца был посвящен вопросу об иммунцитотоксинах, которые могут применяться в терапии, в частности для активирования функций желез внутренней секреции.

Проф. Б. Завадовский охарактеризовал успехи советской зоотехнической эндокринологии, остановившись более подробно на результатах, полученных в его лаборатории (изучение полового цикла сельскохозяйственных животных, влияния лизатов на организм животных и птиц, разработка методов ранней гормональной диагностики беременности, выделение проф. Г. И. Азимовым „гормона лактации“ и т. д.).

Не будет преувеличением сказать, что центральной темой всего съезда явилась „проблема лизатов“, которой было посвящено на двух заседаниях 11 докладов, вызвавших наиболее оживленные и сильно затянувшиеся прения.

Перечислим эти доклады в том порядке, в каком они были заслушаны. Первым стоял доклад проф. М. П. Тушнова (Ленинград) „Проблема лизатов“, в котором автор развивал в основном те же взгляды, которые известны по его ранее напечатанным работам.<sup>1</sup> Вторым был заслушан доклад д-ра И. Н. Казакова (Москва) „О полилизатной терапии“, по существу повторявший содержание его статьи в № 3 (т. XII) „Клинич. медицины“ за 1934 г. Положения, развиваемые И. Н. Казаковым, встретили резкую критику со стороны ряда лиц, выступавших с докладами и в прениях. Следует отметить, что объективная оценка, интересных (преимущественно клинических) данных И. Н. Казакова сильно затруднена тем, что никому не известна ни методика изготовления его препаратов, ни их состав.

Интересный доклад „О механизме действия лизатов“ прочел проф. С. Г. Генес (Харьков), подчеркнувший сложность состава лизатов и многогранность их действия. Докладчик указал, что „механизм действия лизатов обусловлен, с одной стороны, раздражающими организм продуктами распада белков, а, с другой стороны, специфическим количественно-качественным содержанием тканей и органов“.

Проф. О. А. Степпун в своем докладе „Специфические и неспецифические механизмы действия лизатов“ развивал ряд интересных положений, в частности указав, что неспецифическое действие лизатов надо считать несомненным. Докладчик отчасти признал пластическую функцию лизатов и подчеркнул их сенсibilизирующее действие, что имеет огромное значение для правильной терапии. Важную роль проф. Степпун отводит комбинированной терапии, как, например, растворение специфического лизата в неспецифическом (напр., лизате молока, творога).

Теорию сенсibilизирующего действия лизатов особенно развивал в своем докладе „Механизм действия лизатов“ проф. С. М. Павленко (Москва).<sup>2</sup> Докладчик считает, что большое значение имеет также десенсибилизирующее действие лизатов, что очень важно, например, для борьбы с аллергическими заболеваниями и значительно расширяет область применения лизатов.

<sup>1</sup> См. 1) „Сборн. тр. по изучению гистолиз.“, вып. I, 1931; вып. III, 1933; вып. IV, 1934; 2) Проблемы животноводства“, № 4, 1932; 3) „Клинич. медиц.“, т. XI, № 11—12, 1933.

<sup>2</sup> См. „Клинич. медиц.“, т. XI, № 11—12, 1933.

Далее были заслушаны доклады: проф. С. Я. Штейнберг (Днепропетровск) „О действии лизатов из стромы эрипродитов на гемопозитическую систему“; проф. С. М. Лейтес (Харьков) „Экспериментальные исследования о действии аутолизатов селезеночной ткани“; проф. Ф. М. Брикер (Днепропетровск) „Влияние лизатов на приживление трансплантатов“; проф. Н. А. Шерешевского (Москва) „Клинические результаты лизатотерапии“; проф. А. М. Кричевского (Харьков) „О применении лизатов в дерматологии“; и проф. В. М. Коган-Ясного (Харьков) „Что дало клинике учение о лизатах“.

Резюмируя впечатления от докладов и прений по лизатным темам, нужно сказать, что они лишний раз свидетельствовали об огромном интересе, проявляемом к проблеме лизатов самыми широкими кругами врачей и биологов, и об успехах, достигнутых советской наукой в разработке этой области медицины и биологии.

С другой стороны, ясно обнаружился разрыв между практическими достижениями учения о лизатах и теорией лизатотерапии. Достаточно указать, например, что мы до сих пор не имеем еще удовлетворительной теории механизма действия лизатов. Почти не разработаны также кардинальные вопросы о дозировке лизатов, показаниях и противопоказаниях к лизатотерапии и т. п. Тем не менее все выступавшие на совещании признавали большой интерес и ценность этого метода лечения.

Следующие заседания были посвящены диабету и Базедовой болезни, а затем докладом и прениям по внепрограммным темам. В рамках краткой заметки нет возможности даже в нескольких словах остановиться хотя бы на наиболее интересных докладах. Поэтому мы ограничимся простым перечислением основных докладов, чтобы дать общее представление о тематике съезда. По первой теме стояли следующие доклады: д-р М. С. Шиндлер (Харьков) „Социально-гигиенические факторы в эндокринопатологии“; проф. А. Б. Бухштаб (Одесса) „Клиника предиабета“; доц. Е. М. Соркин (Харьков) „Клиника диабета“; Х. В. Вайнштейн (Киев) „Диабет, инсулин, кислород“; проф. О. А. Степпун „Диабетогенный и инсулиногенный гормон передней доли гипофиза“; проф. С. М. Лейтес (Харьков) „Патофизиология жирового обмена при диабете и патологии щитовидной железы“; доц. Б. И. Гольдштейн и др. (Киев) „О физиологии и функциональном исследовании внешнесекреторной функции поджелудочной железы“.

По теме „Базедова болезнь“ были заслушаны доклады: проф. В. М. Коган-Ясный „Клиника базедовой болезни“; проф. М. Н. Шевандин (Харьков) „Об операциях на щитовидной железе“; доц. А. С. Берлянд (Киев) „Гипертиреозы и расстройства кровообращения“; доц. Г. М. Гуревич (Киев) „Проблема зоба на Украине“; Н. М. Руденко (Москва) „Тиреотропный гормон гипофиза“ и др.

Что касается внепрограммных тем, то здесь можно отметить следующие доклады: проф. М. Б. Фабрикант (Харьков) „Стоматология и эндокринология“; проф. А. М. Утевский (Харьков) „Межуточный обмен в железах внутренней

секреции“; проф. М. М. Губергриц (Киев) „Адиссонова болезнь“; проф. А. Э. Мандельштам (Харьков) „Гормоны и токсикозы беременности“; проф. Г. И. Азимов (Москва) „О гормоне лактации“; Ю. И. Миленушкин (Москва) „Задачи эндокринологии на предприятиях мясной промышленности“; проф. И. М. Пейсахович (Харьков) „О пролактоподобном гормоне в луже“ и др.

Если попытаться кратко сформулировать впечатления от съезда, то и жно в первую очередь отметить следующее. Съезд носил по преимуществу медицинский характер, и целый ряд актуальных и важных проблем эндокринологии не нашел или почти не нашел отражения в работе съезда. Здесь можно указать такие вопросы, как биология и биохимия органов внутренней секреции (например, гипофиза и надпочечников, в изучении которых в последние годы сделаны особенно большие успехи), проблема корреляции эндокринных органов, гормоны и нервная система, валоризация и стандартизация гормонов и т. п.

Это бесспорно недостаток съезда, и следующий съезд, который должен быть уже официально всесоюзным и созыв которого предполагается в следующем году в Москве или Ленинграде, должен охватить основные проблемы не только медицинской, но и биологической эндокринологии.

Надо сказать также, что повестка настоящего съезда настолько перегружена докладами, что реализовать ее полностью оказалось невозможным, и ряд докладов пришлось переносить с одного заседания на другое или даже совсем снять.

Что касается организации съезда, то надо признать, что Всеукраинский институт эндокринологии и органотерапии, правительственные и партийные органы г. Харькова сделали все, чтобы обеспечить съезду возможность плодотворной работы в культурной обстановке. В частности следует особо отметить энергию, проявленную Оргкомитетом, в коган-Ясным, председателем его проф. В. М. Коган-Ясным, и директором института М. С. Шиндлером.

Подводя итоги, следует сказать, что съезд явился убедительным доказательством успехов, достигнутых советской эндокринологией и продемонстрировал большую и плодотворную работу, ведущуюся в наших лабораториях и клиниках над важнейшими проблемами современной медицинской эндокринологии. Особенно это относится к проблеме лизатов, где СССР несомненно занимает первое место.

Характерной особенностью советской эндокринологии является тесная увязка научно-исследовательской работы с задачами социального строительства. Успехи, достигнутые нами в области изучения социальных причин эндокринопатий, лечения и массовой профилактики эндокринных заболеваний, диспансеризации эндокринопатов, применении достижений эндокринологии в социалистическом животноводстве и т. п., — все это свидетельствует о том, что эндокринология уже заняла прочное место в системе советского здравоохранения и народного хозяйства в целом и становится активным и ценным участником социалистического строительства.

Ю. Миленушкин.

# ЖИЗНЬ ИНСТИТУТОВ И ЛАБОРАТОРИЙ

**К ихтиологии Черного моря.** В 1932 г. на Черном море начало функционировать новое научное учреждение: Научная рыбохозяйственная и биологическая станция Грузии.

Станция находится в г. Батуме. Имеет сеть наблюдательных пунктов на побережье и за время своего существования провела ряд экспедиций как морских, так на различные пресные водоемы Грузии (оз. Рица, Бебесыр, Амткел, Тапараван, Табис-цхури, Туман-гел и др.). Станция располагает превосходным судном (70-тонн. парусно-моторная шхуна) и предполагает осенью текущего года перейти в специально выстроенное здание. Здание это расположено на берегу моря, в нем лаборатории, музей и оборудуются один из крупнейших в СССР морских аквариумов.

Будучи расположена в самой южной точке кавказского побережья, Станция охватила исследованиями эту наименее изученную часть Черного моря. Это территориальное расширение исследований в Черном море не замедлило дать положительные результаты. Ряд вопросов систематики и распространения важнейших промысловых рыб, оставшихся до сего времени темными — был разрешен проведенными Станцией исследованиями.

Как известно, наиболее важная в промысловом отношении рыба анчоус (хамса) представлена в Черном море двумя подвидами — азовским и черноморским.

По имеющимся в литературе данным (Александров, 1928) черноморская хамса обитает в западной половине Черного моря, азовский же подвид летом находится в Азовском море, а зимой в восточной части Черного моря.

Проведенные Научно-рыбохозяйственной и биологической станцией Грузии наблюдения сразу же установили два факта: 1) наличие у кавказского побережья черноморской хамсы и 2) обычное отсутствие здесь основных масс азовского подвида, который посещает кавказские берега лишь изредка через довольно значительные, не поддающиеся пока учету, промежутки времени.

Эти два факта в корне изменили прежние представления.

Сотрудник Станции А. А. Майорова, исследуя местного черноморского анчоуса и сравнивая его с описанным ранее (Александров) черноморским подвидом из западной части моря, констатировала наличие вполне реальных различий между этими популяциями.

Это позволило ей разделить черноморский подвид хамсы (*Engraulis encrasicolus ponticus* Aleks.) на два патио-племени — восточное и западное.

Систематизация и анализ имеющихся данных по распределению и миграции черноморских анчоусов, проведенные сотрудником Станции С. М. Малятским — обнаружили данные, вполне согласующиеся с этим выводом. Сроки появле-

ния и исчезновения, характер пребывания в различных районах (в частности места нереста), — все это подтверждает справедливость разделения черноморского подвида.

Как на существенную деталь можно указать на следующее. Образ жизни кавказского племени анчоуса сходен по ряду моментов с описанным для средиземноморского (Fage). В частности — тот же характерный ранне-осенний подход к берегам для посленерестового выкорма, с последующим отходом в море и вторым зимним подходом. Западно-племня, связанное отчасти с мелководиями северо-западного угла Черного моря, имеет совершенно отличный образ жизни и, очевидно, покинув осенью побережье, проводит всю зиму на глубинах.

Восточной границей распространения западного племени является по всей вероятности, район Южного берега Крыма, где зимой черноморская хамса ловится изредка, главным образом, как прилов к азовской хамсе.

Интересны также результаты исследования систематики и распространения белуги, проведенные сотрудниками Станции Н. И. Сальниковым (умершим в 1933 г.) и С. М. Малятским.

Изучение систематики белуги, ловимой у берегов Крыма и в Азовском море, было начато покойным Н. И. Сальниковым еще ранее, причем долгое время не удавалось выснить истинные взаимоотношения между исследуемыми формами.

После того как к имеющемуся материалу были присоединены анализы белуги из южных частей кавказского побережья и весь материал заново обработан вариационно-статистическим методом Н. И. Сальниковым, вопрос стал ясен и представляется в настоящее время в следующем виде.

Белуга Черноморско-Азовского бассейна *Huso huso* L. распадается на два подвида — азовский и черноморский. Эти подвиды имеют хорошо разграниченные ареалы обитания и четко различаются по своим морфологическим признакам. В свою очередь белуга Черного моря (черноморский подвид) расчленена на два племени — восточное и западное, области обитания которых перекрываются у Южного берега Крыма.

Характер морфологических различий между всеми тремя формами выявляет наличие определенного ряда, крайними членами которого являются азовская и восточно-черноморская белуга, и промежуточное положение занимает западно-черноморское племня.

В основном различия заключаются в том, что у азовской белуги наиболее короткая, высокая и широкая голова и высокое тело. Наиболее „прогонистой“ является кавказская белуга и промежуточное положение занимает западно-черноморская. Эти различия хорошо согласуются с кормностью местообитаний форм, где Азовское море, северо-западная часть и узкая полоса кор-

мовых площадей у берегов Кавказа составляют аналогичный ряд.

Район, где перекрываются ареалы обитания западной и восточной белуги (Южный берег Крыма), является как раз местом обычной зимовки азовской хамсы.

Изучение питания белуги показывает, что здесь существует тесная связь между распространением белуги и миграциями хамсы.

Ближайшей задачей Станции в деле дальнейшего изучения белуги и хамсы является более точное установление границ между ареалами обитания выделенных форм, а также выяснение вопроса, не оказываются ли и в других частях Черного моря и прежде всего в южной его части также особые формы этих рыб.

Но, наряду с этим, уже имеющиеся материалы наталкивают на вопрос: не связаны ли образования особые племена в западной и восточной частях моря с характерными для них различиями

в условиях существования? Разрешение этого вопроса важно в том отношении, что установление подобных экологических различий сделает закономерным предположение об образовании таксономических различий и у многих других организмов, распространенных в том и другом районе.

Эта задача — исследование Черного моря под углом зрения его экологического районирования — является одной из важнейших проблем, которые ставит перед собой Станция.

Предварительный просмотр имеющегося материала позволил уже наметить основные районы (ихтиологические), и результаты этой работы, равно как и описания всех упомянутых выше новых форм (вместе с рядом других работ), войдут в первый том трудов Станции, выходящий в ближайшее время из печати.

*С. М. Маляцкий.*

## ПОТЕРИ НАУКИ

**Орест Данилович Хвольсон.** 11 мая скончался Орест Данилович Хвольсон. 13 мая весь Университет, представители многих научных организаций с Всесоюзной Академией Наук во главе, а также многочисленные друзья, ученики и почитатели покойного провожали его гроб после торжественного траурного митинга в актовом зале ЛГУ. В речах, произнесенных у гроба, прошла перед нами вся его многосторонняя и плодотворная деятельность, всецело посвященная нашей науке, ее преподаванию и ее популяризации. Во всех речах звучало признание, что все начинания Ореста Даниловича неизменно доводились им до блестящего успеха и оканчивались ценнейшим вкладом в научную и научно-педагогическую литературу, в дело организации научной общестественности, а его устные выступления — лекции и доклады — оставляли неизгладимый след у его многочисленных слушателей.

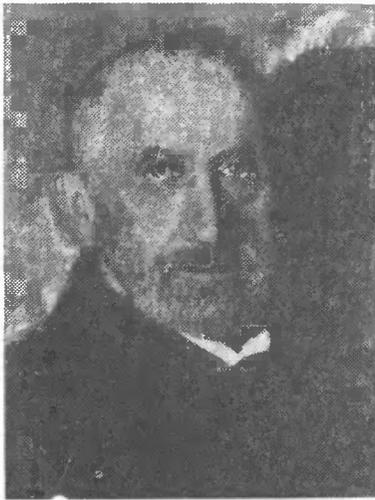
Несомненно, что Орест Данилович обладал выдающимся способностями, исключительной ясностью и четкостью научного мышления, блестящим даром слова, как устного, так и письменного; но также несомненно, что то выдающееся положение, которое он занимал в среде физиков, то громадное наследство, которое он оставил, является плодом неустанныго, продолжавшегося до последних дней его жизни, воодушевленного труда, контролируемого исключительной строгостью и требовательностью в оценке своей продукции. Если вспомнить, что в течение многих десятилетий, с относительно редкими промежутками облегчения, Орест Данилович испытывал тяжкие страдания, которые всякому другому позволяли бы считать себя инвалидом, то приходится преклониться перед железной волей покойного нашего учителя, показавшего нам

яркий пример самоотверженного служения общему делу.

Орест Данилович Хвольсон, сын ученого гебраиста, Даниила Абрамовича Хвольсона, родился в 1852 г. В 1869 г. он окончил среднюю школу и поступил в Ленинградский университет, который окончил в 1873 г. с золотой медалью за представленное сочинение. В течение последующего года он работал за границей, в Лейпциге, после чего вернулся в Россию и начал свою научную деятельность. Магистерскую диссертацию он защитил в 1876 г., а докторскую — в 1880 г.

Его научная работа в первый период его деятельности касается разных вопросов электричества и магнетизма, а также актинометрии, для чего ему пришлось произвести некоторые исследования по математической теории теплопроводности. Для этих работ характерно то, что в них с одинаковым знанием и умением сочетается теоретическая и экспериментальная сторона; в этом отношении для своего времени О. Д. был в числе передовых ученых, показавших, что действительный прогресс физики обусловлен тесным сочетанием теории с экспериментом, и что разделение физики на „наблюдательную“ и „математическую“ является отсталой точкой зрения. Его работы по практической актинометрии привели к построению прибора — актинометра, долгое время бывшего стандартным в наших метеорологических обсерваториях.

Его преподавательская деятельность в Университете началась приват-доцентурой (1876—1890) и сразу же укрепила за ним славу блестящего лектора. Орест Данилович с одинаковым успехом читал и весьма специальные главы физики, и общий курс для начинающих; равным образом ему удавались и лекции для не-физиков,



О. Д. Хвольсон.

где в особенной степени проявлялось его умение учесть возможности аудитории и на этой базе дать строгое, точное и вместе с тем доступное изложение предмета.

К своим лекциям, даже в последние годы, имея за собой свою эрудицию и громадный лекторский опыт, О. Д. тщательно готовился, и трудно передать в кратких словах то совершенство, с каким он умел излагать материал. После его лекции у слушателя оставалось не только ясное понимание прочитанного, но и перспективы дальнейшего развития затронутого вопроса, потребность столь же ясно и четко разобраться в дальнейших деталях и более глубоких связях между явлениями. Активное участие О. Д. принимал и в преподавании в средней школе, как преподаватель и как идейный руководитель и организатор преподавателей средней школы. Под его руководством была проведена работа комиссии по пересмотру и упорядочению физических кабин. ов (1907); он является инициатором съезда преподавателей физики, химии и космографии (1913), он же состоял первым председателем и постоянным почетным председателем Отделения преподавания физики и химии Русского физико-химического общества.

Однако, круг лиц, которые обязаны своим физическим образованием О. Д. Хвольсону, гораздо более широк, чем те массы, которые прошли через его аудиторию за более чем пятидесятилетний срок его лекторства, и те, которые слушали его многочисленные доклады и публичные лекции. Имя О. Д. стало известно всем физикам и большинству обучающихся физике у нас и за границей через знаменитый многотомный его „Курс физики“. Над этим курсом О. Д. начал работать в девяностых годах прошлого столетия и продолжал работать до конца своей жизни, выпуская дополнительные тома (1926), охватывающие новейшие вопросы физики, и перерабатывая, иногда в корне, уже вышедшие тома для новых изданий (1932). При начале работы О. Д. не имел перед собой ни в русской,

ни в иностранной литературе никакого образца, подобного задуманному им монументальному научно-педагогическому труду. За немногими исключениями (часть V тома) весь курс написан самим О. Д., и в этом отношении он никем не был превзойден, несмотря на появление, примерно в том же отрезке времени, нескольких больших курсов за границей, являющихся коллективным трудом многих авторов. Перевод курса О. Д. на немецкий, французский и испанский языки является свидетельством того признания, которое этот монолитный труд получил и за границей. Благодаря неустанной работе О. Д. курс охватывает всю современную физику; совсем недавно вышедшее последнее издание первого тома является блестящим введением в физику именно наших дней. Несмотря на исключительное богатство материала, обилие ссылок на первоисточники — курс О. Д. от первого и до последнего тома является живым, оригинально распланированным, последовательным изложением современной физики и, будучи основной настольной книгой физика, вместе с тем оказывается прекрасным руководством для начинающего. Одно уже это обстоятельство показывает, как удачно в этом курсе глубокая эрудиция автора сочетается с мастерством изложения.

К биографии О. Д. остается добавить еще некоторые факты, обрисовывающие его деятельность как борца за популяризацию нашей науки, как организатора физической общестественности, как общественного деятеля и гражданина.

О. Д. во все периоды его жизни напечатано большое количество популярных книг, брошюр и статей, как отдельными изданиями, так и в широко-распространенных журналах и газетах. В этих статьях мы снова находим удивительное сочетание ясности и доступности изложения со строгостью и научностью материала; из его статей широкие круги образованных людей знакомилась с основными вопросами физики („Популярные лекции“, „О сохранении и рассеянии энергии“, „О принципе относительности“, „Рентгеновые лучи и теория Бора“ и многие другие темы). К пропаганде метрической системы относятся статьи 1884 и 1895 гг. К этому же вопросу он возвращается в 1919 г., после введения метрической системы советской властью, разъясняя ее широким массам. Громадную ценность имеют его исторические обзоры развития физики, свидетелем и участником которого он был в течение своей долгой жизни („Характеристика развития физики за последние 50 лет“; „Физика наших дней“).<sup>1</sup>

<sup>1</sup> При этом, правда, следует отметить, что его мировоззрение иногда сильно ограничивало общественно-полезное значение его работ, особенно предвзятых для широкой массы читателей. Мы имеем в виду его книгу „Гегель, Геккель, Коссут и двенадцатая заповедь“, изданную в Германии в 1906 г., и позже на русском языке, сыгравшую отрицательную роль в деле распространения материалистического мировоззрения, в развитии науки и общества. По этому вопросу Ленин в своем „Материализме и эмпириокритицизме“ (гл. VI) справедливо отмечает, что „буря, которую вызвали во всех цивилизованных странах «Мировые загадки Геккеля», заме-

С момента Октябрьской революции начинают его громадные заслуги в организации научно-исследовательской физической работы в Советском Союзе. В 1919 г., т. е. в самом начале революции, многим казалось, что с потрясением всех основ, с трудностями и лишениями, связанными с интервенцией и гражданской войной, наука не то гибнет, не то несет тяжелый и непоправимый урон. Что на самом деле гибнет не наука, а ее старые формы академической изолированности; что, победив внешнего и внутреннего классового врага, советская власть встанет на путь создания и даст науке такие возможности развития, о которых до революции и мечтать не приходилось, — это было понято О. Д., вместе с другими руководящими физиками (назову академиком Иоффе, Рождественского) с первых же дней. К 1919 г. стали обрисовываться и новые формы научной работы — научно-исследовательские институты, построившие свою тематику в предвидении будущих запросов социалистического строительства. Объединить эти начинания, дать всей массе физиков понять, как и над чем нужно работать — была основная цель, которую преследовал О. Д., когда в необычайно трудных условиях, при деятельной поддержке органов власти, организовывал первый съезд физиков в 1919 г. Громадную роль сыграл этот съезд и возникшая в результате его Российская ассоциация физиков, выполнявшая много лет роль организующего начала для советской физики. О. Д. был первым ее председателем, впоследствии почетным председателем.

Будучи всю свою жизнь учителем молодежи, О. Д. до последних лет думал и заботился о ней. Коренное изменение социального состава учащихся и молодых ученых-аспирантов, совсем другой масштаб их участия в общественной и партийной работе находили в нем живой отклик и заботу о том, как трудные условия

чательно рельефно обнаружила партийность философии в современном обществе, с одной стороны, и настоящее общественное значение борьбы материализма с идеализмом и агностицизмом с другой... Популярная книжечка сделалась орудием классовой борьбы. Знаменитый английский физик Лодж пустился защищать бога от Геккеля. Русский физик г. Хвольсон отправился в Германию, чтобы издать там подлую черносотенную брошюрку против Геккеля и заверить почтеннейших господ филистеров в том, что не все естествознание стоит теперь на точке зрения «наивного реализма». — Нет никакого сомнения, что этой своей книгой, содержащимися в ней агностическими идеями О. Д. вступил в противоречие с собой, как естествоиспытателем, физиком, который не может развивать своей науки, не стоя стикийно на точке зрения материалистического воззрения. Но с тем большим уважением мы отнесемся к памяти покойного, когда вспомним, что О. Д. — с первых же месяцев развития пролетарской революции — не задержался на этих своих старых позициях, и — в отличие от многих других — сумел увидеть те колоссальные возможности развития науки, которые принес с собой Октябрь 1917 г. *Прим. редакции.*

жизни и перегрузка общественными и партийными обязанностями могут отозваться на успешности учебы. К этим вопросам он постоянно возвращался в беседе, по ним он высказывал свое авторитетное мнение и в печати и в высоких инстанциях.

По внешним рамкам скромная, но преисполненная подлинным трудовым энтузиазмом и богатая блестящими результатами деятельность О. Д. не осталась без знаков внимания и почета со стороны внешнего мира: советская власть признала его героем труда и наградила его орденом трудового красного знамени; Всесоюзная Академия Наук избрала его почетным академиком, и целый ряд научных обществ и учреждений почтил его званием почетного члена.

Многие поколения советских физиков сохраняют благодарную память об Оресте Даниловиче, как о блестящем учителе в самом широком и лучшем смысле этого слова; почтим же память ушедшего от нас выдающегося человека таким же самоотверженным исполнением своего долга по отношению к государству, общественности и науке, каким отличался Орест Данилович Хвольсон.

*Проф. В. Р. Бурсиан.*

**Альберт Кальмет (1863—1933).** Альберт Кальмет (Calmette), мировой французский ученый, бактериолог и гигиенист, родился в 1863 г. Он рано закончил свое высшее образование и уже в 1883 г. поступает врачом в Service de Santé de la marine nationale. После семи лет дальнего плавания он получает разрешение работать в только что тогда основанном Институте Пастера в Париже, где и начинает заниматься под руководством и в лаборатории Ру. Но уже в скором времени он получает



Альберт Кальмет.

поручение основать вакцинационную лабораторию в Сайгоне, и в 1891 г. мы находим его первую работу, напечатанную в *Ann. de l'Inst. Pasteur*, — работу, посвященную вопросам вакцинации против бешенства. С 1892 г. начинается серия его исследований, доставивших Кальмету европейское имя по вопросу изучения яда змей. В результате этих исследований он приходит к крайне важному выводу о возможности приготовления единой сыворотки против различных ядов и снабжает ею все страны (сыворотка эта изучается между прочим и в Англии, в *Royal College of physicians and Surgeons* специальной комиссией). Далее заслуживают внимания его две работы о чуме, в борьбе с которой в Опорто Кальмет участвовал. Приблизительно к этому же времени относится работа его „О стерилизации питьевой воды озонаром“, выполненная совместно с Ру, и работа „О контроле оспенного детрита“, получившая крайне широкое применение. Очень много, на протяжении целого ряда лет, посвятил Кальмет времени и труда изучению туберкулеза. Он занимался механизмом заражения, выделением туберкулезных бактерий из организма, методами предохранения от туберкулеза и пр. Он собирал статистические сведения о распространении туберкулеза во французских колониях. Он установил важный факт повсеместного распространения туберкулеза в метрополии и в колониях. В конце концов он приходит к важному эпидемиологическому выводу, что рогатый скот, подвергнутый однократному заражению тbc и изолированный в течение известного времени от повторного заражения, получает доброкачественный туберкулез, предохраняющий от последовательной инфекции естественным или искусственным туберкулезом. Отсюда его идея создать штамм туберкулезных бактерий, безвредный для человека, но сохраняющий антигенные вакцинирующие свойства. Такой штамм ему, действительно, и удалось получить, и штамм этот под названием ВССГ (*Vac. Calmette-Guérin*) получил всемирную известность. Кальмет в ряде работ изучает его действие на лабораторных животных, рогатом скоте, обезьянах и, наконец, после больших колебаний, дает разрешение Вейль-Галле поставить опыт прививки этого штамма грудным детям. Далее идет громадная работа по изучению влияния действия этой прививки на детей. Кальмет уже популяризирует этот метод предупреждения заболевания туберкулезом; он твердо верит в него. Он собирает ряд статистик о действии ВССГ во всех странах света, отзываясь с большою похвалой о работе, проделанной в СССР. Он собирает, например, такую статистику, как статистика о действии ВССГ исключительно в семьях врачей. Он начинает пропагандировать ВССГ в качестве прививочного вещества даже для неко-

торых категорий взрослых людей, тщательно изучает вопросы аллергии, фильтрующегося вируса туберкулеза, пишет книгу о туберкулезе, о которой один критик дает отзыв, что она *fait et fera toujours époque*. В результате всех своих наблюдений он приходит к выводам о блестящем действии ВССГ и не только при туберкулезе. Он находит, что прививка ВССГ снижает общую детскую смертность. И, наконец, он получает полное удовлетворение своей деятельностью, так как административный совет Пастеровского института, куда он переходит заместителем директора, решает построить обширное здание, посвященное исключительно борьбе с туберкулезом и передать его в полное ведение Кальмета.

Такой представляется жизнь Кальметта на основании изучения его работ. О них можно еще сказать, что они отличаются крайней ясностью мысли, точностью изложения и всесторонним охватом темы. Кальмет предан своим темам и верен своим сотрудникам. Избрав то или иное направление в своих работах, он уже не бросает его. Так было с вопросом о туберкулезе, с вопросом о действии ядов; они привлекали его всю жизнь. Так, в разгар своей работы с туберкулезом, он незадолго до смерти снова возвращается к вопросу о действии ядов и изучает в сотрудничестве Саэнз и Костиль действие яда кобры на рак мышей. Его верные ученики Негр, Бокэ сопровождают его всю жизнь. Кроме того, Кальмет — организатор: он основывает за свою длинную жизнь целый ряд крупных научных институтов: в Сайгоне, Лилле, где он занимал должность профессора бактериологии и гигиены, в Алжире. Он организовал первый в мире диспансер им. Эмиля Ру, как важный фактор борьбы с туберкулезом, имевший своим назначением воспитывать в гигиеническом отношении широкие круги лильских рабочих и помогать на дому тем больным, которые по роду заболевания туберкулезом не подлежат приему в санатории, и его диспансер послужил впоследствии моделью для аналогичных учреждений на всем земном шаре. Таким образом мы видим, что Кальмет боролся с туберкулезом, понимая его не только как инфекционную, но и как социальную болезнь. Он был чужд односторонних увлечений.

Вот то главное, что можно сказать о Кальмете и его научной деятельности; можно еще добавить, что он был крайне внимательным к окружающим его людям человеком и исключительно доброжелательным. Эти качества Кальмета соединились с очень большою талантливостью и активностью; и в лице Кальмета мир потерял не только крупнейшего ученого, в котором была ключом энергия и который мог еще много сделать, но и человека исключительных нравственных качеств.

Проф. Б. П. Эберт.

Напечатано по распоряжению Академии Наук СССР

Непрерывный секретарь академик В. Волин.

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. Шаксваль (Prof. Dr. J. Schatzel).

Ответственный секретарь редакции д-р М. С. Королицкий.

Технический редактор А. Д. Покровский. — Ученый корректор М. И. Коровин. — Обложка работы А. А. Ушина.

Сдано в набор 22 июня 1934 г. — Подписано к печати 11 июля 1934 г.

## ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР

### НОВЫЕ КНИГИ

- Эйлер Леонард. Новая теория движения Луны. Перевод с латинского первой части книги первой и извлечений из частей второй и третьей с примечаниями и пояснениями переводчика акад. А. Н. Крылова. 1934. С 25 фиг. 208 стр. Цена в коленк. пер. 7 р. 75 к.
- Павлов И. П., акад. Последние сообщения по физиологии и патологии высшей нервной деятельности. Вып. II. 1933. 33 стр. Ц. 60 к.
- Смирнова В. М. Тканевые культуры. Руководство к постановке опытов по культивированию тканей животных вне организма. Серия научно-справочная. 1933. 40 стр. Ц. 1 р. 25 к.
- Мартьянов А. В. Ручейники I. (Определители по фауне СССР, вып. 13). 1934. С 224 фиг. 343 стр. Цена в коленк. пер. 12 р.
- Мейер Н. Ф. Определитель паразитических перепончатокрылых СССР. Вып. 3. (Определители по фауне СССР, вып. 15а). 1934. 273 стр. Цена в коленк. пер. 15 р.
- Штегман Б. Определитель семейств птиц СССР. (Определители по фауне СССР, вып. 14). 1933. 23 стр. Ц. 85 к.
- Энергоемкие производства. Сборник статей о применении электроэнергии в металлургии и силикатной промышленности. Под редакцией А. Ф. Сагайдачного. 1934. 289 стр. Цена в коленк. пер. 12 р.
- Научные работники Ленинграда. С приложением перечня научных учреждений Ленинграда. Справочник, составленный Комитетом учета и изучения научных сил СССР. 1934. 724 стр. Цена в коленк. пер. 20 р.

---

### В СЕРИИ НАУЧНО-ПОПУЛЯРНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

#### ВЫШЛИ В СВЕТ

- Комаров В. А., акад. Происхождение растений. Издание 2-е. 1933. 192 стр. Ц. 3 р. 50 к.
- Меншуткин Б. Н. Важнейшие этапы в развитии химии за последние полтора столетия. Издание 3-е. 1934. 118 стр. Ц. 1 р. 25 к.
- Орлов Н. А. Очерки по химии угля. 1934. 170 стр. Ц. 3 р. 75 к.
- Петров А. Д. Органический синтез. Растворители, пластмассы, каучук. 1934. 204 стр. Ц. 4 р.
- Сумгин М. И. Вечная мерзлота. Издание 2-е, пересмотренное и значительно дополненное. 1934. 84 стр. Ц. 2 р.

---

Все перечисленные издания высылает наложенным платежом по почте книжный магазин Издательства Академии Наук СССР, Ленинград, 11. Пр. 25 Октября, 29.  
Проспекты и каталоги — по требованию.

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

„ПРИРОДА“

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. Королидкий.

Журнал популяризирует достижения современного естествознания в СССР и за границей, наиболее общие вопросы техники и медицины и освещает их связь с социалистическим строительством. Информирова читателей о новых данных в области конкретного знания, журнал вместе с тем освещает общие проблемы естественных наук, преодолевая реакционные направления в теоретическом естествознании.

В журнале представлены все основные отделы естественных наук, организованы также отделы: история и философия естествознания, новости науки, научные съезды и конференции, жизнь институтов и лабораторий, критика и библиография.

Редакторами отделов являются: математики — акад. С. Н. Бернштейн; физики и астрономии — акад. С. И. Вавилов; химии — акад. Н. С. Курнаков; геологии с палеонтологией — акад. А. А. Борисьяк; общей биологии — проф. Ю. Ю. Шаксель (Prof. Dr. J. Schaxel); ботаники — акад. Б. А. Келлер; зоологии — акад. А. Н. Северцов; физиологии — чл.-корресп. АН проф. Л. А. Орбели; генетики — акад. Н. И. Вавилов; микробиологии — акад. Г. А. Надсон; почвоведения — чл.-корресп. АН проф. Б. Б. Польшов.

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.