

Karl Marx.

(КАРЛ МАРКС)

Наука была для Маркса исторически движущей революционной силой. Какую бы живую радость ни доставляло ему каждое новое открытие в любой теоретической науке, о практическом применении которого пока еще не было и речи, — его радость была совсем иной, когда дело шло об открытии, немедленно оказывающем революционное воздействие на промышленность, на историческое развитие вообще.

[Ф. Энгельс.]

Природа

3

1933

4

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР

СОДЕРЖАНИЕ

Проф. Я. М. Урановский. Идеи Маркса и современное естествознание 1

Проф. Б. М. Гессен. Классовая борьба эпохи английской революции и мировоззрение Ньютона 16

Акад. А. А. Белопольский. О вращении солнца 30

Г. А. Гамов. Проблема космических лучей 36

Акад. Н. Н. Семенов. К вопросу о соотношении между физическими и химическими процессами 40

Проф. О. Е. Звягинцев. Химизация металлургии 53

Проф. П. М. Никифоров. Сейсмология и социалистическое строительство 59

Акад. Б. А. Келлер. Материалистическая диалектика индивидуального и филогенетического развития растений 68

Проф. Л. А. Орбели. Об эволюционном принципе в физиологии 77

Акад. А. А. Борисьяк. Палеонтология за 15 лет 85

Проф. С. Н. Боголюбский. Эволюционная морфология и генетика 94

Проф. Б. С. Матвеев. Достижения эволюционной морфологии за 15 лет 103

М. И. Тихий. Гидросооружения и биология рыб 114

ИСТОРИЯ НАУКИ

Проф. М. А. Блох. Некоторые параллели из истории химии 122

НОВОСТИ НАУКИ

Астрономия. Новый метод определения силы тяжести упругими маятниками. — Шаровые звездные кучи во внегалактических туманностях 126

Физика. Звуковые волны как дифракционная решетка 131

Геология. О переносе кремнекислоты посредством надкритического водяного пара 132

Минералогия. О термических условиях образования кварца. — Вант-Гофф и дегидратация гипса; полугидрат и „растворимый ангидрит“. — Новое в изучении алмаза 133

Ботаника. О так называемых грибных „ведьминых“ кольцах 136

Палеоботаника. Третичные саговники 138

Зоология. Выращивание карпа на рисовых полях. — Новые данные об истреблении вредных млекопитающих 139

Палеозоология. Находка трупа сибирского носорога в Галиции 142

Микробиология. Разложение хитина микроорганизмами 144

Физиология. Мозжечок и автономная нервная система 145

Биохимия. Пектин и его применение 146

НАУЧНЫЕ СЪЕЗДЫ И КОНФЕРЕНЦИИ

Итоги Первой Всесоюзной Конференции по радиоактивности 148

Конференция по физико-химическому анализу 151

Развитие генетики (речь президента Шестого Интернационального конгресса генетики в Университете Корнелля, проф. Т. Г. Моргана) 152

ЖИЗНЬ ИНСТИТУТОВ И ЛАБОРАТОРИЙ

Лаборатория высоких давлений Академии Наук СССР и ее деятельность за последние годы 160

Основные задачи и объекты физико-химического исследования на Дальнем Востоке 161

Работы физиологической лаборатории Физиологического научно-исследовательского института Ленинградского Государственного Университета в 1932—1933 акад. году 163

В биохимических лабораториях 165

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ



Julius A. Brakke

Karl Marx

Природа

ПОПУЛЯРНЫЙ
ЕСТЕСТВЕННО-ИСТОРИЧЕСКИЙ
ЖУРНАЛ
издаваемый Академией Наук СССР

1933

ГОД ИЗДАНИЯ 'ДВАДЦАТЬ ВТОРОЙ

№ 3—4

ИДЕИ МАРКСА И СОВРЕМЕННОЕ ЕСТЕСТВОЗНАНИЕ

Проф. Я. М. УРАНОВСКИЙ

Промышленный капитализм, развивавшийся довольно бурно на протяжении прошлого века, создал условия для такого расцвета наук о природе, что вошло в обычай односторонне отмечать XIX век, как „век естествознания“. Факт развития учения Маркса и Энгельса в этот же период заставляет ответить на важный для понимания сущности марксизма вопрос: каково отношение между идеями Маркса и естествознанием, взятым в его историческом развитии. Являются ли науки о природе также основой, на которой был возведен тот великий синтез идей, каким является марксизм; вошло ли и естествознание в ту сумму теоретической и практической деятельности человечества, из которой „итогом, выводом“ и является философия марксизма — диалектический материализм; или, напротив, марксизм является только материалистическим пониманием истории „наукой о духе“, с которой науки о природе не стоят ни в какой внутренней связи?

Известно, что именно этот, последний, взгляд характерен для лжемарк-

стов. На вопрос: что понимать под марксизмом? — патриарх ренегатов, К. Каутский, еще в годы своего былого „величия“ ответил: „Я под ним понимаю не философию, но опытную науку, особое понимание общества“. Философия, теория познания — вещь прекрасная, „но такая, которая задачам нашей партии родственна не более, чем, например, спорный вопрос о ламаркизме и дарвинизме, или вопрос о том, состоятельно ли еще атомное учение“;¹ К. Каутский утверждает таким образом, что учение о строении материи, или эволюционные теории в такой же мере, как и философия, чужды, неродственны марксизму.

Даже беглая попытка выяснения как роли естествознания в формировании идей Маркса, так и общего отношения марксизма к естествознанию, убедительно показывает лишний раз, насколько лжемарксисты выхолащивают богатое содержание идей Маркса, извращают и сужают его основы и этим самым

¹ „Der Kampf“, Jahrg. 2, Heft 10, 1909, S. 452.

идейно разоружают пролетариат, борющийся за коммунизм.

В середине XIX в. естествознание эмансипируется от натурфилософии. Эмансипация эта была частным выражением общей борьбы и нападков на „спекулятивную метафизику и всякую метафизику вообще“, которые наступили после распада великого „универсального царства идей“, основанного Гегелем. Но эта борьба и преодоление шло с двух различных социальных сторон поразному. Основой эмансипации был рост производительных сил, вызвавший прогресс естествознания во всех его разделах: сформулирован и обоснован закон сохранения и превращения энергии, развилась органическая химия, в морфологии создана клеточная теория, в физиологии работает школа Иоганнеса Мюллера, в учении об эволюции возводится монументальное построение Ч. Дарвина, зарождаются как новые области знания, так и целые науки. Новооткрытые факты и теории, разработанные на их основе, дают возможность естествоиспытателям собственными средствами установить связи там, где натурфилософы ранее давали порою очень глубокие, но часто весьма искусственные и вымученные конструкции. На основе роста производительных сил эта эмансипация приняла однобокий характер вследствие реакционности буржуазии; была создана почва для процветания мелкотравчатого позитивизма; нужна была не „дикая горная мелодия“ абстракции, а совершенно трезвенное и лойальное познание низменной действительности; отяжелевшая после революции 1848 г. буржуазная теоретическая мысль отпала от философии вообще и натурфилософии в частности. Идеологи пролетариата, выражая прогрессивные устремления революционного класса, ставят задачи его идейного вооружения. Они не отказываются от наследства немецкой классической философии. Напротив, они объявляют пролетариат истинным и достойным наследником ее рационального содержания. Маркс и Энгельс борются с идеалистической метафизикой и вырывают всякую почву из-под ее ног тем, что развивают свой диаметрально-противо-

положный метод диалектического материализма. „Материализм, — писал Маркс в „Святом семействе“ — пополненный теперь тем, что было добыто самой секуляцией, и совпадающий с гуманизмом, навсегда покончит с метафизикой“¹

Основная мысль, характеризующая его отношение к наследству немецкой классической философии, развивается Марксом и позже, после тезисов о Фейербахе, на более расширенной теоретической основе. Поскольку нас интересует его отношение к немецкой натурфилософии, напомним, что он, как и Энгельс, всегда защищал все то, что в ней было рационального. Так, например, он защищает от нападков Кювье, „который был великим геологом и редким среди натуралистов литературно-историческим критиком“, немецких „естественников-фантасмов, которые вполне ясно высказали основную идею Дарвина, хотя и не смогли доказать ее“²; так как против позитивиста оказались правы именно натуралисты, „высказавшие новую идею“³. Таким образом, марксизм не укладывается в рамки одной только „опытной науки“, „особого понимания общества“, хотя бы потому, что он стоит на плечах немецкой классической философии и, преодолев натурфилософию, усвоил все то методологически ценное, что она содержала.

Работ одного Энгельса достаточно, чтобы ответить на вопрос о том, развивался ли метод диалектического материализма также на основе наук о природе. „Диалектика Природы“ Энгельса является ответом на этот вопрос; она показывает, как Энгельс применял метод диалектического материализма к данной истории естественных наук и к современному ему естествознанию; как он при помощи этого метода их перерабатывал и систематизировал, создавая материалистическую диалектику природы.

Однако, попытаемся выяснить, какова роль Маркса именно в этой области; было бы неверным, исходя из факта

¹ К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. III, ГИЗ, 1929, стр. 154.

² К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. XXIII, ГИЗ, 1930, стр. 380.

известного разделения труда, установившегося между Марксом и Энгельсом, делать вывод, будто Маркс стоял вне вопросов естествознания, следовательно, далее, идеи Маркса ограничиваются особым „пониманием общества“. В надгробной речи над могилой Маркса Энгельс специально остановился на следующей черте, характерной, по его мнению, для его гениального друга и соратника: „Наука была для Маркса исторически-движущей, революционной силой. Он испытывал чистую радость от всякого нового открытия в области теоретической науки, практическая польза которого, быть может, была еще неясной. Но он испытывал еще гораздо большую радость от таких открытий, которые оказывали немедленное революционное воздействие на промышленность или вообще на историческое развитие“.¹ В присутствии двух первоклассных представителей естествознания, химика Карла Шорлеммера и биолога Lankester Ray Энгельс говорит об отношении Маркса к науке после того, как он указал на самостоятельные открытия своего друга в математике;² свою характеристику он иллюстрирует тем, что Маркс „внимательно следил за новыми открытиями в области электричества, в частности за опытами Марка Дебра“.³ Нет никакого сомнения в том, что Энгельс говорил о науке также в смысле точных наук и имел, таким образом, в виду отношение Маркса именно к естествознанию. Сейчас эта сторона биографии Маркса с факти-

ческой стороны выяснена в некоторой степени. Известно, что интерес к естественным наукам был ему привит еще на школьной скамье: в Трирской гимназии, когда он учился у известного в свое время геолога Штейнингера; в Берлинском университете, когда он слушал лекции по антропологии, которую преподавал Генрих Стеффенс, шеллингианец и натурфилософ, но в то же время крупный геолог и минералог. Этот интерес к естественным наукам Маркс сохранил до самой своей смерти, при чем он проявлялся у него на различных этапах, в зависимости от времени, которым он располагал для этого рода деятельности, в различной степени то как ознакомление, то как изучение, то как активное исследование той или иной естественно-научной проблемы. Это относится к проблемам самых различных областей естествознания: от математики и космологии до теоретической химии и физиологии.¹ Вместе с тем Маркс основательно знал историю естественных наук. Его аутентичные высказывания по ряду вопросов из этой области еще ждут своей разработки, чтобы быть заложенными в фундамент марксистско-ленинской истории естествознания.

Каковы же те внутренние источники, которыми питался интерес Маркса к современному ему и историческому естествознанию? Каковы те мотивы, которые определяли этот интерес не как нечто внешнее и случайное, не как

¹ Франц Меринг. Карл Маркс, ГИЗ; 1920, стр. 429.

² Карл Шорлеммер (1834—1892), близкий друг Маркса и Энгельса, химик лихтинской школы, известный своими работами по группе парафинов. К. Ш. был избран в члены Королевского общества — Английской Академии Наук — и был также почетным доктором Глазговского Университета; вместе с тем он был законченным коммунистом и принимал активное участие в революционной борьбе; работы К. Ш. в свое время были переведены и на русский язык. Lankester Edwin Ray (1847—1929) — профессор зоологии и сравнительной анатомии Лондонского и Оксфордского Университетов и заведующий отделом естественной истории Британского Музея; широкой публике известен, как выдающийся популяризатор; состоял членом Королевского общества — Английской Академии Наук.

³ Ibid.

¹ В качестве иллюстрации приведем выдержку из письма Маркса к Энгельсу от 4 июля 1864 г., которая дает некоторое представление об интеллектуальной энергии Маркса вообще и в частности об его отношении к проблемам биологии; последняя, разумеется, не может быть отмечена, как область естествознания, которая специально интересовала автора „Капитала“. Жалуюсь на тяжелую форму инфлюэнцы, от которой он страдает, Маркс пишет; „За это время своей полной неработоспособности я прочел физиологию Карпентера, Лорда — то же, учение о тканях Келликера, анатомию мозговой и нервной системы Шпурцгейма, о клетках — Шванна и Шлейдена. В Popular Physiology Лорда имеется хорошая критика френологии, хотя субъект этот и религиозен“. Далее он сообщает: „... Я в ближайшее время думаю много заниматься анатомией и физиологией, и, кроме того, буду посещать лекции (где предмет демонстрируется ad oculos и анатомируется)“. К. Маркс и Ф. Энгельс, Сочин., т. XIII, ГИЗ, 1930, стр. 193.

любезнательство, а необходимым, внутренним образом, так что он вытекал из самых всеобщих задач теоретической работы Маркса?

Верно, что ближайшим образом Маркса приводили к изучению естественно-научных вопросов частные проблемы, связанные с его исследованиями в области истории и теории хозяйства. Известно, что Маркс тщательно изучал историю промышленности и торговли по отдельным странам, а в связи с ней историю технологии и машиноведения; но историю промышленности и технологии, которая представляет собой историю „практического отношения человека к природе“, нельзя понять без истории „теоретического отношения человека к природе“, т. е. без истории естествознания: так, например, в связи с вопросами технологии и машиноведения Маркс изучал механику и математику; разрабатывая теорию ренты, ему пришлось штудировать агрономию и агрохимию.

Но было бы совершенно неверно ограничиться определением этого круга естественно-научных интересов Маркса, установлением такого типа связи между различными составными частями учения Маркса.

Естествознание, взятое в самом широком смысле слова, интересовало Маркса с более общей точки зрения: являясь формой общественного сознания, естествознание в то же время отличается от таких идеологических форм, как, например, религия или искусство, тем, что, „как практическое отношение к природе“, — как промышленность и техника, — оно входит в базис; следовательно, оно играет особую роль во взаимодействии между базисом и надстройкой, представляя собой специфическое условие исторического развития. И мы видим в трудах Маркса особенное внимание к естествознанию именно под этим углом зрения.

Для Маркса естествознание является „духовной потенцией материального процесса производства“; он рассматривает ее как „самостоятельную потенцию производства“.¹ Вопрос о роли есте-

ствознания в материальном процессе производства занимает Маркса очень рано. В подготовительных работах для „Святого семейства“ Маркс признает естествознание одной из существенных сил человечества, а „в обыкновенной, материальной промышленности мы имеем под видом чувственных, чужих, полезных предметов, под видом отчуждения, predeterminedенные существенные силы человека“.¹ Промышленность, есть „экзотерическая форма“ раскрытия человеческих существенных сил. В „Святом семействе“ Маркс показывает, что нельзя дойти „даже до начала познания исторической действительности, исключая из исторического движения теоретическое и практическое отношение человека к природе, естествознание и индустрию“.² Маркс указывает уже здесь, что основную причину исторического развития нужно искать не в туманных, облачных образованиях, а „в грубо материальном производстве на земле“, к которому относится естествознание и индустрия. Маркс в это время еще не освободился от влияния „реального гуманизма“; развернутый ответ на вопрос: чем определяется развитие самой этой существенной силы человека, от чего зависит эта духовная потенция, каковы движущие силы прогресса естествознания, — мы получаем после того, как им в основном создано материалистическое понимание истории. Чем — спрашивает Маркс в „Немецкой идеологии“ — было бы без практической деятельности естествознание? И отвечает: „даже это „чистое“ естествознание получает свою цель, равно как и свой материал, только благодаря торговле и промышленности, благодаря чувственной деятельности людей“.³

Таким образом, примат принадлежит не этой существенной силе человечества, но от этого она не теряет своего очень важного значения в историческом процессе.

¹ К. Маркс. Подготовительные работы для „Святого семейства“. Архив К. Маркса и Ф. Энгельса, кн. 3, ГИЗ, 1927, стр. 257.

² К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., том III, ГИЗ, 1929, стр. 180.

³ Архив К. Маркса и Ф. Энгельса, кн. I, ГИЗ, 1924, стр. 218.

¹ К. Маркс, Капитал, т. I, ГИЗ, 1930, стр. 273.

Общественная роль естествознания у Маркса связана с проблемой разделения труда. Чем дальше заходит разделение труда, тем более обособляется естествознание от непосредственных производителей. В эпоху ремесла, при неразвитом разделении труда, соотношение между „ученостью и практикой“ наиболее тесное. Маркс показывает это соотношение на развитии часового дела. В качестве примера он указывает на то, что знаменитый математик и натурфилософ Кардан писал и давал практические советы об устройстве часов. Иначе обстоит дело при мануфактуре и крупной промышленности. „Мануфактурное разделение труда приводит к тому, что духовные потенции материального процесса производства противостоят рабочим как чужая собственность и порабащая их сила. Этот процесс отделения начинается с простой кооперации, где капиталист по отношению к отдельному рабочему представляет собою единство и волю общественно-трудового тела. Он развивается далее в мануфактуре, низводящей рабочего до степени частичного рабочего. Он завершается в крупной промышленности, которая отделяет от рабочего науку как самостоятельную потенцию производства и заставляет ее служить капиталу“.¹

Социалистическая революция, упраздняющая капиталистические производственные отношения, создает условия для отмирания этого отделения науки от рабочего на основе планирования теоретической и производственной деятельности, политехнического образования, постепенной ликвидации разделения труда и т. д.

Творцы научного коммунизма естествознанию приписывали весьма важную социальную функцию. С их точки зрения естествознание является одним из условий изменения общества. Так, например, говоря об условиях, которые вызвали третий, после средневековья, период частной собственности, а именно — крупную промышленность, Маркс и Энгельс указывают на создание теоретической механики, совершенной Ньютоном, как на условие этого

порождения. Для них, как впоследствии для Ленина и Сталина, естествознание является одним из условий успешного строительства социализма, подготовляющего полное „освобождение человечества“, говоря словами Маркса.

Про отношение естествознания в целом к философии истории Маркса можно сказать то же, что сам Маркс писал про значение теории Дарвина в письмах к Энгельсу и Лассалю, а именно: естествознание дает естественно-историческую основу материалистическому пониманию истории. История естествознания давала Марксу данные для решения проблемы о соотношении между теорией, как идеологической формой, и практикой, как материальным процессом производства. Не случайно Маркс следил за современным ему естествознанием; XIX в. весьма поучителен в смысле демонстрации важности теоретического исследования для практической жизни, являющейся приматом по отношению к первому. Теория „чистой науки“, „науки для науки“ не была выгодна буржуазии, развивавшей свое производство.

Среди ученых в середине XIX в. идет широкая дискуссия по вопросу о связи теории и практики. Как на трубадура этой идеи и противника теории чистой науки, можно указать на Ю. Либиха. Споря против практиков, слепых эмпириков и рутинеров, боящихся науки и привыкших пользоваться „рецептом, помещающимся на одной игорной карте“, он заявляет: „Я желаю ознакомить образованные классы с главными основаниями химии, касающимися питания растений, условий плодородия полей и причин их истощения; и, если так буду счастлив, что мне удастся доказать их великое экономическое значение, удастся распространить и укрепить эти понятия, то мне кажется, что задача моей жизни будет решена.“¹ История науки и промышленности нового времени и в частности XIX в. является сплошным доказательством плодотворности взаимодействия теории и практики. Сенебье, Соссюр, Дэви, Буссенго, Либих, Бертло создают рациональное земледелие; благо-

¹ К. Маркс, Капитал, т. I, ГИЗ, 1930, стр. 273.

¹ „Письма о химии“ Юстуса Либиха. Под ред. П. Алексиды, т. I, стр. VII. СПб., 1861.

даря развитию органической химии с середины 50-х годов, начинается переворот в химии красящих веществ, что приводит к крупным переменам в текстильной промышленности; побуждаемый запросами производства Пастер делает открытия, которые в свою очередь обратно влияют на сельское хозяйство и медицину и т. д.

И творцы научного коммунизма говорят о „подарках науки“, которые преподнесли человечеству Бертолле, Дэви, Либих, Уатт, Картрайт и др. Один из основных аргументов, которые они выставляли против теории Мальтуса, сводился к тому, что в ней прогресс науки не принят во внимание; а какими успехами — спрашивают Маркс и Энгельс — обязано земледелие одной только химии в лице сэра Гемфри Дэви и Юстуса Либиха? Отсюда прямой вывод: при взаимодействии теории и практики в условиях социалистической организации общества прогресс естествознания бесконечен.

Мы видим таким образом, что у Маркса естествознание стояло во внутренней связи не только с отдельными частными проблемами его учения, но и со всей его теорией исторического процесса в целом, с диалектикой истории.

Диалектика истории у Маркса неотрывна от диалектики природы; оба они покоятся на одном и том же методе материалистической диалектики. Утверждать, что марксизм есть только „понимание общества“, является ничем иным как кантианским извращением Маркса, обработкой его под фрейбургскую школу с ее отрывом наук об обществе от наук о природе. Но марксизм сложился в борьбе с таким дуализмом. Уже в подготовительных работах для „Святого семейства“ Маркс опровергает Бауэра, противопоставляющего историю — природе. Уже на этой ступени развития идей Маркса проявляется его глубокий монизм, материалистически обоснованный. „История общества, — утверждает Маркс, — есть действительная часть истории природы“, ибо она представляет собой результат развития природы, но с другой стороны сама природа имеет свою историю. „Впоследствии — продолжает

Маркс — естествознание будет охватывать науку о человеке, подобно тому, как наука о человеке будет охватывать естествознание, (обе станут одним), будет одна наука“.¹ Маркс здесь предвосхищает последующее развитие естествознания, требуя, чтобы в науку о природе был внесен восторжествовавший после Дарвина исторический метод. В дальнейшем Маркс углубил эту идею единства, отнюдь не тождества природы и общества, а, следовательно, идею единства науки о природе и науки об обществе по основным законам, по методу материалистической диалектики. Это объясняет нам, почему Маркс изучал и привлекал естествознание также для того, чтобы подтвердить свой философский метод, которым он пользуется в своей теории исторического материализма. Закон перехода количества в качество, который Маркс усматривает в превращении ремесленного мастера в капиталиста, он одновременно подтверждает тем, что закон этот верен для естествознания и в частности для химии, где в гомологических рядах простое количественное прибавление элементов ведет к образованию качественно различных тел.

Не подлежит, далее, сомнению, что история естествознания служила Марксу также основой для гносеологических выводов; разработка Марксом вопроса об отношении естествознания и индустрии лежит в основе теоретико-познавательных положений марксизма о соотношении теории и практики; естествознание привлекалось Марксом для разработки теории познания, следовательно логики и общей теории материалистической диалектики.

Наконец, нельзя не видеть, что Маркс следил за естествознанием, ища в нем подтверждения своего мировоззрения в целом; он берет естественно-научную проблему не абстрактно, а конкретно-исторически, в связи с классовой борьбой в области идеологии, и в связи с задачами пролетариата и его партии. Так, например, он внимательно следит за

¹ К. Маркс. Подготовительные работы для „Святого семейства“. Архив К. Маркса и Ф. Энгельса, кн. 3, ГИЗ, 1927, стр. 257.

борьбой вокруг *generatio aequivoca*, загоревшейся в связи с работами Пастера, не только вследствие общего теоретического интереса; Маркс видит актуальность этого вопроса в том, что он связан с религиозными представлениями, так как „*generatio aequivoca*“ „это — единственное практическое опровержение теории творения“.¹ Так же он подходит, например, к оценке учения Дарвина и к той борьбе, которая велась вокруг него.

Как далеки эти воззрения Маркса от того псевдомарксизма, которые развивал ученый мандарин, Каутский, еще в лучшие для него времена! Марксизм в той форме, как он создан его творцами и далее развит Лениным и Сталиным, не является „особым пониманием общества“, для которого естествознание является побочным делом, имеющим к нему чисто внешнее отношение. Анализ отношения Маркса к естествознанию показывает, что оно вошло в марксизм по трем руслам: как преодоление натурфилософии немецкой классической философии, как критически освоенная история естествознания и как теоретически переработанное естествознание XIX в. Науки о природе внутренне связаны с марксизмом не только потому, что ими пользовались для разработки отдельных частных проблем теории марксизма; они служили естественно-исторической основой для материалистического понимания истории, для развития метода материалистической диалектики и всего коммунистического мировоззрения в целом.

Пятьдесят лет, прошедших со дня смерти Маркса, занимают в истории науки исключительное место по быстроте темпов прогресса естествознания.

Внутренний смысл естественных наук большей части XIX в., материалистический и стихийно-диалектический характер их содержания вскрыл в своих классических работах Ф. Энгельс. Что же касается развития естествознания за последние десятилетия и их отношения к идеям Маркса, — на этот вопрос дал ответ В. И. Ленин. Реакционное разре-

шение вопроса об отношении естествознания к философии дал целый ряд буржуазных философов, естественников и теоретизирующих политиков; они утверждают, что естествознание XX в. опровергло господствовавшие ранее идеи материализма, восходящие к французскому материализму XVIII в. и принесло с собой „возрождение человеческого духа“ и торжество идеализма. В течение двух веков распространялось материалистическое мировоззрение, — писал крупный немецкий биолог Оскар Гертвиг, — „но если не обманывают все знамения времени — мы сейчас находимся снова на решающем поворотном пункте духовного развития человечества. Двухсотлетнее господство различных материалистических направлений, против которых и ранее, время от времени, подобно пророкам, подымали свой предостерегающий голос выдающиеся писатели, философы и естествоиспытатели, как Гете, Фихте, Carlyle, Карл Эрнст ф. Бер, как физики Фехнер и Мах — собирается сейчас снова под давлением времени уступить место идеалистическому мировоззрению“.¹

Этот поворотный пункт был почти одновременно возведен в неорганических и органических науках, но с особенной силой он был подчеркнут в новейшей физике.

В. И. Ленин показал, каковы условия и причины, порождающие этот поворот и каков его истинный философский и исторический смысл. 25 лет прошло после того, как В. И. Ленин дал свой глубокий и всесторонний анализ кризиса естествознания; за это время сделано в физике много новых завоеваний, но кризис еще более углубился, захватив новые области науки; оценка, данная великим продолжателем Маркса, не только осталась непоколебленной, но получила новые подтверждения.

В том самом году, когда умер Энгельс, вюрцбургский профессор, В. К. Рентген, открыл лучи, возникающие при прохождении электрических зарядов через пустотные трубки. Это открытие датирует начало головокру-

¹ К. Маркс. Архив, кн. 3, ГИЗ, 1927. Подготовительные работы для „Святого семейства“, стр. 258.

¹ Oscar Hertwig. Das Werden der Organismen. Jena, 1922. Vorwort zur drit. Aufl., S. IV.

жительных успехов; в 1895—1900 гг. создается учение о радиоактивности, открыто явление Зеемана, выдвинуто Планком понятие о квантах и таким образом заложены основы новой физики. Затем работами Нильса Бора начинается развитие теории строения атома, и модели атома начинают сменять друг друга. В 1905 г. создается Эйнштейном частная теория относительности. В 1913 г. работы Мозли дают возможность глубже проникнуть в смысл связи между элементами и их расположением по горизонтальным периодам и вертикальным группам таблицы Менделеева; эти же работы помогают понять удивительное явление изотопов Астона. Наконец, с 1926 г. начинается стремительное развитие волновой механики. Новые методы физического исследования вызывают революцию и в смежных с физикой науках; например, в учении о кристаллах и в астрономии. Исследовательская мысль подошла к изучению сложных вопросов строения материи невиданной прежде трудности.

Эти новые факты и теории настоятельно потребовали коренного изменения всех твердо установившихся понятий старой классической механики. Механика Ньютона была основана на представлениях о массе, энергии, пространстве и времени, как о метафизических сущностях, существующих раздельно и внешне друг к другу. Оказалось, что они взаимосвязаны и едины; масса существенно зависит от скорости; пространство и время не существуют раздельно, они не являются формой, отделенной от их содержания, — материи; непроницаемость, инерция, масса перестали быть неизменными свойствами материи; непрерывность, господствовавшая в физике XIX в., оказалась недостаточной, односторонней категорией, так как квантовая теория показала значение прерывности в природе. Потерпело крушение представление об атоме, как последнем и неделимом кирпиче мироздания, равно как и установившаяся уверенность в неизменности элементов и т. д.

Не сумев справиться с этой переработкой понятий и выдвинуть более совершенную и соответствующую уровню развития науки форму мышления взамен

устаревшей, отталкиваемые буржуазными общественными отношениями от диалектического материализма, который единственно может заменить господствовавший ранее в науке материализм механический, — буржуазные физики повернули к идеализму и всяким разновидностям реакционной философии.

В. И. Ленин в качестве первой причины, порождающей „физический“ идеализм, указывал на прогресс математики и физики; другая причина „это — принцип релятивизма, относительности нашего знания, принцип, который с особенной силой навязывается физикам в период крутой ломки старых теорий и который — при незнании диалектики — неминуемо ведет к идеализму“.¹ Это положение подтверждается современной физикой с особенной силой.

Из установленной наукой релятивности измерений времени и пространства физики делают односторонний вывод об исключительной относительности этих категорий. Метафизический рассудок привык к представлению об атоме, как неизменной единице механических построений; он требует незыблемого исходного положения и последней причины; но, так как атом разложим, так как экспериментатор при данном уровне знаний еще не установил причин процессов происходящих в атомном ядре то физики делают вывод о необходимости отказа от закона сохранения материи и энергии.

На трудностях, связанных с тем обстоятельством, что само исследование интраатомных явлений вносит изменение в наблюдаемый объект, обосновывается учение о принципиальной неточности измерений физических величин в микрофизике, и, следовательно, утверждается их непознаваемость; как будто при экспериментировании в биологии это изменение объекта не имеет места, что, однако, не мешало проникнуть в тайны, хотя бы, кариокинеза или в биохимию работающей мышцы. Из этого же факта известного изменения исследуемого объекта делается идеалистический вывод, будто объект вовсе не существует независимо от субъекта (Н. Бор, П. Иордан). Из исторически обусловленных трудно-

¹ Ленин. Соч., т. XIII, ГИЗ, 1928, стр. 252.

стей методики физического исследования делают вывод о „теоретическом пределе“ и устанавливают абсолютные границы познания, как будто история науки не опровергла неоднократно подобные заверения в *Ignotus* и *Ignorabimus*! Физики В. Гейзенберг, П. Йордан, Н. Бор и др. требуют отказа от категории причинности, хотя этот отказ, как предупреждает Планк — „тяжелая по вытекающим последствиям мысль“.

„Новая теория познания — пишет П. Йордан — требует отречения от всей той мистики понятий, которая выражалась как вера в „принудительность“ в „необходимость“ в „постигаемость“ или „объясняемость“ естественных законов и причинных отношений.¹

Под влиянием общественной обстановки, связанной с безысходным кризисом капиталистической системы, физики, обобщая отдельные стороны физических теорий, приходят к пессимистическим выводам и к откровенному фидеизму. Так, например, астрофизики Джинс, Леметр, де-Ситтер и др. утверждают, что вселенная имеет конечные размеры и ограниченное существование во времени.²

Физики, за незначительным исключением представителей старого поколения (Планк и др.)³ поворачивают назад к Канту и еще более к Юму; махисты, Ф. Франк, Рейхенбах, Шлик, используют эти трудности новейшей физики и навязывают физикам свои идеалистические взгляды; они систематизируют и обосновывают реакционные выводы физиков и поднимают их на теоретическую высоту.

¹ „Die Naturwissenschaften“, Heft 45, 1932. *Quantenmechanik und die Grundprobleme der Biol. und Psych.*, von P. Jordan, Rostok, S. 815.

² Вполне правильно „Правда“ (Ц. О.) указала в № 43 от 13 II 1933 г. на ошибочность и недопустимость помещения ряда идеалистических статей в журнале „Природа“ Акад. Наук, в которых пропагандировались реакционные взгляды де-Ситтера и Леметра о расширяющейся вселенной, коллапсе материи, разрыве физических связей вселенной и пр. На исправление этих ошибок, допущенных помещением статьи В. де-Ситтера „Раздвигающаяся вселенная“ в № 5, 1931 г. и заметки Н. В. Белова, в № 9, 1931 г., редакция не обратила своевременного внимания.

³ Даже Планк в своих последних работах склоняется к агностицизму.

Задачей науки, по мнению большинства современных физиков, является не объяснение, а одно только описание процессов, ибо исследователь, с этой точки зрения, вообще не познает объективность действительности, он обречен на описание одних только статистических закономерностей.

Объективно, и часто против субъективных настроений того или иного физика или философа, эти реакционные выводы используются, как орудие классовой борьбы. На вполне достаточных основаниях теоретизирующий фашист R. N. Coudenhove-Kalergi опирается на реакционные направления в современной физике и биологии. Разложение атома, Герцовы лучи и волновая механика, утверждает он, по примеру физиков и философов, принесли триумф идеализма; материализм опровергнут: „естествознание, на которое он опирался, повернулось против него. Оно разрушило идол, который материализм хотел поставить на место бога: идол материи“.¹ Со знаменем „научно“ обоснованного идеализма в руках, с богом и Ницше на устах он агитирует за поход против большевиков, этих единственных союзников материализма, за поход организованный, конечно, под руководством „всеспасающей личности“.

В действительности же выводы в пользу идеализма и фидеизма не соответствуют истинному содержанию современной физики. Когда физик отклоняет электрическим или магнитным полем α -лучи, когда он при помощи „счетчика α -частиц“ устанавливает, что один грамм радия выбрасывает в секунду $3.5 \cdot 10^{10}$ частиц, он исходит из положения Гельмгольца — естествоиспытателя — „о постигаемости природы“ и не сомневается в том, что это реально и объективно существующие частицы; следовательно,

¹ R. N. Coudenhove-Kalergi. *Los vom Materialismus!* Paneuropa-Verlag. Wien — Lpz. — Berlin, S. 29. Не стоило бы вовсе упоминать эту теоретически ничтожную работу, от которой несет сложным букетом нацистской казармы и феодальной конюшни, если бы не то, что она показывает политических союзников „физических“ и „физиологических“ идеалистов, ниспровергающих материализм, и демонстрирует таким образом связь между естествознанием, философией и политической эпохи пролетарских революций и социалистического строительства.

„идол“ материализма не опровергнут. Но современная физика подтверждает не просто материализм, а именно диалектический материализм; об этом говорит и теория относительности, приводящая к представлению о единстве массы и энергии, пространства и времени; и крушение представления о неизменных свойствах и элементах; и волновая механика, утверждающая единство прерывности и непрерывности и т. д. вплоть до самого факта кризиса физики, обнаруживающего всю беспомощность старых форм мышления. „Как ни диковинно — писал В. И. Ленин — с точки зрения „здорового смысла“ превращение невесомого эфира в весомую материю и обратно, как ни „странно“ отсутствие у электрона всякой иной массы, кроме электромагнитной, как ни необычно ограничение механических законов движения одной только областью явлений природы и подчинение их более глубоким законам электромагнитных явлений и т. д. — все это только лишнее подтверждение диалектического материализма“.¹

В свете учения Маркса становится понятным тот факт, что в основном сходные процессы наблюдаются в развитии как неорганических, так и органических наук последних десятилетий.

Не только физика, но и биология рассматриваемого периода богата новыми завоеваниями. Для объяснения единовременности прогресса этих наук нет нужды прибегать к теории „мутаций“, которую некоторые (как, например, Georg Nicolai) объясняют развитие или временное господство определенных идеологических форм; нет также нужды прибегать и к модификации этой теории на мистической основе в учении „о взрыве научного творчества, идущего в прочных и стойких, не разрушающихся рамках, заранее созданных“.² Сходство основных процессов в развитии физики и биологии объясняется тем, что в последнем счете их определяла одна и та же социально-экономическая

основа; далее, этот процесс нам помогает понять история этих наук и их постоянное взаимодействие между собою.

За последние десятилетия в биологии не только углублены прежде разрабатываемые области, но и созданы новые биологические науки. Этот период начинается открытием новых областей биологического знания: механики развития и экспериментальной морфологии; почти одновременно с этим знаменитым событием, в 1889 г., Броун-Секаром заложены основы учения о внутренней секреции; далее были достигнуты большие успехи в учении о ферментах, оформилась и быстро развилась генетика, выросло учение о тканевых культурах и изолированных органах; тридцатилетними работами ак. И. П. Павлова и его школы над теорией условных рефлексов — поднята на колоссальную высоту физиология высшей нервной деятельности и т. д.

Если добытые факты, как, напр., выделение Бухнером фермента дрожжей — зимазы в 1897 г., или выделение Такамине и Альдрихом адреналина и установление его химической структуры в 1901 г., или выделение Кендалем тироксина в 1919 г.; если эти и подобные им факты давали возможность разложить сложное биологическое явление и найти его связь и единство с неорганической природой и этим самым как бы подтверждали старые механические воззрения, — то с другой стороны эти же факты и множество других, как, например, факты регуляции и реституции, установленные механикой развития, или целостность организма, регулируемая нервной системой и внутренней секрецией, — говорили о качественной специфичности жизни и указывали на то, что морфологические и физиологические представления XIX в. были слишком упрощенными.

Новые данные науки говорили о недостаточности метода механического материализма, которым с той или иной степенью осознанности пользовались биологи XIX в., — метод, который характеризуется односторонне аналитическими приемами исследования, атомизацией организма, однозначным понима-

¹ Ленин. Соч., т. XIII, ГИЗ, 1928, стр. 214.

² В. И. Вернадский. Мысли о современном значении истории знаний. Изд. Академии Наук, 1927, стр. 6.

нием причинности, яростным желанием свести сложные биологические явления к физике и химии и т. д.

При условии роста реакционности буржуазии на последнем этапе капитализма объективные данные, добытые прогрессом биологии, обнаруживающие недостаточность механистического материализма, создают почву для нового ожесточенного тура борьбы между механизмом и витализмом, в которой инициатива нападения находится в руках потомков Штала; для реакционных по общему смыслу утверждений, что, несмотря на развитие науки, „пропасть между живой и неживой природой, вместо того, чтобы постепенно быть заполненной, скорее стала глубже и шире“.¹

При отказе от диалектики создается почва для утверждения, что биология не имеет своего метода, так как она гетерогенна по своему логическому составу и уступает в теории место физике и химии, подобно тому, как в лаборатории биолог постепенно уступает место инженеру; для требования создать биологию, как науку *sui generis*, ибо „действительная биология почти уничтожена“;² создается почва для реакционного прокламирования наступления эпохи с новым мировоззрением, выносимым биологической волной (Jakob v. Uexküll) для агрессии витализма и появления ряда органистических фундированных философских систем (O. Spann, A. Bergson и др.).

Витализм является неизбежной тенью механизма и его необходимым дополнением.

С одной стороны механисты убеждают, что жизнь — только объект, всецело зависящий от внешней среды, ее пассивная тень; с другой стороны противостоит утверждение виталистов, что жизнь — субъект, законы жизни „являются совершенно самостоятельными и самостоятельными жизненными факторами, которым принадлежит примат перед всеми неорганическими законами; эти последние должны подчиняться пер-

вым в противоположность тому, что до сих пор принимали.“¹

С одной стороны — яростное сведение жизни к физике и химии и установление не только единства, но и тождества природы снизу; с другой стороны — непроходимая пропасть между органическим и неорганическим миром или универсальная телеология, устанавливающая идеалистическое тождество природы сверху.

С одной стороны механисты утверждают, что организм только сумма частей, с другой стороны выдвигается на первый план категория целостности (Totalität), по отношению к которой часть является только подчиненным средством; с одной стороны — причинность, понимаемая односторонне, как отказ от случайности и целесообразности, сведение сознания к роли эпифеномена, статико-морфологический подход к изучению органических явлений; с другой стороны — целесообразность на основе индетерминизма, введение психологических факторов, в качестве, ведущих при объяснении биологических процессов и односторонний физиологизм, оторванный от структуры.

Многочисленные школы и школки, созданные ломкой биологии, пытающиеся стать над свалкой все уменьшающихся сторонников механистического материализма с виталистами: механисты-неокантианцы (напр., М. Гартманн), махисты (напр., Hans Winterstein), „позитивные“ виталисты (напр. L. v. Bertalanffy) и др. более сражаемы, чем сражают витализм, ибо он неуязвим с позиции идеализма или эклектицизма.

К чему, например, приводит грозный приговор над витализмом, вынесенный Ph. Frank'ом? Витализм, — говорит он, — только отрицательное понятие; он является выражением отчаяния в физико-химическом методе; „нет нигде действительно виталистической биологии. С криками отчаяния ничего не построишь“.² На деле эти грозные суждения нестрашны; — так как для махизма

¹ Die Entwicklung der Biol. im 19. Jahrh. Von Oscar Hertnig, Jena, 1908, S. 9.

² „Die Naturwissenschaften“, Heft 40, 1930. Die Stellung der Biol. im Naturwiss. Denken der Gegenwart. Von Otto Steche. S. 872.

¹ Das Lebensproblem im Lichte der moder. Forsch. Lpz., 1931. Der Organismus und die Umwelt, von Jakob von Uexküll, S. 224.

² Das Kausalgesetz und seine Grenzen, von Philipp Frank. Wien, Verl. v. Jul. Springer, 1932, S. 76.

наука представляет собой наиболее простое описание явлений по принципу экономии мышления, то почему бы и не построить общую биологию, пользуясь понятием „Ichton“, заимствованным у Uexküll'я или сверхперсональной энтелехией Дриша? Ничего убедительного против такой возможности Ph. Frank сказать не может; напротив, он ее признает и считает даже теоретически возможным построить биологию на теологических понятиях; и это понятно для махиста: бог или леший является действительно представлением более простым и, во всяком случае, более примитивным и привычным, чем „психоидальный закон индукции“ Uexküll'я или вневременная, внепространственная, интенсивная и непредставимая (un „vorstellbar“) энтелехия Дриша, про которую можно сказать словами Мефистофеля:

Глубокомысленно трудясь,
Вместить старайтесь то, что, отродясь,
В мозг человеческий не входит.

Пытаясь опереться на последние достижения биологии, витализм тем самым стремится доказать, что завоевания науки именно его подтверждают. Но опора на Гербста, Шпемана, Дженнингса, Yerks'a и т. д. чисто словесна. Вся философия органического у виталистов сводится к тому, что закономерности материального мира, добытые и установленные биологией, чисто словесно связываются с „психоидальной индукцией“ и энтелехией. Так, например, известное учение акад. И. П. Павлова, давшее возможность при помощи строго научного метода установить объективные законы функционирования высшей нервной деятельности — это не только материалистическое, но и объективно подтверждающее законы диалектики учение, — оказывается, тоже привлечено в интересах подтверждения витализма. „Известные опыты Павлова — пишет Uexküll — на собаках... особенно пригодны для изучения индукции“.¹ Но дело, однако, в том, что эта индукция совсем непригодна с точки зрения учения И. П. Павлова в качестве орудия биологического исследования, так как индукция эта является метафизически

перевернутым и мистифицированным понятием рефлекса; про эту таинственную индукцию Uexküll сообщает, что она „психоидальный закон“, и он, таким образом, обнаруживает, что не хочет или не может уразуметь, против каких реакционных воззрений в физиологии направлено учение И. П. Павлова об условных рефлексах.

Важно отметить, что современный витализм ищет себе подтверждения в данных сравнительной физиологии, особенно физиологии органов чувств. С этой понятной целью законоспецифической энергии органов чувств Иоганнеса Мюллера обрабатывается совершенно односторонне в духе „физиологического“ идеализма и возводится в ранг „основоположения всякой биологии“. Подведя под него все данные современной физиологии вплоть до учения Павлова, нетрудно притти к выводу об автономности жизни и примате жизненных факторов.

Эти попытки виталистов опереться, — после опытов Дриша в области механики развития, — на данные физиологии органов чувств показывают правильность гениального анализа В. И. Ленина, который установил, что методологический стержень, вокруг которого вращается кризис буржуазной науки — это проблема релятивизма. Действительно, стоя на метафизических позициях, труднее всего справиться с элементом субъективизма и релятивизма, который имеет место в данных органах чувств; с другой стороны, — данные физиологии органов чувств, говорящие об этом релятивизме, — наиболее привлекательны для тех, кто стремится обосновать „физиологический“ и всякий иной идеализм.

Ленинский анализ кризиса физических наук, целиком применим и для объяснения состояния современной биологии. Как и в физике, почва для реакционных поползновений еще на повороте XX века была создана самим прогрессом биологии. Как и в физике, потребовалась коренная переработка устарелых представлений механического материализма и его понятий: часть и целое

¹ Das Lebensproblem im Lichte der mod. Forschung“. Herausg. v. H. Driesch. 1931. Lpz.

Der Organ, u. die Umwelt, von J. v. Uexküll. S. 214.

в организме, причинность, целесообразность, развитие, форма и функция и т. д.

В биологии, также большинство исследователей, под давлением социальных условий эпохи империализма, при незнании диалектики, повернули к реакционной философии. Этот поворот к реакции в теоретической биологии имеет различное выражение: поредели ряды сознательных сторонников механического материализма, в то же время, возрождая отнюдь не передовые стороны учения великих исследователей живой природы — Ламарка, К. Э. ф. Бера, Иоганнеса Мюллера, взывая к тени Канта, Шеллинга, Окена, Маха и т. д., теоретики биологи создали много школ различных идеалистических оттенков от махизма до метафизического витализма Дриша.

Общее положение современной буржуазной теоретической биологии в значительной степени характеризуется стилем идей, которые достаточно активно пропагандирует Ганс Дриш. Этот шиллеровский „Ганс-метафизикус, мыслитель знаменитый, великий малый человек“, с кровли виталистической башни проповедует свою философию органического, построенную на данных биологии плюс невообразимая энтелехия, которая после смерти превращается в сверхэнтелехию, как того требует „учение о бессмертии индийской формы, следовательно, учение о превращении душ“.¹

Кризисное положение современной биологии усугубляется еще тем, что кризис смежных наук, физики с одной стороны и медицины с другой, влияет на биологию, усиливает хаос понятий и засоряет ее выводами, неправоммерно сделанными даже в той области, откуда они перенесены. Чего стоит, например, утверждение свободы воли на основании якобы свободного поведения атома урана или мнение, будто при наступлении мутации неразумно „ставить вопрос, на каком основании эта мутация наступила именно теперь, а не тысячелетиями ранее“,² в виду того, что нам неизвестны основания распада атома.

Как и в физике, в биологии новые достижения науки обнаруживают недостаточность и ограниченность механического материализма, но они полностью подтверждают материализм диалектический. Все новые достижения науки: механика развития, учение о ферментах и витаминах, данные эндокринологии, генетика, учение об условных рефлексах и т. п. являются сплошным опровержением витализма; и, наоборот, они являются триумфом материализма, так как они выясняют объективные, экспериментально установленные закономерности, они выясняют материальные основания, условия и причины морфологических и физиологических явлений. Они подтверждают именно диалектический материализм; ибо только материалистическая диалектика, как логика и теория познания, дает возможность понять единство противоположностей, лежащее в основе биологических процессов (ассимиляция и диссимиляция, автономность и корреляция органов, вегетативный рост и цветение, анализ и синтез в деятельности нервной системы, ферментативная деятельность, прерывность и непрерывность в онто- и филогенезе и пр.) и, не впадая в релятивизм, объяснить новые факты, добытые наукой за последние десятилетия.

Таким образом, современное естествознание подтверждает бессмертные идеи Маркса со всех сторон. Точно также, как внутренний смысл достижений естественных наук подтверждает материалистическую диалектику природы, современное состояние естествознания и его общественная роль подтверждают правильность марксистского понимания истории.

В странах капитализма, где некогда Кеплер и Галилей, Декарт и Ньютон закладывали основы естествознания нового времени, наука эта сейчас находится в состоянии тяжелого кризиса, сопровождающегося в отдельных звеньях полным застоєм и резким упадком. Разрыв между отдельными частями естествознания достиг угрожающих размеров; исследовательский процесс протекает стихийно и по отдельным разделам неравномерно; в то время как одна область обогащается

¹ Ibid. Das Wesen des Organismus, von Hans Driesch, S. 446.

² „Die Naturwissenschaften“, Heft 45, 1932. Die Quantenmech. u. die Grundprob. der Biol. u. Psych. von P. Jordan, Rostok, S. 818.

новыми и часто ценными фактами, другая хиреет и запустевает; материальная основа естественных наук сузилась по сравнению с прошлыми годами; социальная роль естествознания, его роль в культурной жизни общества пала.

Несмотря на то, что факты современного естествознания целиком подтверждают идеи Маркса, выводы, которые делаются из этих фактов большинством буржуазных теоретизирующих естествоиспытателей и философов, реакционны; „физический“ идеализм сомкнулся с идеализмом „физиологическим“: если физик, исходя из явления распада атома, делает идеалистический вывод, о свободе воли и индетерминизме биологических явлений, то, с другой стороны, биолог доказывает, якобы на основе данных физиологии, что атомы, дискретность материи, являются исключительно результатом соответствующего устройства органов чувств. На смену рационализму пришла интуиция, на смену детерминизму — индетерминизм, механическая картина мира сменилась органистической; развивается романтика и мистика, пессимизм и фатализм. С одной стороны философское мышление приходит в упадок, так как оно неспособно к обобщению накопившегося материала, с другой стороны — естествоиспытатели боятся философии, „ибо философия — опиум для науки“. Растет позитивизм и махизм, различные школы возрождают учения Беркли и Юма, Шопенгауэра и Шеллинга и пр., и „белокурая бестия“ Ницше натравливается на величественную фигуру Маркса.

Апостол витализма Г. Дриш, помнящий лучшие времена буржуазного естествознания, вынужден жаловаться: „По крайней мере в Германии живем мы во время, когда интерес к естествознанию, к сожалению, сильно оттесен в пользу весьма неопределенно выраженных „культурно-философских“ соображений. Пожелания, надежды, вера смешиваются с подлинным знанием. Этот период научного и философского упадка (Dekadenz) когда-нибудь кончится; именно тогда снова сознают, что естественные

науки с их строгой методикой являются убежищем подлинного знания“.¹

Этот научный и философский упадок, в различной степени относящийся ко всем капиталистическим странам, подтверждает целиком философско-исторические взгляды Маркса.

Экономический кризис, приближающийся грозный час экспроприации экспроприаторов, со всей научной строгостью предсказанный Марксом, не ставит творческих задач перед буржуазным естествознанием и не побуждает его к дальнейшему развитию; классовое господство буржуазии превратилось в оковы для естествознания; классовая природа естествоиспытателей изнутри, как и команда капитала извне, объясняют расхождения между революционными фактами естественных наук и реакционными выводами из них; от естествоиспытателей в условиях капиталистического общества часто требуется мужество для того, чтобы быть в согласии с истинными выводами естествознания. Разделение труда, получившее одностороннее развитие, создает такие дробные специальности, что углубляется разрыв между отдельными отраслями даже в пределах одной и той же науки и укрепляется объективная основа кризиса и реакции; анархия буржуазных общественных отношений не дает возможности плановой организации исследовательского процесса, а частная собственность на орудия исследования, подбор кадров из состава имущих классов монополизировать исследовательскую деятельность, ставит вне ее пределов широкие слои трудящихся масс и не может обеспечить приобщения к научной работе наиболее способного и одаренного человеческого материала.

Но, если в странах умирающего капитализма естествознание находится в состоянии кризиса, сопровождающегося в отдельных звеньях упадком и застоєм, то в отечестве пролетариата, СССР, реорганизация и реконструкция народного хозяйства создала мощную основу для прогресса „теоретического отношения к природе“; социалистиче-

¹ „Scientia“ 1—I—1932. H. Driesch. Eug. Rign. Lehre v. Org. in ihr. Entwickl., S. 78.

ское строительство, проводимое на шестой части земного шара под руководством коммунистической партии и ее вождя т. Сталина, расширяет основу прогресса естествознания до размеров невиданных в истории человечества; она ставит перед естествознанием колоссальные задачи и вместе с тем создает средства для их решения. Эти задачи столь велики, что успехи, одержанные советским естествознанием за 15 лет его существования, все же отстают от бурно растущей социалистической практики. Социалистическое строительство и связанная с ним культурная революция поднимают общественную роль естествознания на большую высоту. Уничтожение господства эксплуататорских классов освободило естествознание — эту „существенную силу“ — от подчинения интересам частной собственности и создало возможность плановой организации научно-исследовательской работы; приближение теории к практике и постепенное отмирание разделения труда разрушает объективную основу идеализма и укрепляет фундамент диалектико-материалистического естествознания.

Положение естествознания, как в странах капитализма, так и в отечестве пролетариата, не может быть понято „из самого себя“, но оно становится понятным в свете историко-материалистических воззрений Маркса, которые оно со своей стороны и подтверждает.

За 50 лет, прошедших со дня смерти Маркса, идеи этого гиганта мысли достигли распространения, подобного которому не видела история умственной жизни народов. В доподлинно-революционном, неизвращенном виде его воззрения восприняты только коммунистической партией; дополненные и развитые Лениным и Сталиным, они лежат в основе неразрывной и единой теоретической и практической деятельности партии.

Признавая идеи Маркса на словах, немецкие и австрийские лжемарксисты —

эти идеологи буржуазии и мелкой буржуазии на самом деле стоят в основном на позициях заурядного махизма и неокантианства невысокой пробы. В области теоретического естествознания они, ничем не отличаясь по существу своих идейных позиций от современной буржуазной науки и философии, разделяя целиком с ней тяжесть ее идейного упадка, сами признают свой поворот: „от механического материализма к махизму и от дарвинизма к неоламаркизму“.¹ Марксизм-ленинизм включает завоевания великих естествоиспытателей в прошлом и достижения естественных наук в настоящем.

Диалектический материализм, диктатура пролетариата, коммунизм — таковы основные идеи Маркса! Эти идеи внутренне связаны с положительным содержанием исторического и современного естествознания. История естествознания в переработанном виде вошла в великое идейное построение Маркса; современное же естествознание, реконструированное на основе марксизма-ленинизма, является одним из условий успешного социалистического строительства; оно является „существенной силой“, „духовной потенцией“ социалистической промышленности и должно помочь познать законы природы и поставить их на службу социализму.

Диалектический материализм, являющийся высшей формой философского мышления, и социалистическое строительство, как претворение в жизнь марксизма-ленинизма, создают идейные и материальные условия для гигантского развития естествознания: они кладут начало новой, только начавшейся, эпохе расцвета естественных наук, когда науки эти — как это предсказывал Энгельс — „сделают такие успехи, что все совершенное до того покажется только слабой тенью“.

¹ Marxismus und Naturwissenschaft. Herausg. von Otto Janssen. S. 7, 1925. Berlin.

КЛАССОВАЯ БОРЬБА ЭПОХИ АНГЛИЙСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ И МИРОВОЗЗРЕНИЕ НЬЮТОНА¹

Проф. Б. М. ГЕССЕН

Было бы большим упрощением и вульгаризацией, если бы мы стали выводить каждую проблему, которой занимался тот или иной физик, каждую задачу, которую он решал, непосредственно из экономики и техники.

Согласно материалистическому пониманию истории, в историческом процессе определяющим моментом в конечном счете является производство и воспроизводство действительной жизни.

Но это не значит, что экономический момент является единственным определяющим моментом. Энгельс жестоко критиковал Пауля Барта именно за то что он свел исторический материализм к такому примитивному пониманию.

Экономическое положение — это основа. Но на развитие теории, на индивидуальную работу ученого оказывают влияние и различные надстройки: политические формы классовой борьбы и ее результаты, отражение этих битв в мозгу участников — политические, юридические, философские теории, религиозные воззрения и их дальнейшее развитие в систему догм.

Поэтому при анализе физической тематики мы взяли узловые, кардинальные проблемы эпохи Ньютона, на которых сосредоточивалось основное внимание ученых. Но для того, чтобы понять, как складывалась и развивалась работа Ньютона, для того, что объяснить основные черты его творчества, нам мало того общего анализа экономических задач эпохи, который был дан выше. Надо проанализировать более подробно эпоху

Ньютона, борьбу классов во время английской революции и рассмотреть политические, философские и религиозные теории, как отражение в головах современников этой борьбы.

Когда Европа вышла из средневековья, поднимающаяся городская буржуазия была ее революционным классом. Положение, которое буржуазия занимала внутри феодального общества, стало для нее тесным, ее дальнейшее свободное развитие стало несовместимым с феодальным строем.

Великая борьба европейской буржуазии против феодализма дошла до своего наивысшего напряжения в трех крупных и решительных битвах: в реформации в Германии и следовавших за ней политических восстаниях Франца фон-Зиккенгена и великой крестьянской войне, в революции 1649—1688 г. в Англии и, наконец, в великой французской революции.¹

Однако, между французской революцией 1789 г. и английской революцией существует большая разница.

Феодальные отношения были подорваны в Англии еще со времени войны алой и белой розы. Английское дворянство начала XVII века было очень недавнего происхождения. Из 90 паров, заседавших в парламенте 1621 г. — 42 получили свою пэрию при Якове I, а титулы остальных были не старше XVI века. Отсюда, тесная связь между высшим дворянством и первыми Стюартами.

Этот характер нового дворянства позволил ему более легко пойти на компромисс с буржуазией.

¹ Глава из доклада, представленного II Международному конгрессу по истории науки и техники в Лондоне в 1931 г.

¹ Энгельс. Предисловие к англ. изд. „Развитие социализма“.

Революцию в Англии начала городская буржуазия, а среднее крестьянство (уеопангу) средних округов закончило ее победой.

1689 г. был компромиссом между восходящей буржуазией и бывшими крупными феодальными землевладельцами. Английская аристократия со времени Генриха VII не только не противодействовала развитию промышленности, но, напротив, старалась извлечь из нее пользу.

Буржуазия становится признанной, хотя и скромной частью господствующих классов Англии.¹

„В 1648 г. буржуазия совместно с новым дворянством боролась против монархии, феодального дворянства и господствующей церкви.

„В Великой французской революции в 1789 г. буржуазия в союзе с народом боролась против монархии, дворянства и господствующей церкви.

„В обеих революциях буржуазия была тем классом, который действительно стоял во главе движения.

„Пролетариат и не принадлежащие к буржуазии слои городского населения либо не имели еще никаких отдельных от буржуазии интересов, либо еще не составляли самостоятельно развитого класса или части класса.

„Поэтому там, где они выступали против буржуазии, наприм., в 1793—1794 гг. во Франции, они боролись только за осуществление интересов буржуазии, хотя и не на буржуазный манер.

„Весь французский террор представляет не что иное, как подлинно народную расправу с врагами революции, абсолютизмом и феодализмом. То же можно сказать и о движении левеллеров во время английской революции.

„Революция 1648 и 1789 гг. не были английской или французской революциями. Это были революции европейского масштаба. Они представляли не победу одного определенного класса над старым политическим строем, они провозглашали политический строй нового европейского общества.

Буржуазия победила в них. Но победа буржуазии означала тогда победу

нового общественного строя, победу буржуазной собственности над феодальной, нации над провинциализмом, конкуренции над цеховым строем, разделения собственности над майоратом, господства собственника земли над подчинением собственника земле, просвещения над суеверием, семьи над фамильным именем, промышленности над героической ленью, буржуазного права над средневековыми привилегиями“.¹

Английская революция 1649—1688 гг. — революция буржуазная. Она поставила у власти „наживал из капиталистов и землевладельцев“. Реставрация совершенно не означала восстановления феодального строя. Именно во время реставрации земельные собственности уничтожили феодальный строй земельных отношений. По существу уже Кромвель делал дело поднимающейся буржуазии. Пауперизация населения, как предпосылка создания свободного пролетариата, особенно сильно идет именно после революции. Именно в этой смене господствующего класса и заключается истинное значение революции. Складывается новая социально-экономическая формация, выдвигается новый господствующий класс. В этом главное отличие оценки Маркса от оценки традиционных английских историков и в первую очередь — Юма и Маколея.

Как истый тори, Юм оценивает революцию 1641 г. и реставрацию, а затем революцию 1688 г. только с точки зрения нарушения и восстановления порядка.

Он резко осуждает переворот первой революции и приветствует реставрацию, как восстановление порядка. Он сочувствует революции 1688 г., как конституционному акту, хотя и не считает, что она явилась простым восстановлением старой свободы. Она открывает новую эпоху конституции, дав „преобладание народному началу“.

Для Маколея революция 1688 г. преемственно связана с первой революцией. Но именно революция 1688 г. для него glorious revolution как раз потому, что она конституционна.

Он писал свою историю 1688 г. как раз после 1848 г., и везде сквозит

¹ Энгельс. Предисловие к англ. изд. „Развитие социализма“.

боязнь перед пролетариатом, перед его возможной победой. Он с горделивой радостью рассказывает, что, лишив Иакова II престола, парламент соблюл все мельчайшие прецеденты и даже заседал в старых покоях и в предписанной ритуалом одежде.

Законность и конституция рассматриваются, как внеисторические сущности, отделенные от господствующего класса, и тем самым закрывается путь к пониманию истинной сущности революции.

Такова была расстановка классовых сил после английской революции. Основными философскими направлениями эпохи, непосредственно предшествовавшей английской революции и следующей за ней, были: материализм, ведущий свое начало от Фрэнсиса Бэкона и представленный в эпоху Ньютона Гоббсом, Толландом, Овертоном и отчасти Локком.

Идеалистический сенсуализм, был представлен Беркли. Ближе к этим воззрениям стоит Г. Мор.

Кроме того, довольно сильно направление моральной философии и деизма, представленное Шефтсбери и Болинброком.

Эти философские направления существуют и развиваются в сложной обстановке классовой борьбы, основные черты которой были очерчены выше.

Церковь со времен реформации становится одной из главных опор королевской власти. Церковная организация является составной частью государственной системы, а король — главой государственной церкви. Яков I любил говорить — „где нет епископа, там нет и короля“ (No bishop — no king).

Всякий подданный английского короля должен был принадлежать к государственной церкви. Не принадлежащий к ней рассматривался, как совершающий государственное преступление.

Борьба против королевского абсолютизма является в то же самое время борьбой против централизма и абсолютизма господствующей государственной церкви, и поэтому политическая борьба поднимающейся буржуазии против абсолютизма и феодализма прикрывается

лозунгами религиозного демократизма и веротерпимости.

Собирательное название „пуритане“ относится ко всем сторонникам „очищения и демократизации“ господствующей церкви. Среди пуритан, однако, надо различать более радикальные течения индепендентов и более консервативное — пресвитерианцев. Эти два течения кладут основу политическим партиям.

Сторонники пресвитерианцев являются представителями крупного купечества и городской буржуазии, — индепенденты черпают своих сторонников из среды сельской и городской демократии.

Классовая борьба буржуазии против абсолютизма, как и борьба течений внутри буржуазии и крестьянства, идет под религиозными лозунгами.

Религиозное влечение буржуазии еще более усиливается развитием материалистических учений в Англии.¹

Рассмотрим в кратких чертах основные этапы развития материализма в эту эпоху и его важнейших представителей.²

Фрэнсис Бэкон является родоначальником материализма. Его материализм создается в борьбе со средневековой схоластикой. Он хочет освободить человечество от старых традиционных предрассудков и создать метод для овладения силами природы. В его учении скрыты зародыши всестороннего развития этого учения. „Материя улыбается своим поэтически-чувственным блеском всему человеку“.

В руках Гоббса материализм становится абстрактным и односторонним. Гоббс не развивает материализма Бэкона, а только его систематизирует.

Чувственность теряет свои яркие краски и превращается в абстрактную чувственность геометра. Все многообразие движений приносится в жертву механическому движению. Геометрия провозглашается главной наукой.

Из материализма выхолащивается его живая душа, и он становится враждебным человеку. Этот абстрактный, рассудочный, формально-математиче-

¹ Ср. Энгельс, I. с.

² Ср. Маркс „Святое семейство“, т. III, стр. 153, сл.

ский материализм не может давать импульсы к революционному действию.

Поэтому материалистическое мировоззрение Гоббса уживается с его монархическими взглядами и защитой абсолютизма. После победы революции 1649 г. Гоббс оказывается в эмиграции.

Но одновременно с материализмом Гоббса существует и другое направление материализма, неразрывными нитями связанное с революционным движением левеллеров. Во главе этого направления стоит Ричард Овертон.

Ричард Овертон был верным соратником вождя левеллеров Джона Лильберна, пламенным глашатаем революционных идей, блестящим политическим памфлетистом. В противоположность Гоббсу он был практическим материалистом, был революционером.

Любопытна судьба этого философа-борца. В то время как имя Гоббса широко известно и вошло во все учебники философии, об Овертоне нельзя найти ни одного слова не только ни в одном самом подробном буржуазном справочнике по философии, но даже в подробных биографических словарях. Так мстит буржуазия своим политическим противникам.

Ричард Овертон написал немного. Он слишком часто менял перо на меч и философию на политику.

Его сочинение „Человек смертен во всех отношениях“ вышло первым изданием в 1643 г., а вторым в 1655 г.

Это ярко материалистическое и атеистическое произведение. Немедленно после своего появления оно подверглось осуждению и запрещению со стороны пресвитерианской церкви.

Манифест пресвитерианского конклава, направленный „против неверия и ложной веры“, призывает все кары на голову Ричарда Овертона.

„Главным представителем ужасного учения материализма — гласит манифест — отрицающего бессмертие души, является Ричард Овертон, автор книги о смертности человека“.

Мы не будем входить здесь в подробности учения Овертона и его судьбы — этой интереснейшей страницы из истории английского материализма; укажем только на одно место из при-

веденного сочинения, в котором в чрезвычайной ясной форме Овертон формулирует основные принципы своего материалистического мировоззрения.

Критикуя противопоставление тела, как инертной материи, душе, как активному формирующему началу, Овертон пишет:

„Форма есть всегда форма материи, и материя является материей для формы. Каждая из них не может существовать сама по себе раздельно, но только в единстве с другим, и только в единстве они образуют вещь“.

„Все возникающее возникает из природных стихий (стихию Овертон понимает в смысле древних греков: вода, воздух, земля). Но все возникшее материально потому, что то, что не материально, не существует“.

В отличие от Англии материализм на французской почве становится теоретическим знаменем французских республиканцев и террористов и доставляет основные положения „Декларации прав человека“.

В Англии революционный материализм Овертона является учением лишь одной крайней группировки в то время, как вся основная борьба идет под религиозными лозунгами.

Английский материализм в лице Гоббса объявляет себя философией, как раз подходящей для ученых и образованных людей, в противовес религии, являющейся достаточно хорошей для необразованной народной массы, включая сюда и буржуазию.

Вместе с Гоббсом, выхолощенный от его действительной революционности, материализм выступил на защиту королевской власти и абсолютизма и призывал к укрощению народа.

У последователей Гоббса-Болинброка и Шефтсбери новая деистическая форма материализма также остается эзотерическим аристократическим учением.

Поэтому „человеконенавистнический“ материализм Гоббса был ненавистен буржуазии не только за свою религиозную ересь, но и за его аристократические связи.

Соответственно этому, в противоположность материализму и деизму

аристократии, именно протестантские секты, которые доставили знамя и бойцов против Стюартов, выставили также и главные боевые силы прогрессивного среднего класса.¹

Но еще более ненавистным, чем эзотерический материализм Гоббса, для буржуазии был материализм Овертона, материализм, являющийся знаменем политической борьбы против буржуазии, материализм, переходящий в воинствующий атеизм и бесстрашно выступающий против самых основ религии.

Ньютон являлся типичным представителем поднимающейся буржуазии и в своем мирозерцании отражает характерные черты своего класса. К нему можно с полным правом применить ту характеристику, которую Энгельс дает Локку: он тоже являлся типичным сыном классового компромисса.

Ньютон был сыном мелкого фермера. Его положение в университете и в обществе вплоть до назначения его директором монетного двора (1696 г.) было очень скромно. По своим связям он также принадлежал к среднему классу, а его философские сношения были наиболее тесны с Локком, Самуэлем Кларком и Бентли.

По своему религиозному мировоззрению Ньютон был протестантом, и много оснований предполагать, что он принадлежал к секте социиан.

Он был горячим сторонником религиозного демократизма и веротерпимости. Ниже мы увидим, что религия для Ньютона являлась составным элементом его мировоззрения.

По своим политическим взглядам Ньютон принадлежал к партии вигов. Во время второй революции Ньютон был членом парламента от Кембриджа с 1689 по 1690 г. Когда возник конфликт по вопросу о возможности присяги „незаконному властителю“ Вильгельму Оранскому и дело даже дошло до беспорядков в Кембридже, Ньютон, который, как депутат от Кембриджского университета, должен был приводить университет к присяге, стоял на точке зрения необходимости присяги и признания королем Вильгельма Оранского.

В своем письме доктору Ковель Ньютон приводит три основных аргумента в пользу принесения присяги Вильгельму Оранскому, которые должны устранить сомнение в возможности принесения присяги у тех членов университета, которые раньше присягали изгнанному королю.

Рассуждения и аргументации Ньютона сильно напоминают мнение Маколея и Юма, которые мы привели выше.

Этот классово-идеологический облик Ньютона объясняет, почему те материалистические ростки, которые были скрыты в „Началах“, не превратились у Ньютона в стройное здание механического материализма, подобно физике Декарта, а переплелись с идеалистическими и теологическими воззрениями и в некоторых философских вопросах даже подчинили себе материалистические элементы физики Ньютона.

Значение „Начал“ не исчерпывается их значением для техники. Самое название их указывает, что они являются системой, мировоззрением. Поэтому было бы неправильно ограничивать анализ содержания „Начал“ только установлением их внутренней связи с экономикой и техникой эпохи, обслуживающей нужды поднимающейся буржуазии.

Современное естествознание обязано своею самостоятельностью освобождению от телеологии. Оно признает лишь причинное рассмотрение природы.

Одним из боевых лозунгов Возрождения был клич: „истинное знание только посредством познания причин“ — „*vere scire per causas scire*“.

Бэкон подчеркивал, что телеологический взгляд является самым опасным из *idola*. Истинная связь вещей, по его мнению, заключается в механической причинности. „Природа знает только механическую причинность; к исследованию последней и должны быть направлены все наши силы“.

Механическое мировоззрение с необходимостью приводит к механической концепции причинности. Декарт устанавливает принцип причинности, как „вечную истину“.

На английской почве механический детерминизм получает всеобщее призна-

ние, хотя часто переплетается с религиозной догматикой (секта „christian necessarians“, к которой принадлежал Пристли). Это своеобразное сочетание — столь характерное для английского типа мыслителей — мы находим и у Ньютона.

Всеобщее признание принципа механической причинности единственным и основным принципом научного исследования природы обязано могучему развитию механики. „Principia“ Ньютона являются грандиозным распространением этого принципа на нашу планетную систему. „Старая телеология пошла к черту“, но пока еще только в области неорганической природы, в области механики земной и небесной.

Основная мысль „Principia“ состоит в представлении движения планет, как следствия сложения двух сил: одной, направленной к солнцу, другой — „первоначального толчка“. Этот первоначальный толчок Ньютон оставил богу, но „запретил ему всякое дальнейшее вмешательство в солнечную систему“.

В этом своеобразном „разделении труда“ по управлению вселенной между богом и причинностью и заключалось характерное для английских философов переплетение религиозной догматики с материалистическим принципом механической причинности.

Признание модальности движения, отрицание движущейся материи как *causa sui* неизбежно должно было привести Ньютона к концепции первоначального толчка. С этой точки зрения идея божества в системе Ньютона отнюдь не случайна, а органически связана с его взглядами на материю и движение, а также с его взглядами на пространство, в развитии которых на Ньютона большое влияние оказал Генри Мор.

Именно в этом пункте обнаруживается слабость общего философского мировоззрения Ньютона. Принцип чистой механической причинности приводит к понятию божественного начала. „Дурная бесконечность“ всеобщей цепи механического детерминизма завершается первым толчком, а вместе с ним открывается дверь для телеологии.

В третьей книге „Начал“ Ньютон излагает „Систему мира“. В общем

поучении к третьей книге (третьего издания) доказывается необходимость божества, как устрояющего, движущего и направляющего начала вселенной.

Мы не будем здесь вдаваться в разбор вопроса об авторстве этого поучения и о роли Котса и Бентли в издании „Начал“.

По этому вопросу существует большая литература, но приводимые ниже письма Ньютона совершенно неопровержимо доказывают, что теологические взгляды Ньютона отнюдь не были привеском к его системе и не были ему навязаны Котсом и Бентли.

Когда в 1692 г. умер Роберт Бойль, он оставил капитал, дающий ежегодно 50 фунтов, с тем, чтобы в одной из церквей Англии ежегодно читались 8 лекций, в которых „излагались доводы неопровержимости христианства и опровергалось бы неверие“.

Бентли, капеллан епископа Ворчестерского, должен был читать первый цикл этих лекций. Седьмую и восьмую из них он решил посвятить доказательствам необходимости существования божественного провидения. Доказательства эти он решил взять из рассмотрения физических принципов строения мира, как они даны в „Началах“ Ньютона.

При подготовке этих лекций он столкнулся с целым рядом физических и философских затруднений, для разъяснения которых он обратился непосредственно к автору „Начал“.

В четырех письмах к Бентли Ньютон подробно разбирает поставленные Бентли вопросы, и письма эти представляют ценный источник информации о взглядах Ньютона на космологическую проблему.

Основное затруднение, с которым Бентли обратился к Ньютону, состояло в том, как опровергнуть материалистический аргумент, выставленный еще Лукрецием, что строение мира можно получить посредством чисто механических принципов, если предположить, что материя наделена имманентно присущим ей свойством тяжести и равномерно распределена по небу.

В своих письмах Ньютон подробно указывает Бентли, как можно преодо-

леть эту материалистическую аргументацию.

Нетрудно видеть, что здесь, по существу, речь идет о теории эволюции вселенной, и в этом вопросе Ньютон является решительным противником материалистической концепции эволюции.

„Когда я писал третью книгу „Начал“, — пишет Ньютон Бентли, — я особо обращал внимание именно на те принципы, которые для рассудительных людей могут служить доказательством существования божества“.

Если бы материя была равномерно распределена в конечном пространстве, то она, благодаря своей силе тяжести, вся бы собралась в одну большую сферическую массу.

Но если бы материя была распределена в бесконечном пространстве, то она могла бы, подчиняясь силе тяготения, образовать массы различной величины.

Однако, ни в коем случае нельзя объяснить естественными причинами, что именно светящиеся массы, солнце — оказалось в центре системы и именно так, как оно расположено.

Поэтому единственно возможное объяснение состоит в признании божественного творца вселенной, который мудро расположил планеты так, что они получают необходимые им свет и тепло.

Разбирая далее вопрос о том, могут ли планеты, вследствие естественных причин, притти в движение, Ньютон указывает Бентли, что вследствие силы тяжести, являющейся естественной причиной, планеты могут притти в движение, но никогда не могут получить периодического обращения по замкнутым орбитам, так как для этого нужна тангенциальная слагающая. Поэтому, — заключает Ньютон, — ни в коем случае нельзя объяснить действительных путей планет и строения естественными причинами, и поэтому из рассмотрения устройства вселенной следует присутствие разумного божественного начала.

Далее, разбирая вопрос об устойчивости солнечной системы, Ньютон указывает, что подобную замечательно устроенную систему, в которой скорости и массы тел подобраны так, что она

находится в устойчивом равновесии, мог создать лишь божественный разум.

Эта концепция Ньютона и его апелляция к божественному разуму, как высшему началу, устройтелю и первому двигателю вселенной, отнюдь не случайна, а является необходимым следствием его концепции основ механики.

Первый закон движения Ньютона приписывает материи способность сохранять то состояние, в котором она находится.

Так как Ньютон рассматривает только механическую форму движения, то понятие состояния у него равнозначно с состоянием покоя или механического перемещения.

Материя, на которую не действуют внешние силы, может находиться либо в состоянии покоя, либо в состоянии прямолинейного, равномерного движения. Если материальное тело находится в покое, то только внешняя сила может вывести его из этого состояния.

Если же тело находится в состоянии движения, то только внешняя сила может изменить это движение.

Таким образом, движение не является имманентно присущим телу атрибутом, а является модусом, которым материя может и не обладать.

В этом смысле материя Ньютона инертна в полном смысле слова. Всегда требуется внешний толчок для приведения ее в движение или для изменения и прекращения этого движения.

Далее, так как Ньютон принимает существование абсолютного, неподвижного пространства, покой для него возможен также, как абсолютный покой, и таким образом физически возможно существование абсолютно неподвижной материи, а не только неподвижной в данной системе отсчета.

Ясно, что такая концепция модальности движения неизбежно должна привести к введению внешнего двигателя — и именно эту роль выполняет у Ньютона бог.

Очень важно отметить, что в принципе Ньютон не только не против надления материи известными атрибутами, но в противоположность Декарту признает плотность и тяжесть основными свойствами материи.

Таким образом, лишая движение характера атрибута материи и признавая его лишь модусом, Ньютон сознательно лишает материю как-раз того ее неотъемлемого свойства, без которого строение и происхождение мира нельзя объяснить естественными причинами.

Если мы сопоставим точку зрения Ньютона с точкой зрения Декарта, то сразу бросается в глаза различие установок.

„Говорю открыто, — заявляет Декарт, — что в природе телесных вещей я не признаю никакой другой материи, кроме той, которая может быть делима самым различным образом, может принимать форму и двигаться, которую математики называют величиной (количеством) и делают предметом своих демонстраций; что в этой материи я рассматриваю только ее деление, фигуры и движения и не принимаю ничего за истину, что не вытекает из этих принципов так же явственно, как достоверность математических положений. Этим путем можно объяснить все явления природы. Поэтому я держусь того взгляда, что в физике и не нужны и не допустимы другие принципы, кроме здесь изложенных“.¹

В своей физике Декарт не допускает никаких сверхъестественных причин. Поэтому Маркс указывает, что механический французский материализм прикинул к физике Декарта, а не к его метафизике.²

Эту роль физика Декарта могла сыграть только потому, что в границах его физики материя представляет собой единственную субстанцию, единственное основание бытия и познания (Маркс).

В третьей части своих „Начал Философии“ Декарт также дает картину развития мира. Особенность установки Декарта заключается в том, что он подробно рассматривает исторический генезис вселенной и солнечной системы, согласно тем принципам, которые были им приведены выше.

Правда, и Декарт рассматривает движение только как модус материи,

но зато, в отличие от Ньютона, у него верховным законом является закон сохранения количества движения.

Отдельные материальные тела могут приобретать и терять движение, но общее количество движения во вселенной постоянно.

В законе сохранения количества движения заключено хотя в неразвитом виде положение о неуничтожаемости движения.

Правда, Декарт неуничтожаемость понимал в чисто количественном смысле, и такая механическая формулировка закона сохранения количества движения не случайна, а является следствием того, что Декарт, как и Ньютон, стоит на точке зрения сведения всех видов движения к механическому перемещению. Они не ставят проблемы перехода одной формы движения в другую, и это, как мы увидим во второй части доклада, имеет глубокие причины.

Великой заслугой Энгельса является то, что он рассматривает процесс движения материи, как вечный переход одной формы движения материи в другую. Это дает ему возможность не только обосновать одно из основных положений диалектического материализма о неотделимости движения от материи, но и поднять понимание закона сохранения энергии и количества движения на более высокую ступень.

Мы вернемся к этой проблеме во второй части доклада.

Декарт тоже вводит бога, но его бог нужен ему только для того, чтобы доказать, что количество движения во вселенной остается постоянным.

Он не только не допускает внешнего толчка для материи со стороны бога, но, наоборот, считает, что постоянство есть одно из основных свойств божества, и поэтому в его творениях мы не можем предполагать никакого непостоянства, так как, предполагая непостоянство в его творениях, мы предполагаем непостоянство и в нем.¹

Таким образом, смысл введения божества у Декарта иной, чем у Ньютона, но божество необходимо и в его концепции, ибо и Декарт не стоит до конца

¹ Декарт. *Principia philosophiae*, p. II, § LXIV.

² Маркс, т. II, I. с.

¹ Декарт, I. с., p. II, § XXXIV.

на точке зрения самодвижения материи.

В ту эпоху, когда Декарт и Ньютон создавали свои концепции материи и движения, хотя и несколько позднее (девяностые годы XVII века), мы находим у Джона Толланда последовательно материалистический взгляд на соотношение материи и движения.

Критикуя воззрения Спинозы, Декарта и Ньютона, Толланд направляет главный удар против понимания движения как модуса материи.

Движение, — утверждает Толланд в четвертом письме к Серене — „есть существеннейшее свойство материи, столь же неотделимое от нее, как тяжесть, непроницаемость и протяжение. Оно должно входить составной частью в ее определение“.

Только эта концепция, — совершенно справедливо утверждает Толланд, — дает рациональное объяснение закону постоянства количества движения. Она разрешает все затруднения относительно движущей силы.

Полное развитие учение о самодвижении материи получило в диалектическом материализме Маркса, Энгельса и Ленина.

Весь ход современной физики показывает справедливость этого учения. В современной физике все больше и больше побеждает взгляд на неотделимость движения от материи.

В связи с универсальным значением закона сохранения и превращения энергии, все больше утверждается та концепция соотношения форм движения материи, которая была развита Энгельсом и которая только и дает настоящее понимание закона превращения энергии, так как количественную сторону этого закона она синтезирует с его качественной стороной, органически соединяя его с самодвижением материи.

Мы указали выше на связь закона инерции и понятия инертной материи с понятием абсолютного пространства Ньютона.

Но Ньютон не ограничился только рассмотрением физической стороны пространства, а дает также и философско-теологическую трактовку пространства.

Диалектический материализм рассматривает пространство, как форму существования материи. Пространство и время являются основными формами существования всякого бытия, пространство неотделимо от материи. Всякая материя существует в пространстве, но пространство существует только в материи. Пустое пространство, отделенное от материи, есть только логическая или математическая абстракция, плод деятельности нашего мышления.

Согласно воззрениям Ньютона, пространство может быть отделено от материи, и абсолютное пространство именно и сохраняет свои абсолютные свойства, потому что существует независимо от материи.

Материальные тела находятся в пространстве, как в некоем вместилище. Пространство Ньютона не есть форма существования материи, а лишь вместилище, от нее независимое и существующее самостоятельно.

Такова концепция пространства, изложенная в „Началах“. Мы не можем, к сожалению, вдаваться здесь в подробный анализ этой концепции. Отметим только, что этот взгляд на пространство тесно связан с первым законом движения.

Определив таким образом пространство, как вместилище, отделенное от материи, Ньютон, естественно, задается вопросом о том, какова же сущность этого вместилища.

В решении этого вопроса Ньютон присоединяется к Г. Мору, у которого мы находим взгляд на пространство, как на „чувствовали божества“.

И в этом вопросе Ньютон коренным образом расходится с Декартом, развивавшим концепцию понимания пространства, как физического тела.

Неудовлетворительность концепции Декарта состоит в том, что он отождествил материю с геометрическим объемом.

Если Ньютон отделил пространство от материи, то Декарт, материализуя геометрические формы, лишил материю всех качеств, кроме протяженности. Это, конечно, также неправильно, но эта концепция не ведет Декарта в его физике

к таким следствиям, к которым пришел Ньютон.

Что находится в пространстве, лишенном материи? — спрашивает Ньютон в 28 вопросе „Оптики“. Как может случиться, что в природе все целесообразно и откуда происходит гармония мира? Разве не следует из самих явлений природы, что есть нематериальное, одаренное разумом, вездесущее существо, для которого пространство является чувствительцем, посредством которого оно воспринимает вещи и постигает их сущности?

Мы видим таким образом, что и в этом вопросе Ньютон становится на точку зрения теологического идеализма.

Идеалистические взгляды Ньютона таким образом не случайны, а органически связаны с его мировоззрением.

Если у Декарта мы видим резкий дуализм в отношении между физикой и метафизикой, то у Ньютона, особенно в более поздний период, мы не только не встречаем желания отделить свою физическую концепцию от философской, но, наоборот, стремление обосновать „Началами“ свои религиозно-теологические взгляды.

Поскольку „Начала“ в основном вырастают из потребностей экономики и техники эпохи и изучают законы движения материальных тел, они, несомненно, отражают объективные материальные закономерности и в них есть элементы здорового материализма.

Но общие недостатки философии Ньютона, очерченные выше, и его узкий механический детерминизм не только не позволяют Ньютону развить эти элементы, но, наоборот, оттесняют их на задний план в общем религиозно-теологическом мировоззрении Ньютона.

Таким образом, и в своих философских взглядах так же, как и в религиозных и политических, Ньютон отразил идеи своего класса.

Он горячо восставал против материализма и неверия.

В 1692 г. Ньютон, после смерти своей матери и пожара, уничтожившего его рукописи, впал в состояние душевной депрессии. Он в это время написал Локку, с которым он вел переписку по различным теологическим вопросам,

резкое письмо по поводу его философской системы.

В своем письме от 16 сентября 1693 г. он просит Локка простить его за резкое письмо и за то, что он подумал, что система Локка задевает моральные устои. Особенно просит Ньютон простить его за то, что он принял Локка за последователя Гоббса.

„Сэр, будучи убежден, что Вы старались напортить мне с помощью женщин и другими способами, я был так сильно поражен этим, что когда услышал, Вы больны и можете не остаться в живых, я отвечал: „оно и лучше, если Вы умрете“. Я прошу Вас простить мне это жестокосердие, ибо я теперь вполне убежден, что все, что Вы ни делали, было правильно, и я прошу у Вас прощения за оскорбительные для Вас мысли, которые я имел по этому поводу, и за то, что по моему представлению Вы поражали самые корни нравственности, выставляя тот принцип, который Вы положили в основание Вашей книги об идеях и который собирались развить в другой книге и за то, что я принимал Вас за гоббиста.¹ Прошу у Вас прощения еще и за то, что я говорил или думал, что был будто бы план продать мне должность или вообще напортить мне. Ваш нижайший и несчастнейший слуга“.

Ис. Ньютон.

Булл в Шордиче.
Лондон, 16 сент. 1693 г.

Этот факт подтверждает положение Энгельса о том, что материализм Гоббса был ненавистен буржуазии.

О материализме Овертона и говорить не приходится.

Когда Лейбниц, в своих письмах к принцессе Уэльской,² обвинил Нью-

¹ Система Гоббса в это время пользовалась очень большим влиянием. По словам д-ра Бентли „таверны и кофейни, даже Вестминстерский зал, и даже церкви, были полны ею“, и он убедился из личных наблюдений, что из сотни неверующих англичан не нашлось бы и одного, который был бы не гоббистом“. „Жизнь Бентли“ Монка, стр. 31.

² Из письма Лейбница.

„1. Сама естественная религия, повидимому, приходит в полный упадок в Англии. Многие хотят думать, что человеческие души материальны; другие самого бога делают телесным существом.“

„2. М-р Локк и его последователи в конце концов не уверены, не материальна ли душа и не осуждена ли по своей природе на гибель.“

„3. Сэр Исаак Ньютон говорит, что пространство представляет орган, которым бог пользуется, для того, чтобы посредством его воспринимать вещи; отсюда следует, что они не зависят всецело от него и не произведены им.“

„4. Сэр Исаак Ньютон и его последователи имеют также весьма странное представление о творении божием. По их учению, всемогущий

тона в материализме именно потому, что он считает пространство чувствительным божества, которым оно воспринимает вещи, которые, следовательно, не зависят всецело от него и не созданы им, Ньютон резко выступил против подобных обвинений. Полемика Кларка с Лейбницем имела в виду реабилитацию Ньютона от этого обвинения.

Если в области физики исследования Ньютона остаются в основном в пределах одной формы движения — механического перемещения и поэтому у него отсутствует идея развития и перехода одной формы движения в другую, то и в области взглядов на природу, как на целое, идея развития у Ньютона также отсутствует.

Ньютоном заканчивается первый период нового естествознания в области неорганического мира. Это период овладения данным материалом. В области математики, астрономии и механики этот период дал великие достижения, особенно благодаря работам Кеплера и Галилея, которые завершил Ньютон.

Но исторический взгляд на природу отсутствует. Его нет, как системы, у Ньютона. Революционное, по своему началу, естествознание останавливается перед консервативной природой, которая от века пребывает в том состоянии, в каком была создана.

Совершающийся с исторической необходимостью переход от феодализма к торговому капиталу и мануфактуре

бог должен время от времени заводить свои часы, иначе они перестанут ходить. Он, повидимому, не обладал достаточной предусмотрительностью, чтобы сообщить им вечное движение. Даже больше, механизм, вышедший из рук божьих, так несовершенен по мнению этих господ, что он обязан его от поры до времени подвергать чистке, прибегая для этого к чрезвычайному вмешательству (в дела мира сего), и даже поправлять его, подобно тому, как часовщик поправляет свою работу; он, следовательно, должен быть тем более неискусным мастером, чем чаще он обязан поправлять свою работу и приводить ее в порядок. По моему мнению, одна и та же сила и власть вечно пребывает в мире и только переходит от одной части творения к другой, в согласии с законами природы и великолепным предустановленным порядком. И я твердо держусь того, что когда бог творит чудеса, то он делает это не для того, чтобы восполнить недостатки природы, но по благодати. Кто думает иначе, необходимо должен иметь весьма низкое понятие о мудрости и силе божьей". Brewster, p. 284.

и от мануфактуры к промышленному капитализму с невиданной силой стимулировал развитие производительных сил, а это в свою очередь давало мощный толчок к развитию научного исследования во всех областях человеческого знания.

Ньютон жил как-раз в ту эпоху, когда создавались новые формы общественных отношений, новые формы производства.

Он сумел в своей механике разрешить тот комплекс физико-технических проблем, которые ставила на очередь эпоха поднимающейся буржуазии.

Но он остановился перед природой в целом. Ньютон знает механическое перемещение тел, но он даже отрицает взгляд на природу, рассматривающий ее в непрерывном развитии. Тем меньше можем мы ожидать найти у него взгляд на общество, как на развивающееся целое, хотя именно переломный характер эпохи и вызвал его основные работы.

Остановилось ли движение исторического процесса со времени Ньютона? Конечно нет, ибо ничто не может удерживать движение истории вперед.

После Ньютона Кант и Лаплас первые пробили брешь во взгляде на природу, как на неизменно пребывающую от века. Они показали в первой, пока еще далеко несовершенной, форме, что солнечная система есть продукт исторического развития.

Вместе с их трудами в неорганические науки впервые входит идея развития, которая впоследствии становится основной и руководящей идеей всего учения о природе.

Солнечная система не создана богом, движение планет не есть результат первоначального божественного толчка. Она не только сохраняет свое состояние исключительно вследствие естественных причин, но и возникла только под влиянием их. Богу нет места не только в системе, существующей на основании законов механики, но он не нужен и для объяснения ее возникновения.

„Я не встретил необходимости в гипотезе божества, ваше величество“, — говорят, ответил Лаплас на вопрос Наполеона о причинах отсутствия в его

„Системе мира“ указаний на роль бога.

Прогрессивное развитие производительных сил создавало прогрессивную науку.

Тот переход от домашней кустарной промышленности к мануфактуре и от мануфактуры к крупной машинной промышленности, который только начинался в эпоху Ньютона, получает мощное развитие в последующие столетие. Он завершается монополистической империалистической фазой капитализма, которая является преддверием новых социалистических форм развития.

В то время, как одна фаза капиталистического способа производства сменяет другую, меняется и самый взгляд господствующего в капиталистическом обществе класса на технику и науку.

Пришедшая к власти буржуазия борется со старыми цеховыми и кустарными способами производства. Железной рукой она насаждает крупную машинную промышленность, сокрушая на своем пути сопротивление отжившего феодального класса и стихийный пока еще протест нарождающегося пролетариата.

Наука и техника являются для нее могучим орудием борьбы, и она заинтересована в развитии и усовершенствовании этого орудия.

Придя к власти, буржуазия революционизирует весь способ производства. Она рвет старые феодальные связи, разбивает архаические формы общественных отношений, ставших оковами для дальнейшего развития производительных сил. Она революционна в тот период потому, что несет с собой новый более высокий способ производства.

На протяжении какого-нибудь столетия она изменяет лицо земли и вызывает к жизни новые мощные производительные силы.

Открываются новые, доселе неисследованные формы движения материи. Гигантский расцвет техники мощно стимулирует развитие науки, а бурно развивающаяся наука оплодотворяет новую технику.

И, вот после невиданного расцвета производительных сил, на базе громадного роста материальной культуры —

мы видим сейчас во всех капиталистических странах обнищание народных масс, ужасающий рост безработицы.

Немудрено, что эти противоречия господствующего капиталистического способа производства привлекают к себе внимание не только государственных деятелей капиталистических стран, но и ее ученых.

В эпоху Ньютона буржуазия звала к новым способам производства. В своей записке о реформе Королевского общества Ньютон призывал государственную власть поддержать науку, которая дает так много для изучения природы и создания новых производительных сил.

Сейчас мы видим совсем другое.

Журнал „Nature“ в 1930/31 г. поместил ряд передовых статей, касающихся интересующего нас вопроса.

В этих статьях ставятся те проблемы, которые сейчас волнуют весь мир. Из всех этих статей мы остановимся на двух, наиболее ярко высказывающих точку зрения английских естествоиспытателей. Одна из этих статей озаглавлена „Безработица и надежда“, другая „Наука и Общество“.

Вот как в этих статьях изображаются задачи промышленности, цели и пути ее развития.

Касаясь вопроса о безработице, разрушающей капиталистическое общество, „Nature“ так определяет роль машин.

„В настоящей ситуации можно сказать, что разрушители машин Эрвона были мудрее нас, разрушая машины. Ибо они это делали для того, чтобы, как это предвидел Маркс, машины не обратили первоначальный порядок и рабочий не стал инструментом и придатком безжизненной машины“.

Современная наука и техника создает замечательные по своей точности и продуктивности машины необычайно сложной и тонкой организации. И вот оказывается, что разрушители машин эпохи Ньютона были мудрее нас, создающих машины неслыханной сложности и мощности.

В приведенном высказывании заключается не только искажение мыслей Маркса, но и неправильное освещение движения разрушителей машин.

Восстановим прежде всего подлинную историческую обстановку и действительные причины, побуждавшие рабочих разрушать машины.

Борьба рабочих против машин есть не что иное, как отражение борьбы между наемными рабочими и капиталистом. Не против машины, как таковой, боролся рабочий класс того времени, а против того места, которое отводил ему возникающий капиталистический строй в новом обществе.

Почти вся Европа пережила в XVII веке возмущение рабочих против ленточной машины. В конце семидесятых годов XVII века в Лондоне была разрушена первая ветряная лесопильня.

Первое десятилетие XIX века ознаменовалось массовым движением луддитов против парового ткацкого станка.

Развивающийся промышленный капитализм превращал рабочую силу в товар. Рабочий, вытесненный из производства машиной, не находит себе покупателя, как вышедшие из обращения бумажные деньги. Возникающий рабочий класс, еще лишенный классового самосознания, направляет свою ненависть на внешние формы проявления капиталистических отношений — машины.

Но этот реакционный по своей форме протест в то же время есть выражение объективно революционного протеста против строя наемного труда и частной собственности на средства производства.

Рабочий действительно обращается в придаток машины, но не потому, что были изобретены машины, а потому, что эти машины обслуживают интересы класса собственников средств производства.

Призыв к разрушению машин всегда будет реакционным лозунгом, и мудрость жителей Эрвона заключалась не в том, что они разрушали машины, а в том, что они протестовали против рабства наемного труда.

„Усовершенствованные орудия, — продолжает дальше передовая статья, — дают благополучие немногим, но оно покупается слишком дорогой ценой.

„Особенно если мы примем во внимание участь рабочих, вытесненных из производства, и еще в большей мере, подавление индивидуальности, которое,

как предсказывал Маркс, часто сопровождается массовое производство“.

Усовершенствования средств производства ведут таким образом, по мнению „Nature“, с неизбежностью к подавлению личности и страданиям широких масс.

Позволительно здесь задать вопрос, почему во времена Ньютона, когда мощно развивались средства производства, ученые общества не только не звали к обузданию этого развития, а, наоборот, всячески поощряли каждое новое открытие и изобретение, а орган передовых естествоиспытателей эпохи Ньютона „Philosophical Transactions“ был полон описаний новых изобретений.

Машины, орудия производства, организация производства и крупное машинное производство рассматривается само по себе вне зависимости от общественных отношений той социально-экономической формации, в которой данный способ производства существует и которым он создан.

Усовершенствованные орудия труда несут беды для огромной массы населения — говорят нам. Машина превращает рабочего в простой придаток ее. Она убивает индивидуальность. Возвратимся к старому доброму времени.

Нет — отвечаем мы. Не усовершенствование орудий производства несет унижение и неслыханные страдания массам. Не машины превращают рабочего в слепой придаток механизма, а те общественные отношения, которые именно так используют машину, что рабочий для нее является придатком.

Не в возвращении к старым давно превзойденным способам производства лежит выход, а в изменении всей системы общественных отношений, таком же радикальном, каким для своего времени был переход от феодальных и кустарных способов производства к промышленному капитализму.

Частная собственность переживает три периода в своем развитии. Феодализм, торговый капитал и мануфактура, промышленный капитализм.

На каждой ступени развития в процессе производства своей жизни люди вступают в определенные, независимые от их воли производственные отноше-

ния, которые соответствуют степени развития их производительных сил. На известной стадии своего развития производительные силы приходят в противоречие с существующими производственными отношениями или, в юридическом выражении, с имущественными отношениями, внутри которых они развивались. Из форм развития их они становятся их оковами (Маркс).

Дальнейшее развитие производительных сил возможно только при радикальной перестройке всех производственных отношений.

Переход от одной формы производства к другой в первую очередь характеризуется такой перестройкой.

На каждом новом этапе изменение общественных отношений вызывает новый рост производительных сил.

Наоборот, кризис роста производительных сил сигнализирует тот факт, что их дальнейшее развитие в рамках данной общественной формации невозможно.

И тот рецепт, который нами был приведен выше и суть которого сводится к обузданию производительных сил путем возвращения к старым формам производства, есть только выражение противоречия между производительными силами капиталистического общества и производственными отношениями, основанными на частной собственности на средства производства.

Наука вырастает из производства, и те общественные формы, которые становятся оковами для производительных сил, становятся и цепями для науки.

Найти истинные средства для переустройства общества можно не посредством гениального вдохновения или догадки, но возвращением к „старому добру времени“ которое в далекой исторической перспективе выдается за мирную идиллию, но которое на самом деле представляло ожесточенную классовую борьбу и подавление одного класса другим.

Так было всегда, так было и в ту эпоху, когда жил и творил Ньютон, в ту эпоху, к производственным формам которой нам предлагают возвратиться.

Мы видели, что отживающий строй общественных отношений эпохи разло-

жения феодализма устами своих университетов тоже предлагал обуздать науку, которая разрушала застоявшиеся формы феодальной идеологии и становилась на службу новому способу производства.

То, что мы видим сейчас, есть повторение на новой основе того основного противоречия производительных сил и производственных отношений, которое с гениальной прозорливостью вскрыл и объяснил Маркс.

Если зарождающийся пролетариат в своем стихийном протесте разрушал машины и выступал против изобретателей, то в настоящее время, вооруженный методом диалектического материализма Маркса-Энгельса и Ленина пролетариат знает твердо путь освобождения мира от эксплуатации человека человеком.

Он знает, что подлинно-научное познание закономерностей исторического процесса с неопровержимой железной необходимостью приводит к выводу о неизбежности смены одной общественной формации другой.

Он раскрывает все фетиши классового общества и за отношениями вещей видит отношения людей, которые эти вещи создают.

Познав истинную сущность исторического процесса, пролетариат не останавливается перед ним только как наблюдатель. Он не только объект, но и субъект этого процесса.

Великий исторический смысл метода, созданного Марксом, состоит в том, что познание не рассматривается, как пассивно-созерцательное восприятие действительности, а как средство для действительно-активного переустройства ее.

Наука для пролетариата — средство и орудие для этого переустройства. Именно поэтому мы не боимся вскрывать „земное происхождение“ науки, ее тесную связь со способом производства материальной жизни.

Только такое понимание науки является подлинным освобождением ее от тех пут, в которые она неизбежно попадает в классовом буржуазном обществе.

Пролетариат не только не боится развития производительных сил, но

только он один может создать все условия для невиданного их расцвета, а вместе с ними и для расцвета науки.

Учение Маркса и Ленина воплотилось в жизнь. Социалистическое переустройство общества — не отдаленная перспектива, не абстрактная теория, а конкретный план великих работ населения одной шестой земного шара.

Как и во все эпохи, перестраивая общественные отношения, мы перестраиваем и науку.

Новый метод исследования, который в лице Бэкона, Декарта и Ньютона одержал победу над схоластикой и привел к созданию новой науки, явился

результатом победы нового способа производства над феодализмом.

Строительство социализма не только впитывает в себя все достижения человеческой мысли, но, ставя перед наукой новые, невиданные дотоле задачи, намечает новые пути ее развития и обогащает сокровищницу человеческого знания новыми драгоценностями.

Только в социалистическом обществе наука становится подлинным достоянием всего человечества. Ей открываются новые пути развития, и ее победоносному движению нет предела ни в безграничном пространстве, ни в бесконечном времени.



О ВРАЩЕНИИ СОЛНЦА

Акад. А. А. БЕЛОПОЛЬСКИЙ

Вращение Солнца обнаружено было по наблюдению пятен, темных образований на нем, замеченных задолго до применения зрительной трубы к изучению светил.

Впервые о пятнах упоминается в китайских летописях. За целое тысячелетие насчитывается 40 случаев обнаружения их, вероятно, во время захода Солнца или сквозь туман. Эти случаи имели место с IV века по XIV век.

В XVII веке (1610 г.) Галилей увидал их при помощи трубы, примененной к наблюдению неба. Сначала явление это принималось за тела, планеты, закрывающие часть солнечного диска при прохождении между Солнцем и Землей. Но Галилей вскоре убедился, что пятна находятся на самом Солнце и что видимое их движение обязано вращению его около своей оси. Почти одновременно пятна были открыты иезуитом Шейнером и астрономом Иоганном Фабрициусом. Этот последний, начав наблюдения Солнца при помощи трубы, вскоре перешел на камеру-обскуру, т. е. пользовался темной комнатой, снабженной

малым отверстием, сквозь которое проходили лучи Солнца, образуя на противоположной стене на белом экране изображение солнечного диска, которое легко, не ослепляя глаз, рассматривалось и зарисовывалось. Галилей, как сказано выше, нашел, что продолжительность вращения совершается в 26 суток.

Это открытие имело огромное значение, ибо вращение сферического тела обнаруживает положение основной плоскости — экватора, и направление оси вращения; относительно этих, экватора и оси, проходящей через полюсы тела, определяется положение любой детали, обнаруживаемой на диске Солнца.

Наблюдения Солнца в XVII и XVIII ст., производились многими любителями, однако систематически следить за деталями солнечного диска начали лишь в XIX веке.

Наиболее плодотворных результатов достигли четыре исследователя Солнца, аптекарь Швабе, учитель гимназии Шпёрер в Германии, Вольф в Швейцарии и Каринктон в Англии.

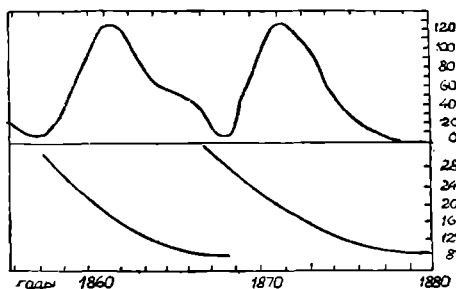
Этими учеными открыты два закона первостепенной важности: закон периодичности количества пятен и своеобразный закон вращения поверхности Солнца, или лучше той части ее, в которой наблюдаются пятна.

Швабе следил за пятнами непрерывно в течение 42 лет и нашел, что средние годовые количества пятен то возрастают до некоторого максимума, то убывают до минимума и что промежуток времени между двумя максимумами равен 10 годам.

Вольф подверг пересмотру наблюдения пятен за время, протекшее почти со времени их открытия, с 1625 г., и нашел из этого материала подтверждение открытию Швабе и вывел более точное значение периода, равное 11.1 годам. В течение этого периода пятна то совершенно исчезают, то число их и площади отдельных пятен достигают значительных размеров (50 000 км до 250 000 км в поперечнике) и могут быть видимы невооруженному глазу.

Шпöрер на основании своих многолетних наблюдений показал, что пятна распределяются только в определенных зонах и что зоны эти распределяются закономерно на солнечной поверхности. Начало появления пятен (минимум) происходит под гелиогр. широтами от 40° до 50° . Тут они возникают и исчезают; взамен их новые пятна появляются в зонах, более близких к экватору; эти в свою очередь исчезают и заменяются новыми пятнами в зоне, еще более близкой к экватору, причем число и размеры все увеличиваются и самое большее число их наблюдается вблизи самого экватора, где явление мало-помалу затухает, пятна пропадают, наступает эпоха минимума. Новые пятна возникают затем опять под широтами $40-50^\circ$, и процесс протекает вновь, как было описано. Этот процесс протекает симметрично в обоих полушариях, симметрично относительно экватора Солнца.

Максимум пятен наступает после минимума через $4\frac{1}{2}$ года; минимум после максимума через $6\frac{1}{2}$ л. (см. фиг. 1: наверху кривая численности за два периода; внизу кривые средних гелиографических широт за те же периоды).



Фиг. 1. Кривые числа пятен и г. широт.

Второй закон, закон вращения, найден Каринктоном. Уже до Каринктона было замечено, что время оборота Солнца около его оси неодинаково в течение одиннадцатилетнего периода и что разница в получаемых числах доходит до целых суток (25 и 26 суток).

Обширный материал, накопленный для определения вращения Солнца по наблюдению пятен (1853—1861 гг.), располагавшихся на различных гелиографических широтах, позволил Каринктому показать, что суточная скорость вращения поверхности Солнца постепенно убывает от экватора в обе стороны и зависит от гелиографической широты того пятна, по движению которого она определялась. Она меняется как косинус широты. В совокупности получены были следующие периоды оборота Солнца:

г. широта	время обор.
0°	25 суток
10	25.2 "
20	25.7 "
30	26.5 "
40	27.4 "
45	(28.6 ")

Закон этот симметричен относительно С. экватора. Одновременно с определением вращения получаются элементы С. экватора: точка пересечения его с эклиптической и наклон оси вращения к оси эклиптики. Именно Земля находится в этой точке ежегодно 4 июня. В этот день ось Солнца совпадает с плоскостью, перпендикулярной к лучу зрения (долгота 75° , наклон оси — 7°).

Вместе с темными пятнами на Солнце открыты были более светлые, чем общая поверхность, пятна, названные факелами. Большею частью они группируются около пятен и тесно с ними

связаны, хотя наблюдаются и независимо от пятен.

Факелы также участвуют в перемещении поверхности Солнца, и систематические наблюдения их движения (в Пулкове) обнаружили, что они вращаются по тому же закону, как и темные пятна, и что закон и в этом случае симметричен относительно С. экватора, одинаков в обоих полушариях.

Так как пятна появляются только в зоне от экватора до гел. широты 45° , то до конца 80-х годов прошлого столетия закон вращения в больших широтах оставался неизвестен.

Начиная с 70-х годов, стали применять к определению вращения Солнца принцип Доплера-Физо, скорее стали проверять справедливость этого принципа по заведомо известному вращению Солнца.

Точки, лежащие на экваторе Солнца от вращения, обладают линейной скоростью, равной 2 км/сек. Благодаря этому спектр, получаемый от экваториальных точек на краю диска, искажается: по принципу Доплера на восточном краю, где точки приближаются к Земле со скоростью 2 км/сек., спектральные линии смещаются к фиолетовому концу спектра, на западном, где точки удаляются с той же скоростью, линии спектра смещаются к красному концу спектра. Если бы можно было устроить так, чтобы оба спектра были зараз рядом, то линии между обоими спектрами обнаружили бы излом, взаимное смещение соответственно разности скоростей движения обоих краев, т. е. 4 км/сек.

Ряд исследований подобного рода указал на согласие результатов, получаемых по наблюдению пятен и спектров (Фогель, Корню, Юнг, Лангли, Крю).

Особенно замечательные результаты получил Дунёр в конце 80-х годов прошлого столетия. Применяя спектральный анализ при помощи мощного спектрометра к определению вращения Солнца, этот ученый в одно и то же время подтвердил правильность принципа Доплера и распространил исследование закона вращения на зону от экватора до 75° гел. широты. Таким обра-

зом, закон вращения, найденный по движению пятен, оказался подтвержденным для всей поверхности Солнца. Симметричность его относительно экватора получила подтверждение и этим новым методом.

Дальнейший прогресс связан с применением фотографии к спектроскопии. Если визуальное Дунёр мог измерять сдвиг сравнительно немногих спектральных линий, то на spectroграммах можно было измерять неограниченное количество, находясь за измерительным прибором в лаборатории. Техника усовершенствовалась и увеличила размеры приборов; в Америке эти размеры доведены до пределов, дальше которых идти уже некуда. Так, на обсерватории Монт-Вильсон размер изображения Солнца доведен до 16 дюйм (40 см). Дисперсия spectroграфа характеризуется одним ангстремом в одном миллиметре.

При таких условиях задачи изучения движений материи на Солнце так расширились, что одной обсерватории с ними справиться оказалось невозможным. В 1905 г. на съезде в Сен-Луи было сделано предложение разделить для ускорения работы исследования Солнца между обсерваториями разных стран. Это предложение встречено было сочувственно и многие участники съезда образовали Международную комиссию по исследованию Солнца. В план исследований этой комиссии между прочими вошло определение вращения Солнца по спектральным линиям, распределенным по всему спектру от красного конца до фиолетового. Всего в эту работу вошли 9 обсерваторий, снабженных приборами примерно одинаковой мощности (между ними участвует большой spectroграф Академии Наук).

При сопоставлении результатов новых точнейших исследований обнаружили отклонения от предполагаемого постоянства периода вращения Солнца. Чтобы выснить этот интересный результат, решено было продолжать наблюдения с целью проследить — не найдется ли эти изменения закона вращения в связи с периодической деятельностью Солнца.

Приведем некоторые новые определения периода вращения Солнца. Так, на

обсерватории Монт-Вильзон за период от 1900 по 1905 гг., период вращения экватора получался равным 24.7 сут.; за период от 1907 по 1915 гг. — 25.2 сут., а за период 1916 по 1930 гг. — 26.5 сут. Вновь опубликованные определения периода (Эдинбург, Арчетри, Пулково) дают, однако, период как в 1906—1915 гг.

Таким образом, вопрос этот подлежит новым исследованиям.

Спектральный способ определения периода имеет то важное преимущество, что, пользуясь спектральными линиями различных химических элементов, можно определять период вращения того слоя, в котором располагается данный элемент.

Такие исследования были произведены и привели к очень интересным и важным результатам.

Особенно интересные результаты дала линия Водорода, H α . Высота водородного слоя оценивается равной 12 000 км. Период вращения получился меньше, чем по пятнам (более глубокий слой) (соответственно 24.3 и 25 сут.). Закон вращения водородного слоя также получился отличный от закона вращения пятен, именно зависимость от г. широты получается менее резко выраженной.

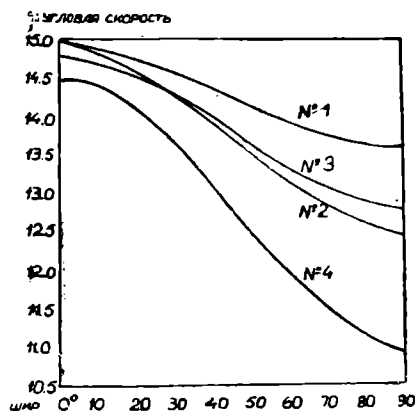
Это видно из следующей таблицы.

Таблица 1

Гел. широта	Водородн. линия H α (в сут.)	Фотосфера (в сут.)	Линия 4227 кальция (в сут.)
0°	23.7	24.6	23.8
15	24.2	25.2	24.3
20	24.7	26.4	25.2
45	25.7	27.9	26.5
60	26.7	31.3	28.8
75	25.4	33.1	27.1

Другие линии, принадлежащие элементам, расположенным в слоях от 6000 км до 14 000 км, как Ca⁺ и Ca, дают для периода вращения экватора приблизительно то же время, что и водородный слой. Но закон вращения выражен резче, чем для водородного слоя (фиг. 2).

Природа, № 3—4.

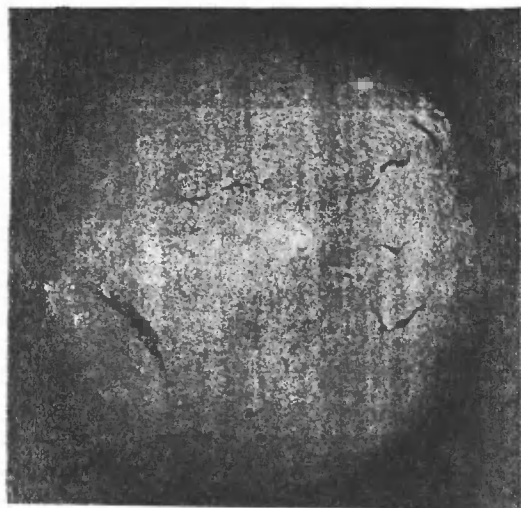


Фиг. 2.

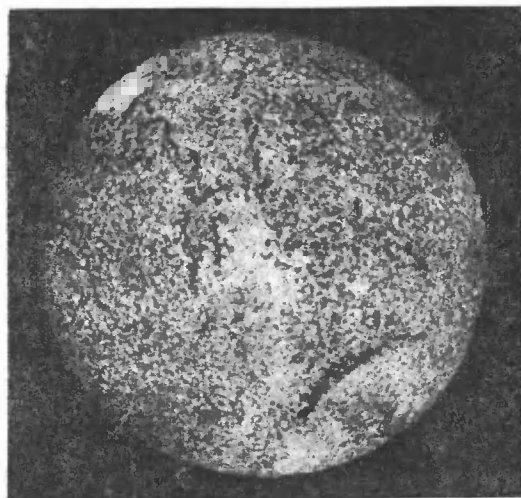
Из приложенного графика видна разница закона вращения, выведенного для фотосферы (пятна, кривая № 4) и для слоя Водорода (№ 1), а также для слоя Кальция, 4227 (№ 3). Кривая № 2 представляет закон вращения водородного слоя, лежащего ближе к фотосфере. Все кривые одинаковы для двух полушарий.

Четвертый способ определения вращения Солнца основан на изучении монохроматических фотограмм Солнца. Для получения таких изображений служит прибор, называемый спектро-гелиографом (идея такого прибора существовала давно; практически она осуществлена Хелем и Деландром).

Сущность его заключается в том, что в спектре Солнца при помощи 2-й щели, помещенной непосредственно перед фотографической пластинкой, выделяется одна какая-нибудь линия химического элемента. Изображение Солнца одновременно со 2-й щелью перемещается (например, весь спектрограф катится равномерно перед неподвижным изображением Солнца). Тогда на фотографической пластинке получается суммарно зачерченное этой линией изображение Солнца. На этом изображении замечаются яркие и более темные детали; некоторые из них сохраняются в течение некоторого времени и служат для определения периода вращения некоторого слоя на Солнце. Светлые детали на таких снимках, напоминающие факелы, названы флокками.



Монохроматическая фотография водородного слоя.

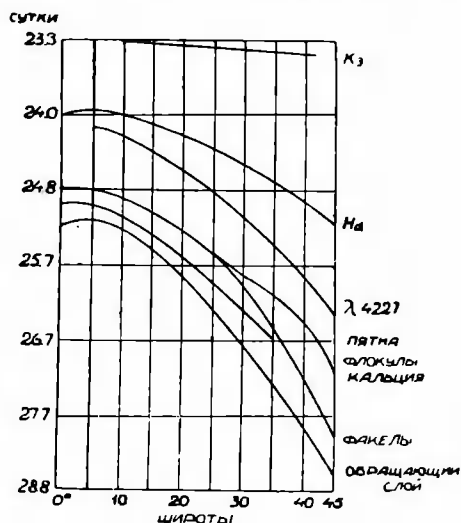


Монохроматическая фотография кальциевого слоя

В следующей таблице и на чертеже (фиг. 3) даны периоды вращения слоев на

Таблица 2

Слой	Период вращения	Высота слоя над фотосферой
Пятна	25,0 сут.	—
Флокулы Ca^+	24,8 "	—
Флокулы $\text{H}\delta$	24,7 "	—
Факелы	24,5 "	—
Кальций λ 4227	24,2 "	—
Водород H	24,3 "	12 000 км
Кальций Ca^+	23,6 "	14 000 "



Фиг. 3.

основании исследования спектрогелиограм, пятен, факелов и хромосферы.

Как видно из этой таблицы, высшие слои поверхности Солнца вращаются быстрее нижних, и, экстраполируя, можно думать, что с глубиной вращение еще медленнее.¹

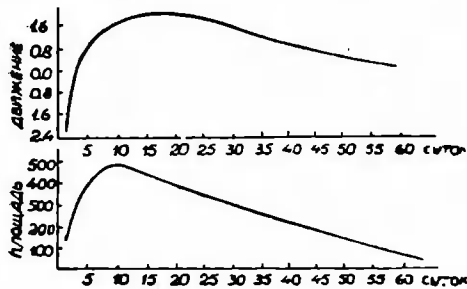
Уклонение положения какой-нибудь детали солнечной поверхности от предвычисленного на основании выведенного закона вращения рассматривается как собственное движение детали, которое может происходить как по долготе, так и по широте.

Собственное движение пятен особенно резко обнаруживается во время

¹ Летом 1932 г. в Пулковке были произведены новые исследования вращения разных слоев близлежащих у поверхности по спектральным линиям элементов, расположенных на заведомо известной глубине. Сотрудник КИСО Е. А. Перепелкин дал числа, из которых мы заимствуем следующую таблицу:

Элемент	Высота в км	Скорость	Период в сут.	Соотв. широте
Ca^+ . .	14 000	$14^{\circ}75$	24.41	—
H . .	12 000	14.77	24.37	—
He . .	7500	14.40	25.00	0°
Na . .	1500	13.75	26.18	23
Al . .	2000	13.74	26.20	23
лин. син-тенсив-ностью	8	550	13.22	27.23
	5	370	13.19	27.29
	3	370	13.12	27.44
	2	340	12.63	28.50

Таблица вполне подтверждает увеличение периода от поверхности в глубокие слои.



Фиг. 4. Процессы при возникновении пятна.

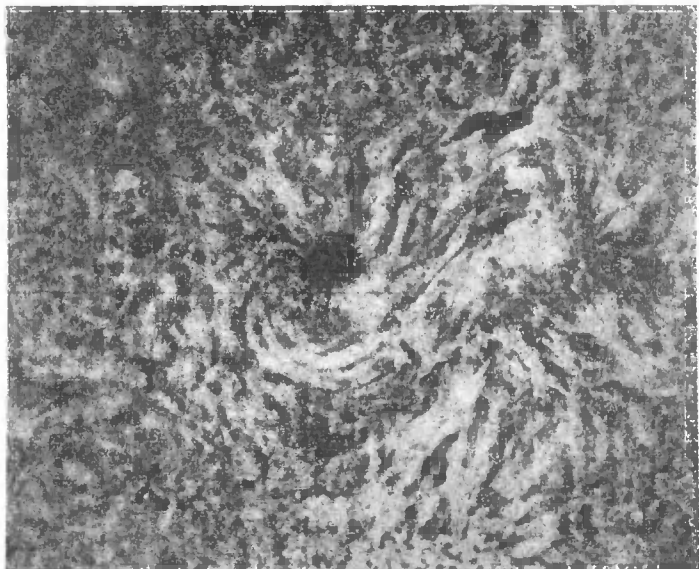
процесса образования групп. В большинстве случаев образование происходит следующим образом: появляются два небольших пятна примерно рядом на той же параллели, на расстоянии $3-4^\circ$. Весьма быстро размеры пятен растут, между ними возникают мелкие пятна. Этот процесс протекает примерно в течение одной недели; в это время главные два пятна постепенно расходятся, и разность их долгот доходит до 10° . Это расхождение обусловливается, главным образом, движением предшествующего по долготе пятна, оно опережает вращение той зоны, где оно находится. Достигнув наибольших размеров, пятно движется медленнее, и в конце процесса направление движения меняется, что происходит примерно недели через три после его возникновения (фиг. 4).

При наличии в группе двух главных пятен линия, их соединяющая, не параллельна экватору, а составляет небольшой угол. Этот угол тем больше, чем ближе зона группы к полюсам. У экватора угол бывает в пределах $3-5^\circ$; под гел. широтой в $30-34^\circ$ он достигает $10-11^\circ$. Градусы считаются от предшествующего пятна. Как будто во время процесса образования таких парных пятен, они обладают вращательным движением около некоторого центра на линии, их соединяющей.

Результаты статистики, основанной на огромном материале, привели к заключению, что число движений пятен по меридианам больше в направлении к полюсам (особенно в зоне $10-16^\circ$).

Те же результаты получены при исследовании собственных движений факелов: движения по меридианам в большинстве случаев направлены к полюсам, примерно со скоростью 1° в сутки.

Чрезвычайно любопытная картина, приведшая случайно к открытию электромагнитных свойств пятен, получалась на монохроматических снимках в свете водородной линии, $H\alpha$. На таких снимках около пятен получается вихревая структура. Она довольно проста около изолированно лежащих пятен, и направление загиба вихревых струй разнится для пятен, находящихся в северном и южном полушарии, а именно около пятен, появляющихся в северном полушарии, направление струй в большинстве случаев направлено против часовой стрелки и направлено по часовой стрелке около пятен, появляющихся в южном полушарии. Над группами пятен структура гораздо сложнее.



Спиральное строение водородного слоя над пятном (загиб спирали против часовой стрелки в северном полушарии).

Мы рассмотрели вращение нескольких слоев оболочки Солнца; подведем итоги.

Солнце вращается в целом, как подвижная система сферической формы. Зоны на его поверхности и слоев, параллельных ей, вращаются с скоростями, убывающими от экватора к полюсам по закону косинуса; обратно, период вращения увеличивается в том же направлении. Закон этот одинаков для обоих полушарий. С глубиной слоев скорость вращения убывает (период увеличивается). Слой, в котором преимущественно возникают пятна и сопровождающие их процессы, перемещается в течение 11 лет, начинаясь у средних широт (40°), приближается к экватору одновременно в обоих полушариях и симметрично относительно экватора.

Тот слой, в котором находятся пятна, имеет тенденцию двигаться от экватора в направлении к полюсам.

Структура водородного слоя над пятнами, имеющая вид вихрей, симметрична в обоих полушариях: струи вихрей направлены против часовой стрелки в северном полушарии и по часовой стрелке в южном полушарии.

Симметричность всех процессов на Солнце относительно экватора указывает, что вращение Солнца играет важную роль во всех процессах, происходящих в некоторой толще слоя у поверхности его, и что благодаря ему происходят циркуляции в слоях, обуславливающие, может быть, образование пятен, их распределение и периодичность во всех процессах.

ПРОБЛЕМА КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧЕЙ

Г. А. ГАМОВ

Одним из наиболее интересных вопросов современной физики является вопрос о природе и происхождении чрезвычайно проникающего излучения, идущего к нам из глубин мирового пространства и носящего название космических лучей. Несмотря на большое количество исследований по этому вопросу, появляющихся за последние годы, основная дилемма, имеем ли мы здесь дело с чрезвычайно коротковолновым электромагнитным излучением или же с потоками весьма быстрых материальных частиц, до сих пор остается нерешенной. В настоящей статье мы постараемся критически разобрать доводы, говорящие в пользу каждой из этих двух возможностей, и предоставляем читателю судить о преимуществах той или другой точки зрения.

Первыми данными о космических лучах явилось изучение их поглощения в различных веществах, главным образом в воздухе и воде, причем интенсивность

лучей определялась по ионизации, вызываемой ими в герметически закрытых сосудах.¹

Кривые поглощения космических лучей указывали в первую голову на то, что мы имеем здесь, по видимому, дело с неоднородным излучением со средним коэффициентом поглощения около 3×10^{-8} см²/гр. В виду столь большой проникающей способности, мы должны приписывать квантам или частицам, из которых состоит космическое излучение, громадные энергии порядка нескольких тысяч миллионов вольт.

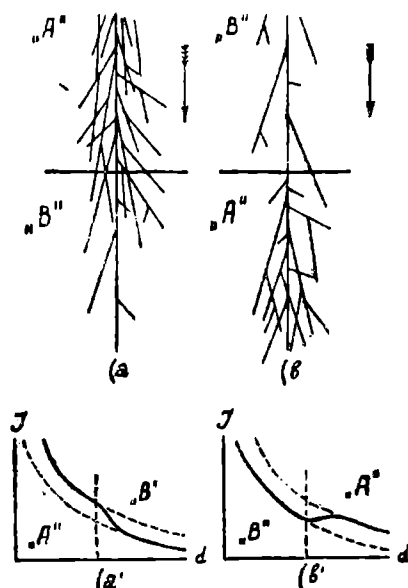
Однако, одно исследование кривых поглощения, которые при столь больших энергиях должны быть примерно одинаковыми как для световых квантов, так и для материальных частиц, не могло дать нам решение дилеммы о природе космических лучей, и здесь необходимо было

¹ См. по этому поводу статью А. Б. Вериги в № 9 „Природы“ (1932).

обратиться к более детальному изучению свойств этого загадочного излучения.

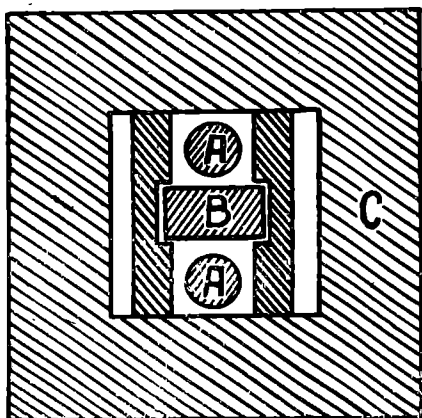
Прежде всего, нужно обратить внимание на тот факт, что, какова бы ни была природа первичных лучей, идущих к нам из мирового пространства, они должны при прохождении через материю (и в первую очередь через земную атмосферу) сопровождаться вторичными лучами, состоящими из потоков электронов, сорванных первичными лучами с атомов пронизываемого ими вещества. Эти вторичные электронные лучи могут обладать самыми разнообразными значениями энергии, причем наиболее быстрые из них, получившие при столкновении почти всю энергию первичного луча, должны двигаться в том же направлении, что и первичные. Количество таких вторичных лучей, примешанных к первичным, может быть различно для различных веществ; этим-то и объясняется так называемый переходный эффект, долгое время считавшийся непонятным.

Рассмотрим переход космического луча и сопровождающих его вторичных электронных пучков из одного какого либо вещества А в другое В и предположим, что число вторичных лучей, вызываемых в веществе А, больше нежели это число в веществе В. Совершенно ясно, что поскольку электроны, образовавшиеся в среде А, будут еще на некоторую глубину проникать в среду В (см. фиг. 1, а), кривая спадения ионизирующей способности нашего космического луча будет такова, как указано на фиг. 1, а'. При обратном расположении наших сред картина будет несколько иная: полное насыщение вторичными электронами наступит лишь на некотором расстоянии от границы раздела двух сред (см. фиг. 1, б), и кривая интенсивности будет иметь вид, указанный на фиг. 1 б'. Рассмотрим, каковы будут свойства вторичных электронных пучков при двух возможных гипотезах о природе первичного излучения. В обоих случаях вторичные электроны будут иметь самые разнообразные значения энергии, начиная от энергии первичных лучей и до нуля. Однако, как можно вывести из теоретических рассуждений,



Фиг. 1. Объяснение переходного эффекта.

поглощение электронных пучков всегда значительно больше, чем поглощение электромагнитных квантов с той же энергией. Поэтому, в случае первой гипотезы (первичные лучи — кванты) электронные пучки будут иметь гораздо больший коэффициент поглощения, нежели первичные лучи; в случае же если первичные лучи состоят сами из электронов, граница между первичными и вторичными лучами фактически не существует. Мы должны здесь еще отметить, что наличие вторичных лучей не будет сказываться на ходе общей кривой поглощения (за исключением лишь границ раздела двух сред), ибо их количество всегда пропорционально интенсивности первичного пучка, коэффициент поглощения которого и задает спадение кривой. Учитывая вышесказанное, естественно было попытаться определить отдельно поглощение вторичного электронного излучения и сравнить его с общим коэффициентом поглощения космических лучей. Работа в этом направлении была произведена Ботэ и Кольхёрстером (Bothe und Kolhörster), установка которых изображена на фиг. 2. Главную часть установки составляют два расположенных друг над другом счетчика Гейгера, представляющих со-



Фиг. 2. Установка Ботэ и Кольхёрстера.

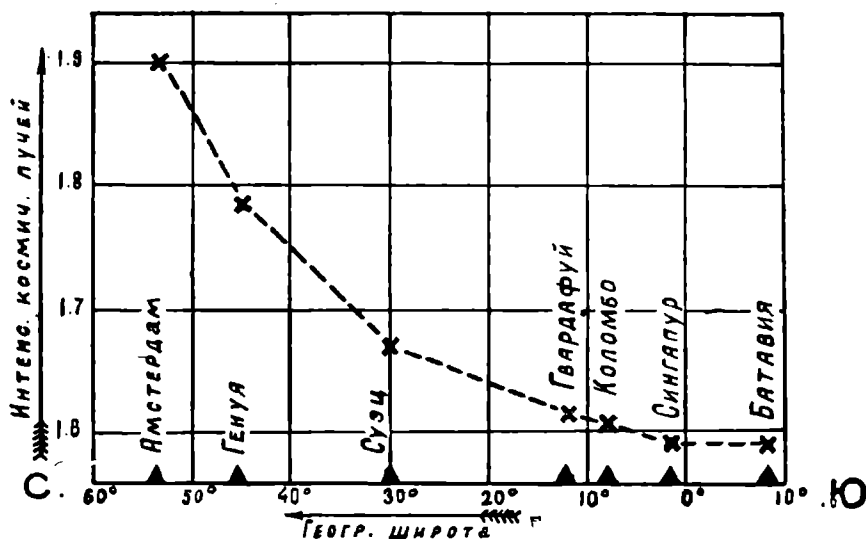
- А) Счетчики Гейгера.
- В) Поглощающая пластинка золота.
- С) Свинцовая броня.

бой чрезвычайно чувствительные ионизационные камеры, реагирующие на каждый отдельный пролетевший через них электрон. Каждый из счетчиков сообщен с осциллографом, отмечающим, таким образом, каждый пролетевший через счетчик электрон черточкой на движущейся ленте. Очевидно, что одновременные отметки обоих осциллографов (за исключением случайных совпадений, число которых легко оценить) будут соответствовать электрону, пронизавшему оба счетчика. Если мы теперь внесем между двумя счетчиками пластину какого-либо вещества, то число совпадений должно уменьшиться в виду поглощения части электронов во внесенной пластинке. Согласно Ботэ и Кольхёрстеру, при внесении между счетчиками пластины золота в 4.1 см толщиной число совпадений за шесть часов уменьшалось от 986 до 743, что соответствует коэффициенту поглощения (приведенному к воде) $\alpha = (3.5 \pm 0.5) \times 10^{-3} \text{ см}^2/\text{гр}$. Тот факт, что эта величина весьма близко совпадает с коэффициентом поглощения космических лучей, измеренным обычным способом, является сильным аргументом в пользу электронной природы первичных лучей.

Наблюдения, находящиеся в противоречии с этим предположением, относятся к области излучения распределения космического излучения по поверх-

ности земного шара. В самом деле, если космическое излучение представляет собой поток весьма быстрых электронов, падающих на землю из мирового пространства, то их траектории должны загибаться в магнитном поле земли и концентрироваться в областях магнитных полюсов подобно тому, как происходит дело с гораздо более медленными, заряженными частицами, идущими к нам от солнца и обуславливающими хорошо известное явление северных сияний. Конечно, ввиду гораздо больших скоростей, космические электроны не обязаны проникать в нашу атмосферу лишь вблизи полюсов; все же следовало бы ожидать, что интенсивность излучения должна несколько уменьшаться от полюсов к экватору; наличие такого уменьшения служило бы неопровержимым доказательством электронной природы излучения. Однако, до последнего времени работы в этом отношении давали отрицательный результат; и измерения, произведенные Милликеном (Millikan) на севере Гренландии, Ботэ (Bothe) на Шпицбергене, Вериги на земле Франца Иосифа и капитаном Грантом в Антарктике, не обнаружили ни малейшего изменения интенсивности. Возможно, однако, что неправильна была мысль пытаться обнаружить изменения эффекта вблизи полюсов; ибо, если дозволенная для электронов область достаточно широка (ввиду сравнительно большой скорости), то распределение интенсивности в ее центральной части может быть довольно равномерным, и было бы более рациональным попытаться заметить спадение интенсивности вблизи экватора. Здесь, однако, результаты различных произведенных недавно исследований совершенно расходятся. Согласно Кляю (Clay), производившему измерения космических лучей на борту судна при путешествии из Амстердама в Боливию, наблюдается явное уменьшение интенсивности при приближении к тропикам (см. фиг. 3). Тот же результат получил Комптон (Compton) при путешествии из Северной Америки в Южную.

В противоречии с этим стоят измерения Милликена (Millikan), произведенные также при поездке в Южную Аме-

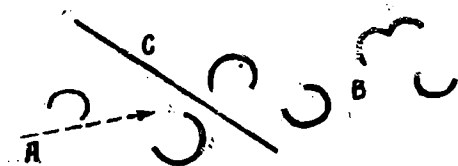


Фиг. 3. Изменение интенсивности космических лучей по Кляу.

рику. Нужно надеяться, что работы ближайшего времени окончательно решат этот важный вопрос.

Мы обращаемся теперь к совершенно новому методу исследования космических лучей, приведшему еще к одной гипотетической возможности толкования природы последних. В 1929 г. Скобельцын, изучая при помощи туманной камеры Вильсона, помещенной в магнитное поле, вторичные электроны, вызванные γ -лучами, заметил тонкие траектории, совершенно не загибающиеся в имевшемся магнитном поле (1500 гаусс) и принадлежащие, повидимому, чрезвычайно быстрым электронам (см. фиг. 4), связанным, очевидно, с космическими лучами. Здесь же нужно отметить, что по толщине траектории, связанной с ионизирующей способностью частицы, не-

возможно однозначно определить, что мы имеем здесь дело именно с электроном; ибо, при столь больших скоростях, протон будет давать совершенно ту же толщину траектории (ионизирующая способность при больших скоростях зависит лишь от величины заряда частицы). Поэтому для выяснения вопроса необходимо было произвести опыт при столь больших магнитных полях, чтобы добиться отклонения частицы. Это удалось впервые Андерсону (Anderson), пользовавшемуся магнитным полем в 21 000 гаусс, а вскоре после этого тот же результат был получен Кунце (Kunze), построившим соленоид, дававший 20 000 гаусс (обмотка соленоида весила 1.5 т и брала ток мощностью в 400 киловатт). Как Андерсон, так и Кунце обнаружили наличие двух родов частиц, одни отклонялись вправо, а другие влево. Если предположить, что все частицы идут сверху вниз, то отклонившиеся вправо следует считать протонами, и число их достигает по Андерсону 35%, а по Кунце 63% общего числа частиц. Однако, указанное предположение не может считаться безукоризненным, ибо, согласно данным Скобельцына, известный процент частиц идет, несомненно (правда, по непонятной причине), снизу вверх. Из большого количества заснятых Скобельцыным



Фиг. 4. Схема фотографии Скобельцына.

- А) Направление пучка γ -лучей.
- В) Электроны, вызванные γ -лучами и загнутые магнитным полем.
- С) След космического луча.

траекторий космических частиц, 53 комбинированы в двойные, тройные и даже одну четверную вилку, указывая на то, что они имеют общее происхождение. Очевидно, мы имеем здесь одну основную частицу и одну, две или три вырванные последней на своем пути из атомов окружающего вещества. По направлению вилки мы можем, очевидно, судить о направлении движения частиц, и вот оказывается, что 8 траекторий из 53 направлены снизу вверх, что составляет около 15%. Поскольку, однако, это количество меньше, нежели число положительных отклонений в опытах Андерсона и Кунце, следует признать, что, повидимому, здесь действительно присутствуют и весьма быстрые протоны. Предположение, что первичные

космические лучи состоят из быстро движущихся протонов облегчило бы толкование малой зависимости интенсивности космической радиации от широты (протоны, обладая большей массой, будут меньше отклоняться в магнитном поле земли), но не является, однако, обязательным, ибо эти протоны могут быть вторичного происхождения. Таким образом, мы видим, что спор между электромагнитными квантами, электронами и протонами за честь быть сущностью космических лучей еще далеко не решен.

Нужно надеяться на решение в ближайшее время этого важного вопроса, который должен дать нам определенную базу также и для суждения об источниках космической радиации.

К ВОПРОСУ О СООТНОШЕНИИ МЕЖДУ ФИЗИЧЕСКИМИ И ХИМИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ¹

Акад. Н. Н. СЕМЕНОВ

1. Вопрос о возможности или невозможности сведения химических сил к физическим, несомненно, сильно изменился за последние 30 лет. Физикам удалось доказать, что атомы состоят из электронов и протонов. Этот результат — есть результат, так сказать, аналитический. Атом может быть разложен на такие-то

¹ Этот вопрос, особенно одна часть его, связанная со специфическими особенностями динамики химического превращения давно интересовал меня. Однако, научная и организационная работа не позволила мне до сего времени заняться детальным и серьезным анализом этого вопроса. На это нужно было время, тем более потому, что требовало серьезного пополнения моего философского образования.

Предложение редакции написать статью заставило меня врасплох, и мне пришлось вместо серьезной работы написать лишь ряд набросков, ряд недодуманных до конца мыслей. Эта статья скорее всего представляет ряд этюдов к будущей работе. Ее надо рассматривать не как готовую продукцию, но как работу, находящуюся в стадии производства.

составные части. Это обстоятельство само по себе, конечно, не оправдывает заключение о том, что атом может быть составлен из электронов и протонов на подобие того, как здание составляется из кирпичей.

Между тем многими учеными и популяризаторами именно такое заключение было сделано. Это представление о протонах и электронах, как кирпичах мироздания было очень распространенным и популярным. Атом представлялся в виде определенной архитектуры постройки из электронов и протонов, причем силы, связывающие эту постройку, составлялись как суперпозиция сил отдельных электронов и протонов.

Каждый из протонов и электронов окружен в изолированном состоянии определенным силовым полем, обычно определяемым электрическим потенциалом поля в различных участках вокруг

заряженной частицы. Так вот, с точки зрения „кирпичей мироздания“, электрические поля внутри атома, поля, цементирующие атомную постройку, просто складываются из полей отдельных протонов и электронов: электрический потенциал внутри атома в данной его точке определялся как сумма потенциалов отдельных его составных частей.

Такая чисто механическая концепция в самой определенной форме утвердительно отвечала на вопрос сводимости химии к физике. С этой точки зрения никакой качественной разницы между различными атомами нет, и самое образование атомов суть игра чисто физических электростатических сил. Далее, силы между атомами — химические силы, приводящие к образованию молекул, представлялись как силы чисто электростатические, и, следовательно, все особенности химических сил сводились к электростатике.

Атомная теория Бора в сущности пробила трещину в указанной выше простейшей механистической концепции уже на первых ее шагах. Расположение электронов в различных атомах оказалось совершенно определенным, причем этот вид архитектурной постройки не определялся непосредственно электростатическими силами внутри атома, но как бы был навязан ему извне. В пространстве вокруг ядра атома были как бы проделаны заранее канавки, по которым и только по которым могли вращаться вокруг ядра электроны. Новые квантовые законы, не вытекающие из электростатики, были обнаружены внутри атома. Однако, хотя каждый атом и обладал своей системой канавок, и расположение этих канавок скачком менялось при переходе от атома одного элемента к следующему, скачок этот был результатом скачкообразного изменения заряда ядра, т. е. результатом атомного строения электричества — не больше. Квантовые законы усложнили по сравнению с чистой электростатикой физические законы взаимодействия электронов и протонов, но, поскольку и они являлись функцией заряда ядра, не было никаких оснований говорить о специфике химических сил.

Новая квантовая механика совершенно разрушила представление об аддитивной суперпозиции электрических сил внутри атома. Она в значительной мере разрушила понятие об индивидуальности электронов внутри атома. Два электрона в квантовой механике — это некая новая целостная система, очень мало общего имеющая с суммой двух отдельных электронов.

Система как новое целое, со своими свойствами, присущими системе, свойствами, по крайней мере прямо не складывающимися из свойств компонентов системы — есть квантовое понятие, которое противоречит чистому механизму в естествознании. Однако, это новое положение вещей одинаково относится к физическим явлениям взаимодействия электронов, к взаимодействию не реагирующих молекул (пара электронов не есть простая сумма двух электронов, молекула H_2 не есть простая сумма двух атомов H), так и к химическим явлениям генезиса элементов и построения из них химических соединений. Новая квантовая механика, подняв на гораздо более высокую ступень вопросы электрического взаимодействия частиц, попрежнему считает, что природа химических сил носит электрический характер.

Выходит так, что никакой принципиальной разницы между химическими и физическими силами в атомах и молекулах нет, но на этот раз уже не потому, что химические явления могут быть легко сведены к простейшим физическим, а потому, что несводимость является общим для химии и физики положением дел, так как уже элементарные физические явления (система двух электронов) не сводятся к более простым (сумма двух электронов).

Было бы крайне интересно, если бы кто либо из философов или естествоиспытателей глубже занялся этим интереснейшим вопросом о взаимоотношении химических и физических сил, потому что мы имеем сейчас громадный теоретический и экспериментальный материал по вопросу о строении атомов и молекул, материал, позволяющий весьма основательно углубиться в его критический философский разбор. Я сам этого ана-

лиза не производил и ставлю в этой статье совсем иную задачу.

2. Задача эта заключается в том, чтобы показать, что нахождение глубоких различий между химическими и физическими явлениями следует искать на совсем другом пути.

Строение и поведение изолированных атома и молекулы, равновесной не подверженной внешним силам системы относятся к статическим проблемам естествознания.

Эти идеализированные системы, весьма возможно, могут быть исчерпывающе описаны с помощью физических законов квантовой механики (строение атома и молекулы) и термодинамики (поведение системы). Совсем другое мы получим, если вместо статики системы мы будем рассматривать ее динамику, сосредоточение внимания не на равновесных состояниях, а на процессах,¹ текущих во времени, если мы будем рассматривать элементы в процессе их генезиса или химические вещества в процессе их превращения. Здесь, как я хочу показать, имеет место существенное различие между физическими и химическими явлениями, и именно здесь, как мне думается, лежат качественные различия между разными науками (физика, химия, биология). Показать это не так-то легко, так как вся система наших точных наук, целиком приспособленная к решению именно статических или равновесных задач, обнаруживает поразительную беспомощность и неприспособленность к решению вопросов, связанных с течением более или менее сложных процессов. Только простейшие процессы были предметом теоретического изучения. Движение тел в механике и движение больших масс электричества в электродинамике, явления распространения электромагнитных волн в частности, света, и распространение тепла и диффузии — этим, повидимому, ограничен список групп процессов, где мы имеем

твердые, научные, опорные точки для их теоретического рассмотрения.

3. Прежде чем переходить к дальнейшему, я хотел более подробно обосновать мое утверждение о том, что к великому сожалению современная физико-химия не пошла дальше теоретического разбора статических или равновесных систем.

Прежде всего несомненно, что термодинамика — одно из главных теоретических орудий физики и химии — ничего не может нам дать в разборе динамики процесса. Хотя это и довольно очевидно, все же, поскольку самое название этой науки претендует на динамичность ее и поскольку, как мне известно, многие ошибочно считают, что термодинамика дает нам сведения о течении процесса, я считаю нелишним остановиться на этом вопросе.

Всем известно, что термодинамика позволяет производить вычисление лишь с системами, находящимися в состоянии равновесия, для которых вариация энтропии = 0.

Поэтому при рассмотрении какого-либо процесса, будь-то процесс работы тепловой машины, будь-то процесс горения угля, мы принуждены разбивать процесс на ряд равновесных состояний, создавая искусственно такие условия, при которых процесс не может развиваться самопроизвольно, но обязан идти с некоторой извне заданной достаточно медленной (теоретически бесконечно медленной) скоростью. Немудрено поэтому, что термодинамика может только указать направление процесса, может дать известные соотношения между начальным и конечным состояниями, но ничего не может сказать о скорости и прочих особенностях живого процесса, самопроизвольно развивающегося так, как это реально происходит в природе и на практике. Например, тот же самый уголь в присутствии кислорода может лежать годы и не превращаться в CO_2 , хотя термодинамически это состояние неустойчиво. Он может в определенных условиях медленно окисляться в течение долгого срока, он может наконец воспламениться и сгореть весьма быстро. Обо всем этом, почему один раз процесс идет так или иначе, почему, если уголь

¹ Уже такие процессы как испарение и конденсация, растворение и кристаллизация, адсорбция газов теоретически не осмыслены. Еще в гораздо большей степени это относится к процессам химического превращения, где до последнего времени вообще отсутствовали какие-либо общетеоретические попытки их рассмотрения.

загорелся, то горение идет с такой-то скоростью и т. д., термодинамика ничего не может сказать. Она ничего не может сказать и о характере развития процесса. Она может сказать только то, что уголь когда-нибудь да окислится, что при переходе $C + O_2$ в CO_2 выделится столько-то тепла, и будет произведена такая-то работа.

Точно так же в процессе испарения термодинамика может дать ответ, что данное твердое или жидкое вещество будет испаряться, и этот процесс закончится, когда упругость пара будет такая-то; далее, в результате этого процесса система охладится на столько-то градусов.

Вопрос же о том, как во времени развивается процесс испарения, с какой скоростью он идет, прежде чем будет достигнута равновесная упругость пара, термодинамика оставляет открытым.

Только связь между конечным и начальным состояниями и отнюдь не развитие процесса во времени описывает термодинамика.

В качестве другого примера разберем подход химиков-классиков к вопросу о кинетике химического превращения. Они обычно изучают, какая перегруппировка атомов внутри реагирующих молекул имеет место, по какой из связей происходит разрыв молекулы и присоединение частей другой молекулы, с которой первая реагирует. Т. е. вопрос кинетического превращения подменяется вопросом статического порядка — вопросом о сравнительном анализе структуры начального и конечного состояний. Когда делается совершенно ясным, что прямой переход из начального состояния в конечное невозможен, то делаются предположения о некоторых промежуточных веществах, которые затем часто действительно наблюдаются на опыте. Таким образом, и здесь кинетический процесс разлагается на ряд статических состояний.

Вопрос же о том, что делается с молекулой в промежутке между этими состояниями, какие законы действуют в момент самой реакции, чем определяется скорость этой реакции и т. д., остается открытым.

Ограничимся этими примерами статического характера подхода нашей науки к динамическим явлениям.

4. Я уже указывал, что простейшие физические процессы как течение тепла, электричества, диффузия, распространение электро-магнитных волн, получают удовлетворительное решение на базе наших научных познаний.

Когда у нас поток тепла течет через слой газа под действием разности температур, то мы имеем, конечно, неравновесный случай. Мы имеем случай простейшего процесса. В частности распределение скоростей молекул в таком газе будет несколько отлично от Максвелл-Больцмановского. Понятие температуры теснейшим образом связано именно с равновесным Максвелл-Больцмановским распределением.¹ Строго говоря, мы не можем вообще говорить о температуре в газе, через который течет поток тепла. Однако, нетрудно показать, что в этом случае мы можем с совершенно достаточным приближением считать, что в каждом слое газа — своя определенная температура и учитывать поток тепла через производную этой местной температуры по соответствующей координате. Неравновесное состояние мы рассматриваем как ряд расположенных в пространстве равновесных состояний с различными температурами, а затем учитываем отклонения от равновесия с помощью изменения этой температуры в пространстве. Таким образом образуются дифференциальные уравнения простейших физических процессов.

5. Громадный путь был пройден наукой, прежде чем ей удалось вполне овладеть описанием и пониманием равновесных состояний. Целый ряд понятий, к каким относятся, например, темпера-

¹ Заметим, что перечисленные простейшие процессы являются несомненно физическими. Уже такие процессы как конденсация и испарение, адсорбция, растворение являются предметом физико-химии. Я полагаю, что эти последние процессы можно отнести к группе химических процессов и потому в дальнейшем буду противопоставлять физические процессы теплопроводности, электропроводности и т. д. процессам химическим и буду искать качественной грани между этими простейшими физическими процессами и химическим процессом превращения веществ.

тура и давление, был создан для этого. Эти понятия были созданы так, чтобы они характеризовали состояние любой системы. Эти параметры не зависят от природы этой системы. Нет отдельной температуры для водорода или кислорода.

Состояние системы характеризуется некоторой выраженной в виде уравнения связью между этими параметрами. Эти уравнения состояния имеют общий для различных веществ вид. Индивидуальность системы учитывается через некоторые постоянные коэффициенты, которые также входят в уравнение состояния.

Так, уравнение Ван-дер-Ваальса $(p + \frac{a}{v^2})(v - b) = RT$ дает общую для всех газов связь между параметрами давления p , объема v и температуры T . Однако, в него входят постоянные a и b , зависящие от рода молекул, из которых состоит система. Таким образом, для создания физики и физической химии равновесия, науке пришлось наряду с параметрами систем создать ряд новых понятий, наиболее удобным образом характеризующих природу веществ. Сюда относятся целый ряд характерных постоянных как теплоемкость, постоянные a и b Ван-дер-Ваальса, теплоты испарения и т. д.

В области химии равновесных состояний, именно в учении о различных формах, в которые комбинируются атомы и свойствах этих новых веществ, мы имели также подобное же положение вещей. Правда, в химии законы менее четки и ясны, не облечены обычно в строгую математическую форму, но это не меняет сущности дела. И здесь был создан ряд новых понятий, как валентность, правила стереохимии, периодический закон и т. п. И здесь эти понятия годились лишь для статической системы и теряли смысл во время химического процесса.

6. Теория строения и химическая термодинамика, несомненно сыграли весьма большую роль в развитии химической технологии, в частности, в техническом синтезе новых материалов, соевом деле, частично в доменном процессе и т. д. Однако, не представляет

никакого сомнения, что именно химическая кинетика, задача о скорости превращения и выходе нужного продукта является самым острым, самым основным техническим вопросом.

Поскольку, как это было указано выше, наука не давала возможности теоретически осмыслить вопросы химической кинетики, химическая промышленность пошла по пути грубой эмпирики, по пути отыскания рецептуры, обеспечивающей надлежащую быстроту и хороший выход продукта, махнув рукой на теорию, которая не только не освещала новых путей, но не могла даже удовлетворительно объяснить отдельных блестящих результатов, полученных промышленностью.

Такое отставание теории, утрата ею ведущей роли, положение, при котором наука принуждена была в известной мере плестись в хвосте техники, привело к тому, что в самой химической науке начали нарастать чисто эмпирические настроения. Не могу не привести одной цитаты, которая весьма отчетливо демонстрирует это возведение эмпиризма в принцип научной работы.¹

„Я хочу дать Вам ряд фактов без их объяснения и иллюстрировать их демонстрациями, оставляя возможность слушателям делать из них те выводы, которые им придут в голову. Я думаю, что это более всего соответствует принципам самого Диксона. Он, Диксон, внушал своим ученикам необходимость самой тщательной постановки опытов и придавал очень мало значения теории, за исключением только полезных для опыта рабочих гипотез“.

Как это не похоже на точки зрения великих ученых (например, Вант-Гоффа), которые создавали основы теории строения и теории равновесия, теорий, на много десятков лет давших богатые руководящие нити в руки техников. Я хочу на двух примерах показать, что высказанные мною выше соображения действительно имеют место.

Основным орудием химической промышленности являются катализаторы,

¹ Эта цитата взята из речи известного ученого проф. Бона, посвященной памяти другого крупного английского ученого Диксона.

твердые вещества, помещаемые в зону реакции, не принимающие в ней видного участия, но колоссально увеличивающие скорость реакции, понижающие температуру процесса и позволяющие часто получать тот или иной конечный продукт по нашему желанию. Тонкое и действительно могучее средство. Половину химических производств (напр., синтез аммиака) вообще не было бы возможно наладить без катализаторов, другая же половина без них работает в гораздо менее выгодных условиях (например, серная кислота).

Прошло сто лет со времени открытия каталитического действия; и вот сейчас ученые так же мало понимают, почему вообще идет катализ, как это было сто лет назад. Не понимая самой сути явления, мы естественно не можем дать никаких указаний о рациональном выборе катализатора, и технически не остается ничего другого, как находить нужный катализатор, пробуя тысячи веществ в том порядке, как они стоят на полках химической лаборатории. Научных работ по катализу выходят тысячи, но в результате всех их не создается никакой теории. Лучшие из них выходят из промышленных лабораторий (например, J. G. Farbenindustrie), что естественно, так как, если уже наука плетется здесь в хвосте производства, так чем ближе к хвосту, тем все-таки лучше.

Между тем нет сомнения, что, идя по такому эмпирическому пути, промышленность далеко не дошла до того предела использования каталитического метода, который поставлен нам природой. Наоборот, природа учит нас тому, что в ее распоряжении (напр., в бактерии) имеются такие катализаторы, которые могли бы, если бы мы ими овладели, буквально перевернуть всю технику.

Другой пример: газовый взрыв. Мы пользуемся им широко в двигателях внутреннего сгорания — едва ли не главной нашей современной промышленности. Самое основное в нем — это химический процесс сгорания в цилиндре, а именно этого процесса мы и не знаем. Мы можем изменить конструкцию двигателя, мы можем рассчитать его тепловой ба-

ланс, но мы не умеем по нашему желанию менять развитие во времени самого процесса сгорания, а именно это последнее играет решающую роль в работе и коэффициенте полезного действия двигателя. Важнейший вопрос кинетики горения и механизма взрыва для нас неясен, и именно это мешает нам рационально построить двигатель и рационально выбирать и изменять топливо.

Между тем практики уже давно почувствовали, что не только тепловой эффект взрывной реакции, но и характер кинетики сгорания имеет решающую роль. Различные топлива, имеющие тот же тепловой эффект, дают, однако, совершенно различную работу двигателя. Так, бензол позволяет получить гораздо больший коэффициент полезного действия, чем бензин. В биологии хорошо известно, что не только калорийность пищи, но и ее состав, а также содержание в ней тех или иных веществ, напр., витаминов и т. п. имеют громадное значение для поддержания жизни живых организмов.

Двигатель, в известном смысле, подобен человеку, процесс сгорания в нем есть основной „физиологический“ процесс. Состав горючего — состав пищи — этого „организма“ играет в его работе важнейшую роль. В частности, подобно тому как качество пищи определяется часто совершенно ничтожными количествами некоторых веществ (напр., витаминами), подобно тому как деятельность живого организма определяется в значительной мере ничтожными по количеству внутренними секретами, подобно этому некоторые малые примеси к горючему существеннейшим образом влияют на работу двигателя. Техники и это давно заметили и, испытав много тысяч веществ, нашли известное число таких, которые, будучи примешаны к бензину в количестве 0.5%, а, значит, по отношению к смеси бензина с воздухом в еще гораздо более малом количестве, повышают более, чем на 10% коэффициент полезного действия двигателя.

Почему это происходит, как влияют эти примеси на кинетику сгорания — мы почти не понимаем.

Это задача чисто кинетическая, и, как всегда в этих случаях, наука пасует.

Между тем ясно, какого прогресса в области двигателей внутреннего сгорания и какой экономии горючего в смысле замены высокосортного топлива менее благородным мы могли бы достигнуть при ясном понимании механизма кинетики горения.

Из этого примера с двигателем человек непредубежденный сделает заключение, что этот двигатель, работающий на химической энергии, столь же отличен от физического двигателя — динамомашин, как и от живого двигателя — организма. Чем глубже мы проследим кинетику химического превращения, тем больше будем убеждаться в специфическом отличии химического процесса от процесса физического (движение электричества, распространение лучей, движение тепла и материи). Я не могу здесь, к сожалению, подтвердить это примерами, которых мы имеем неисчислимое количество.

7. Процессы механические, процессы тепловые, электрические и оптические описываются уравнениями в частных производных, дающих связь между изменением какой-либо величины (температуры, электрического напряжения и т. п.) во времени и в пространстве. Например, движение тепла через среду между двумя бесконечными плоскостями описывается уравнением

$$c \frac{\partial T}{\partial t} = k \frac{\partial^2 T}{\partial x^2},$$

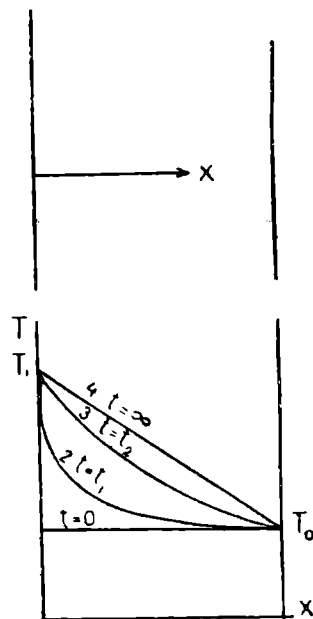
где c — теплоемкость, k — коэфф. теплопроводности вещества, через которое течет поток тепла, T — температура в данной точке пространства в данный момент времени, t — время, x — расстояние от плоскости $x=0$. В такого типа уравнениях время играет роль координаты, подобной координате x . Как выбор начала координаты t , так и выбор начала координаты x произволен и ничего не меняет в уравнении. Действительно полагая $t' = t - t_0$ и $x' = x - x_0$ мы получаем то же уравнение $c \frac{\partial T}{\partial x'} = k \frac{\partial^2 T}{\partial x'^2}$. Уравнения наши, давая связь между изменением величины T во времени и пространстве, совершенно не заключают в себе „истории“ развития процесса. Эта история развития процесса на первый

взгляд учитывается в начальных условиях, при которых интегрируется уравнение. Например, начальные условия могут быть таковы: в момент $t=0$ левая пластина имеет температуру

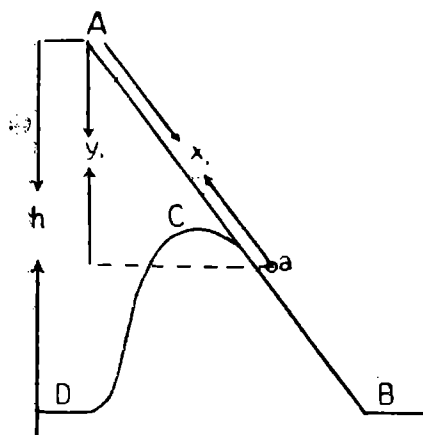
$$T = T_1,$$

а вся среда и правая пластина имеют температуру $T = T_0$. Далее, с течением времени температуры T_1 и T_0 на пластинах поддерживаются постоянными, распределение же температур в среде постепенно меняется пока при $t = \infty$ не достигается равномерное падение температуры, как это видно из серии кривых фиг. 1.

Таким образом, хотя в самом дифференциальном уравнении история процесса не учитывается, при интегрировании уравнения эта история учитывается, поскольку решение задачи, отвечающее моменту t_2 существенным образом зависит от промежутка времени $t_2 - t_0 = t_2$ прошедшего от начала процесса. Однако, этот учет развития процесса отличается одной замечательной особенностью. Если мы знаем, что в некоторый момент времени t_2 температура распределена по кривой 3 (фиг. 1), и не знаем, при каких условиях начался процесс, то мы



Фиг. 1.



Фиг. 2.

не можем ничего сказать о том, в какой же момент t_0 процесс начался и сколько времени он длится. То же самое распределение температур, изображенное кривой 3, мы получим, например, в двух случаях: а) если процесс начался в момент $t=0$ при начальном распределении температур, указанном выше, б) если процесс начался в момент $t=t_1$ при начальном, искусственно-заданном, распределении температур, изображенном кривой 2.

Эта особенность учета истории в уравнениях механики и математической физики еще проще может быть иллюстрирована на механическом примере. Допустим, шар a катят по скату AB (фиг. 2). Согласно уравнению механики его скорость v определится уравнением

$$\frac{1}{2} \frac{dv}{dt} = g \cos \alpha,$$

где g ускорение силы тяжести. Интегрируем это уравнением

$$\frac{1}{2} \frac{dv}{dt} = \frac{1}{2} \frac{dv}{dx} \frac{dx}{dt} = \frac{1}{2} v \frac{dv}{dx} = \frac{dv^2}{dx} = g \cos \alpha,$$

откуда

$$v^2 - v_0^2 = g \cos \alpha (x - x_0).$$

Здесь v_0 есть начальная скорость шара в том месте горки x_0 , откуда он начал свое движение.

Так как $x \cos \alpha = y$ (координата по вертикали), то $v^2 = g(y - y_0) + v_0^2$.

Пусть нам известно, что шар в данный момент находится в положении x ,

или y_1 и движется, например, со скоростью $v^2 = gy_1$. Можем ли мы сказать, сколько времени он уже находится в движении. Конечно — нет. Мы можем только сказать, что его начальная скорость была связана с координатой условия $v_0^2 = gy_0$. Возможно, что шар начал двигаться от точки A , где $x_0 = y_0 = 0$ с начальной скоростью $v_0 = 0$, а может быть он только что начал двигаться из точки x_1 , а скорость $v = v_1 = gy_1$ задана ему щелчком пальца.

Наконец, он мог двигаться вообще по совсем другому пути CD . Для этого нужно только, чтобы в точке C ему была задана скорость $v^2 = 2gh$.

Таким образом, относительность координаты времени сохраняется и при интегрировании уравнения механики и физики.

Я хочу показать, что при описании химических процессов мы не можем обращаться с временем так просто. История процесса, его длительность может играть там самую существенную роль.

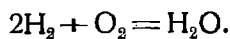
Чтобы пояснить мысль, я приведу один пример, который, несмотря на его видимую наивность, очень хорошо иллюстрирует мою точку зрения на химический процесс. Допустим, что вместо шара у нас бежит с горки человек. Допустим, что он пробегает место с координатой x_1 с совершенно определенной скоростью v_1 . Если бы это был не человек, а катящийся шар, то дальнейшее его движение до подошвы горы B было бы предопределено независимо от предыдущей истории движения шара. В случае бегущего человека дело обстоит совсем иначе. Если, например, прежде чем добежать до точки x_1 он выбежал на горку CD , то он уже запыхался. В результате этого ему придется постепенно убавить скорость и он добегит до подошвы горы в более долгий срок, чем если бы он выбежал из x_1 со свежими силами. Предыдущая история играет здесь самую решающую роль.

Если бы мы могли составить математически уравнение движения человека, то оно не было бы дифференциальным уравнением, но представляло бы собой скорее вид функцио-

нальной связи, где изменение скорости в данный момент зависело бы от всех тех скоростей, с которыми бежал человек в течение всей предыдущей истории его бега.

Таково же положение вещей и в химическом процессе, исключая лишь некоторые простейшие из них.

Как мы увидим ниже, течение химической реакции связано с весьма заметными отклонениями от Максвелл-Больцмановского равновесного распределения скоростей и энергии между молекулами. В результате этого сама система, с которой мы имеем дело, меняется с течением времени; и естественно, что уравнения, определяющие скорость, не будут простыми функциями концентраций начальных и конечных продуктов. Происходит это по следующей причине. Хорошо известно, что не все молекулы реагируют, но лишь те, которые в силу каких-либо причин обладают повышенным значением энергии. Число таких активных молекул очень мало. Если бы было соблюдено Максвелл-Больцмановское распределение, то число этих активных молекул однозначным образом определялось бы мгновенными концентрациями (C_1 , C_2 , C_3) реагирующих веществ. В таком случае скорость реакции зависела бы только от них и могла бы быть выражена как функция (C_1 , C_2 , C_3 и т. д.). В этом случае вопрос о времени развития процесса не играл бы существенной роли, и скорость реакции, например, $H_2 + O_2$ определялась бы исключительно наличием определенных парциальных давлений (H_2), (O_2) и (H_2O), независимо от того, смешали ли мы их только-что или вода образовалась в результате длительно протекавшей реакции сгорания



Другое дело, если сама реакция вызывает изменения в числе активных молекул. В таком случае качество вещества, в смысле его реактивной скорости, меняется во времени и сами по себе величины концентрации, взятые без истории их изменения, не будут определять скорости процесса. Положение дел здесь таково, как если бы, например, само

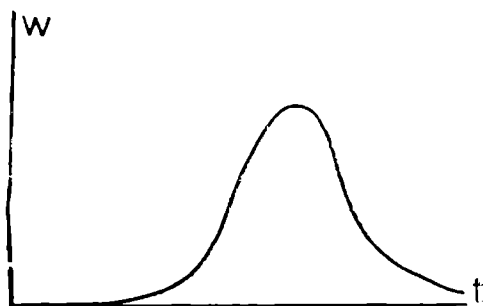
понятие температуры менялось с течением процесса теплопроводности. Если бы так это было, то ясно, что простые дифференциальные уравнения не были бы пригодны для решения задачи.

Опыт показывает, что при реакции $H_2 + O_2$ имеет место именно второй случай. Скорость реакции определяется отнюдь не действующими концентрациями H_2 , O_2 и H_2O .

Я приведу для примера несколько фактов.

Если взять и впустить в пустой сосуд, нагретый до $450-500^\circ$, смесь H_2 и O_2 , то реакция совсем не идет, пока давление смеси меньше некоторой критической давления P_{min} (около 3 мм ртутного столба). Если давление чуть превышает P_{min} , идет очень быстрая реакция, заканчивающаяся в течение секунды и меньше. Уже сам по себе этот факт поразителен. Если теперь посмотреть, как развивается реакция в продолжении этой одной секунды, то оказывается, что сперва в течение некоторого времени она совсем не идет, а затем начинает постепенно возрастать, достигает максимума и вновь падает до 0 (см. фиг. 3). В течение периода индукции τ концентрации веществ остаются постоянными, между тем система за это время существенно меняется. Пока не прошел этот период, она не готова к реакции; когда он пришел, реакция наступает.

Это явление периода индукции является одним из многих примеров, которые дают нам уверенность говорить о роли всех предшествующих состояний химической системы (будем это называть „историей системы“) реакции.



Фиг. 3.

Между прочим явление периода индукции само по себе очень распространено. Например, оно встречается во всех случаях газовых взрывов.

Если впустить смесь какого-либо углеводорода с кислородом в горячий пустой сосуд, то взрыв наступает не сразу, но после более или менее длительного периода индукции. Время индукции есть функция температуры и давления. При низких температурах и давлениях это время можно измерять часами. Смесь находится в горячем сосуде без всяких видимых изменений в течение часов, а потом вдруг взрывает. Конечно, за это время в системе происходят какие-то изменения, недоступные нашему анализу. Там, несомненно, возникают за это время какие-то богатые энергией частицы, будь то молекулы с возбужденным электроном, будь то радикалы, или неустойчивые химические соединения. Иначе говоря, там возникают отклонения от Максвелл-Больцмановского распределения. Микрокартина за время индукции меняется очень заметно. Но макрокартина (концентрация исходных веществ и тех продуктов, которые могут быть химически выделены) остается почти без изменения.

8. Попробуем сформулировать теперь основную мысль об отличии между химическим и физическим процессом.

Формулировка 1-я

Если задана характеристическая функция (температура, как функция координаты x , в тепловой задаче, скорость движения в механике) в данный момент времени, то дальнейшие ее изменения во времени в случае физического процесса не зависят от предыдущей „истории системы“. Если задана скорость химической реакции как функция макроскопических параметров (концентрации, температуры и т. п.) в данный момент времени, то последующие изменения скорости зависят от предыдущей „истории системы“ и не могут быть без учета этой „истории“ вычислены.¹

¹ Я подчеркнул здесь слово „макроскопических“ так как ясно, что, если нам заданы все молекулярные микроскопические параметры, а именно наличные отклонения от Максвелл-Больцмановского распределения (иначе говоря задали бы

Формулировка 2-я

В каждый данный момент времени скорость физических процессов (как-то скорость течения тепла, скорость течения электрического тока, скорость диффузии и т. п.) всецело определяется мгновенным значением распределения в пространстве параметров (распределение температур, электрических напряжений или концентраций). Скорость химического процесса в каждый данный момент времени не определяется целиком мгновенным значением параметров (напр., концентраций) и зависит также от истории процесса.

Формулировка 3-я

В случае физических процессов мы можем практически с полной точностью пользоваться равновесными параметрами (температурой, давлением) и т. п., в случае химических процессов мы не имеем права пользоваться равновесными параметрами.

Вариант формулировки 3-й:

В случае физических процессов отклонения от Максвелл-Больцмановского распределения не играют существенной роли, и мы можем пользоваться обычным статистическим методом. В случае химических процессов отклонения от Максвелл-Больцмановского распределения играют весьма существенную роль и пользование обычной статистикой незаконно.¹

систему в микро-параметрах) и если бы мы смогли преодолеть трудности решения задачи, то и в случае химического процесса его дальнейшее развитие могло бы быть выяснено независимо от истории системы. Но ведь и второе начало, как известно, было бы неверно, если бы мы обладали свойствами Максвелловского закона. Молекулярные процессы все обратимы. Однако, это не уменьшает огромную принципиальную и практическую важность второго начала и не сглаживает качественную разницу между тепловой и электрической энергией. Поскольку практическое задание микро-параметров в реагирующей системе для нас недоступно и поскольку вся наша наука играет в конечном счете практическую роль, указанная формулировка, как мне кажется, действительно отвечает качественной разнице в проведении химических и физических процессов.

¹ Вопрос о субстрате физических и химических явлений решается здесь так же, как и у Энгельса. В физических процессах это сравнительно неизменные частицы — молекулы, в химии это молекулы, меняющие свои свойства при процессе, в частности это атомы и их перегруппировки.

Что касается первой и второй формулировок, то они после сказанного в предыдущем параграфе не нуждаются в пояснении. Поэтому разясним лишь третью формулировку.

Еще Аррениус указал, что в реакции принимают участие лишь те молекулы, энергия коих превышает некоторую величину E .

Возьмем для определенности некоторый конкретный случай, например, реакцию разложения Cl_2O . Она идет по брунно-формуле $\text{Cl}_2\text{O} + \text{Cl}_2\text{O} = 2\text{Cl}_2 + \text{O}_2$. Пусть число молекул Cl_2O в единице объема будет n . Если считать, что во время хода реакции понятия температуры и Максвелл-Больцмановского распределения сохраняются, то число молекул n_a , обладающих энергией, большей E и, следовательно, способных к реакции будет $n_a = n e^{-E/RT}$, где R газовая постоянная, а T — абс. температура. При встрече активной молекулы с любой другой происходит реакция. Тогда скорость реакции w будет, очевидно, пропорциональна числу встреч, т. е. пропорциональна произведению $n n_a = n^2 e^{-E/RT}$. Так как число молекул n в единице объема будет в свою очередь пропорционально давлению $P_{\text{Cl}_2\text{O}}$, при данной температуре

$$w = k P_{\text{Cl}_2\text{O}}^2$$

Гипноз теории был так велик, что именно этот закон и был найден на опыте. Однако, впоследствии, когда сомнения в классических законах возросли, опыт был повторен более беспристрастно, причем никаких следов правильности упомянутого закона не было найдено. Скорость реакции, как функция времени изобразилась весьма сложной кривой (см. фиг. 4).

Оказалось, что вначале, несмотря на большое количество молекул Cl_2O , реакция практически не идет и лишь постепенно ускоряется по мере уменьшения концентрации Cl_2O . Мы могли бы сказать, что получающиеся Cl_2 и O_2 каким-то образом ускоряют реакцию. Но это не так. Примешивание в начале реакции к Cl_2O , Cl_2 и O_2 не оказывала заметного действия. И в этом случае скорость реакции в момент пуска смеси в нагретый сосуд была близка к 0. Та-

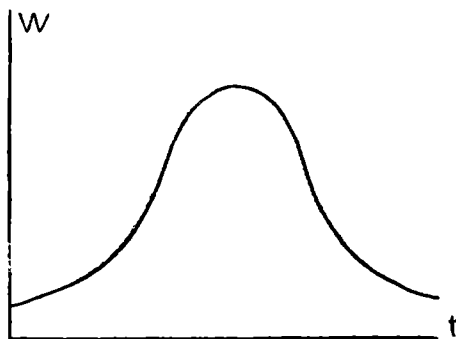
ким образом, время явно входит в выражение для скорости реакции.

Примеров, аналогичных этому, очень много. Большинство реакций в той или иной мере дает подобные отклонения от классических законов.

Трудно сейчас сказать совершенно точно, в чем тут дело, но, общее объяснение почти несомненно.

При каждом акте реакции $\text{Cl}_2\text{O} + \text{Cl}_2\text{O} = 2\text{Cl}_2 + \text{O}_2$ выделяется значительная энергия. Эта энергия лишь постепенно расходуется на нагрев всего газа. Тотчас же после акта реакции она переходит в другие формы энергии молекул Cl_2O , с которыми сталкиваются продукты реакции. Эти формы энергии могут быть весьма различны. Это может быть электронное возбуждение молекул Cl_2O , это может быть химическая энергия диссоциации Cl_2O на атомы $\text{Cl}_2 + \text{O}$ или $\text{Cl} + \text{ClO}$, это может быть энергия каких-то неустойчивых соединений. Во всяком случае в результате самой реакции возникают богатые энергией частицы, которые не находятся в равновесии с остальными. Максвелл-Больцмановское равновесие нарушается, число активных частиц увеличивается. Реакция сама, за счет своих внутренних энергетических ресурсов, создает условия для своего ускорения.

Так как энергия активации E обычно очень велика, то лишь совершенно ничтожное число активных молекул создается в результате теплового движения, только эти частицы зависят от действующих концентраций Cl_2O . Гораздо большее число активных молекул порождаются самим процессом химической реакции, и это число не зависит прямо от



Фиг. 4.

действующей концентрации и определяется историей самого развития реакции.

Вот почему в 3-й формулировке я говорил о невозможности применения Максвелл-Больцмановского распределения к системе, где течет химическая реакция.

Понятие температуры теснейшим образом связано с Максвелл-Больцмановским распределением. Если это распределение в какой-нибудь части существенно нарушено, то само понятие температуры не имеет смысла (первый вариант формулировки 3-й).

Мы должны прибавить к нашим формулировкам еще следующее положение: констатированное нами качественное различие между физическими и химическими процессами имеет смысл до тех пор, пока мы говорили о макро-процессах.

В случае микро-процессов, происходящих в отдельных атомах и молекулах, как мне кажется, очень трудно провести какую-либо границу между химией и физикой. В самом начале статьи мы касались уже этого вопроса. Но там речь шла о природе химических связей внутри газовой молекулы. Если мы обратимся к какому-либо элементарному процессу, например, процессу поглощения света молекулой, то мы без труда убедимся в большой трудности, если не невозможности провести грань между физическим и химическим микро-процессом. Вообще говоря, принято думать, что процесс поглощения кванта света молекулой есть процесс физический, а процесс фотохимического разложения молекулы на составные части есть процесс химический. Но ведь фактически нет грани между этими двумя явлениями. Если молекула A_2 поглощает свет, то в результате этого атомы, составляющие молекулу, начинают колебаться. Чем короче длина волны, т. е. чем больше поглощенный квант, тем сильнее колебание, тем больше его амплитуда. Когда длина волны делается меньше некоторых λ_k , а поглощенный квант больше $h\nu_1$, то колебание делается столь сильным, что атомы разлетаются и молекула диссоциирует. Мы видим, таким образом, что нет никакого качественного скачка в переходе от поглощенного света, не связанного с диссоциацией молекулы,

к поглощению света, вызывающего фотохимическое разложение.

9. Энгельс называет физику механикой молекул и химию физикой атомов. Эти его определения относятся к микро-явлениям. Его определение химии совершенно точно охватывает современные результаты науки, и это несмотря на то, что в его время никаких почти сведений о строении атомов и молекул не было. В этом определении проявилась гениальная прозорливость Энгельса. И из этого определения следует, что на вопрос о возможности сведения химических сил, действующих в микро-мире, к физическим, Энгельс отвечает утвердительно. Как мы видели, анализ современного научного материала привел нас к тому же заключению. Что касается его определения физики, как механики молекул, то оно имеет ограниченную справедливость. Оно правильно с достаточным приближением во всех тех процессах, которые мы отнесли в этой статье к физическим (теплопроводность диффузии, внутреннее трение, течение тепла, распространение волн и т. п.), т. е. именно к тем процессам, которые ко времени, когда работал Энгельс, составляли главный предмет физики. Если мы ограничили физику именно этими процессами и им подобными, то определение Энгельса останется в полной силе.²

Если же мы возьмем такие процессы, как испарение и конденсация, адсорбция, поглощение света и рентгеновых лучей и т. п., то к ним определение Энгельса неприменимо, ибо эти элементарные процессы вызывают внутри молекул и атомов серьезные качественные изменения, и по схеме Энгельса их нужно описывать не как механику, но как физику молекул и атомов. Вот почему я полагаю, что эти процессы следует отнести к физико-химическим.¹

Мы имеем дело с механикой атомов там, где процесс не вызывает глубоких изменений в качественном состоянии

¹ Правда, в области электродинамики, как это указывает и сам Энгельс, это определение все же наталкивается на известные затруднения.

² Это определение почти точно совпадает с замечанием Энгельса (см. Диал. Природы, 1930, стр. 202).

молекулы. Это имеет, например, место в случае теплопроводности, где от одной молекулы другой передается лишь очень небольшая порция энергии. Как-раз в этих случаях мы можем для определения макро-процесса пользоваться равновесными понятиями, как понятием температуры, и с этой точки зрения мои формулировки, как мне кажется, совпадают с Энгельсовскими. Там, где мы имеем дело с глубокими физическими преобразованиями молекул (а это особенно ярко выражено в химических реакциях), нам нужно для описания макро-процесса пользоваться совсем новыми макро-параметрами и создавать новые математические формулировки описания процесса. Здесь мы вступали в область новой науки — химии, вернее динамики химического превращения.

Исторический путь физики и химии существенно различен. Физика начала с изучения макро-процессов и макросостояния (уравнения состояния, термодинамика, теплопроводность и т. д.) и лишь позднее приступила к атомистической трактовке полученных закономерностей. Сперва была создана физика, а затем она была расшифрована как механика молекул.

Химия, наоборот, начала и продолжала свое развитие под знаком атомной теории. Уже аналитические результаты химии, разложение молекул на атомы, являлись в сущности задачей микрохимической — первым шагом к выяснению химии как физики атомов.

Химии, как макро-науки, химии как науки об общих закономерностях химического превращения, практически нет. Исключением является лишь химическое приложение термодинамики. Эта новая макро-химия, наука об общих законах скоростей химических превращений должна быть создана. И тогда вновь, в новом свете станет вопрос об атомистической и физической микро-трактовке полученных результатов.

В этой еще несозданной макро-химии и ее различиях от макро-физики я главным образом, пытаюсь разобраться в этой статье.¹

¹ Определения Энгельса могут быть продолжены и на следующую в ряде наук дисциплину — биологию.

10. Когда я пишу здесь о качественных различиях между химическими процессами с одной стороны и физическими процессами и состоянием равновесия с другой, то не сам по себе вопрос о сводимости или несводимости химии к физике интересует меня в первую очередь, а те практические выводы, которые отсюда можно сделать для решения важнейшей теоретической и прикладной задачи нашего времени, — задачи понять и уметь управлять химическим процессом.

В области равновесия мы имеем теоретический принцип — второе начало термодинамики. Этот закон необычайно общ — он охватывает все без исключения случаи равновесия. И несмотря на его необычайную общность, он дает нам правильные практические указания в каждой данной научной и технической задаче.

В области физических и механических процессов мы имеем столь же общие законы — как уравнения механики или уравнения Максвелла. Эти общие законы физических процессов и равновесий являются вершинами, которых достигла наука, они являются также маяками, по которым техника определяла и определяет свой путь.

Биология могла бы быть определена как химия больших молекул (по Энгельсу биология — химия белков что то же). Законы процессов, идущих в очень больших размерах органической молекулы, столь большой, что она сама может рассматриваться как отдельная химическая система, будут, вероятно, подобны тем законам будущей макро-химии, которые действуют в химических макро-системах.

Эта точка зрения, конечно, опять-таки не смазывает качественного различия между химией и биологией, поскольку макро-законы биологии живого организма конечно будут настолько же сложнее химических законов, насколько химические сложнее физических и физические сложнее механических.

По всей вероятности, биологические макро-процессы для своего описания потребуют существенно новых математических форм по сравнению с описанием законов химической динамики и физики.

Примечание редакции. Автор неправ, трактуя высказывания Энгельса о взаимоотношении физики и химии как утверждение одного только их единства. Энгельс подчеркивает единство и специфичность этих явлений и отмечает условность своих определений; нет поэтому основания указывать, как это делает автор, на их „ограниченную справедливость“ в области физики.

В области химических процессов нет таких маяков, и потому химическая индустрия пробирается впотьмах. Найти общий кинетический принцип, аналогичный второму началу — значит зажечь научный маяк в области химизации.

Химический процесс так капризен, так индивидуален, что химики почти забыли думать о возможности создания такого рода общих законов, управляющих химическим превращением.

Со времени Вант-Гоффа никто не осмеливался даже поставить этот вопрос в очередь дня.

Но если вспомнить, какое многообразие явлений, тоже на первый взгляд столь разнородных, охватывает второе начало, можно меньше бояться трудностей.

Каковы же пути, по которым надо идти на приступ?

Во-первых, мы должны широко и строго поставить самое изучение кинетики различных классов химических реакций. До сих пор во всем мире сделано очень мало в этом направлении.

Во-вторых, надлежит установить общие классификационные кинетические закономерности в роде периодического закона в том виде, как он был создан Менделеевым.

В-третьих, необходимо тщательно проанализировать статистику неравно-

весных состояний, понять, какие параметры там следует выбрать взамен температуры и какие новые динамические константы, характеризующие реагирующее вещество (взамен теплосемкостей, теплопроводностей и т. п.), надлежит ввести в науку.

В-четвертых, на основе всей этой систематической и трудной работы попытаться установить общий кинетический принцип, который давал бы конкретные результаты при подстановке в его математические выражения динамических констант, характеризующих специфику той или иной реагирующей системы.

Не надо думать, что это легкое и быстрое дело.

Этот принцип будет гораздо более сложен, чем второе начало, и немало надо вырвать еще тайн у природы, прежде чем удастся прочно установить его.

Я не могу здесь подробно входить в этот вопрос.

Немало усилий уже вложили в это дело за последние несколько лет физико-химики. Немало из этих усилий было сделано здесь, в Ленинграде, но это еще самое начало, самые первые шаги по трудному и ответственному пути.

ХИМИЗАЦИЯ МЕТАЛЛУРГИИ

Проф. О. Е. ЗВЯГИНЦЕВ

I

На металлургию, в особенности на так называемую черную металлургию, мы привыкли смотреть как на нечто законченное, в основном не подлежащее пересмотру и, если и нуждающееся в усовершенствовании, то в деталях и второстепенных подсобных функциях оборудования. Этот взгляд укреплялся еще тем обстоятельством, что искусство выплавлять металлы из руд существует уже тысячи лет. Наиважнейший для ме-

таллурга прибор — доменная печь — существует уже несколько сот лет, и многие поколения инженеров, начиная с великого Агриколы, потрудились для доведения доменного процесса до возможного совершенства. То же, правда в более слабой степени, можно сказать и о металлургии других металлов.

И вот вдруг, за последние годы, в Советском Союзе зародилась целая серия новых идей и, на основе последних, появились серии работ, вносящих глубокий водоворот в металлургическую

мысль. Появились предложения в корне пересмотреть основы металлургических процессов; пышным цветом расцвели идеи комбинирования металлургических производств с химическими производствами самого разнообразного характера; осуществляются на практике идеи применения в металлургии различного вида топлива, ранее браковавшегося металлургами, и т. д.

Но, что удивительнее всего, оказывается, что идеи эти не так уже новы: они высказывались и ранее за границей и у нас; даже делались кой-какие опыты. Но семена падали на жесткую почву: на опыты никто не давал средств, идеям не суждено было приобрести материального облика.

Причина такого положения дела коренится глубоко в самой природе капиталистического строя, блестяще вскрытой Карлом Марксом и В. И. Лениным. В то время как развивающийся капиталистический строй шел по пути усвоения новых технических идей, применения новейших технических усовершенствований, капитализм эпохи империализма становится подчас тормазом технического прогресса. Королям финансового капитала не выгодно поощрять инженеров, работающих над коренной реконструкцией металлургической техники, ибо это обесценило бы капиталы, вложенные в крупнейшие металлургические предприятия. Появление новой техники заставило бы затрачивать новые капиталы до амортизации старых. Состояние кризиса еще более усилило эту задерживающую роль капиталистического строя по отношению к металлургической технике.

В Союзе ССР, в противоположность капиталистическим странам, идет огромная стройка. Развитие техники идет и вширь и вглубь без каких-либо помех, ибо всякая новая идея, несущая в себе здоровое зерно, заключающееся в возможности добиться лучшего эффекта, чем это возможно современными способами, всегда находит себе возможность развиваться.

Указанное обстоятельство является первым и необходимым условием появления и развития новых идей в металлургии. Но условие это не единствен-

ное. Требуется еще второе необходимое условие, заключающееся в наличии научно разработанной теории металлургических процессов.

Здесь нужно обратить внимание на следующее: многие тысячи лет металлургия была „искусством“ выплавлять металлы из руд. Это „искусство“ опиралось на ряд эмпирических правил и передавалось из поколения в поколение. Сущность процессов, сама природа металлургии, оставалась до последнего времени весьма мало известной. Только за последние пол-века, с развитием новой отрасли химии—физической химии—теоретическая металлургия нашла свое место в подсолнечном мире. Последние десятилетия вывели металлургию из состояния „искусства“ и поставили в ряды научных дисциплин. Молодая теория металлургических процессов, развивавшаяся на базе успехов физической химии и физико-химического анализа, и явилась вторым условием развития новых идей в металлургии.

Посмотрим, какие основные вопросы теории должны быть решены для того, чтобы металлургический процесс мог считаться теоретически обоснованным. Этих основных вопросов два: 1) вопрос о химическом сродстве металла к элементам, с которыми он связан в природных соединениях; 2) вопрос о скоростях реакций, протекающих во время процесса получения металла.

Совершенно ясно, что, чем сильнее сродство металла к элементам, с которыми он связан, измеряемое энергией, выделяющейся при образовании соединения, тем труднее выделить металл в свободном состоянии. При восстановлении железа из его кислородного соединения окисью углерода, нужно отнять кислород от железа и присоединить к окиси углерода. Легкость этого процесса зависит от величины сродства кислорода к железу и к окиси углерода. В различных условиях (температура, давление) это сродство различно, и, следовательно, химическое равновесие между веществами: железо — углерод — кислород в различных условиях будет приводить к различным продуктам реакций.

Исследование этого и многих других равновесий и было предметом изу-

чения, послужившим основой новой металлургии.

Если даже величины срoдства таковы, что в данных условиях химическое равновесие ведет к выделению достаточного количества свободного металла, но скорость установления равновесия мала, то процесс не может быть использован для технических целей. Следовательно, изучение скоростей течения реакций также имеет первостепенное значение для теоретической металлургии.

На основе познания в рассматриваемой области и оказались возможными новые работы, о которых будет ниже идти речь. Конечно, в краткой статье нет возможности коснуться многих новых течений металлургической мысли; постараюсь коснуться нескольких важнейших идей.

II

В области изучения теории доменного процесса нужно отметить ряд интересных работ: в развитие работ Шлезингера, Левина и Нидта, Метца и др. продоланы исследования равновесия между главными компонентами реакций, происходящих в доменной печи железо—углерод — кислород — Шенком, Брауне, Гoфманом, Кинцелем и Эганом, и др. Изучено равновесие железо—кислород—водород Велером и Гюнтером, Истменом и Эвансом и рядом других. Произведено исследование концентраций двуокиси углерода в различных зонах доменной печи Цильгеном, Кинни, Ройстером, Джозефом и др. Интересны работы Бoма, потушившего после нормальной работы небольшую древесно-угольную доменную печь и исследовавшего состав охлажденных продуктов.

На основе этих работ возникла идея получения железа из руды не в доменной печи, а иным путем. Такой оборот мысли был вызван теми обстоятельствами, что доменная плавка, несмотря на сравнительное свое совершенство, обладает рядом недостатков. Главнейший из них тот, что в домне приходится расплавлять не только металл, но и очень большое количество шлаков, на что идет непроизводительно большое количество тепла. Второй недостаток — это необходимость затрачивать для выплавки чугуна высоко-

сортное топливо: твердый кокс, древесный уголь. Руда, поступающая в домну, должна удовлетворять определенным требованиям: не крошиться, не растрескиваться и т. д. Наконец, чугун, выплавленный в доменной печи, требует еще вальнейшего передела в сталь путем варки в мартеновских печах.

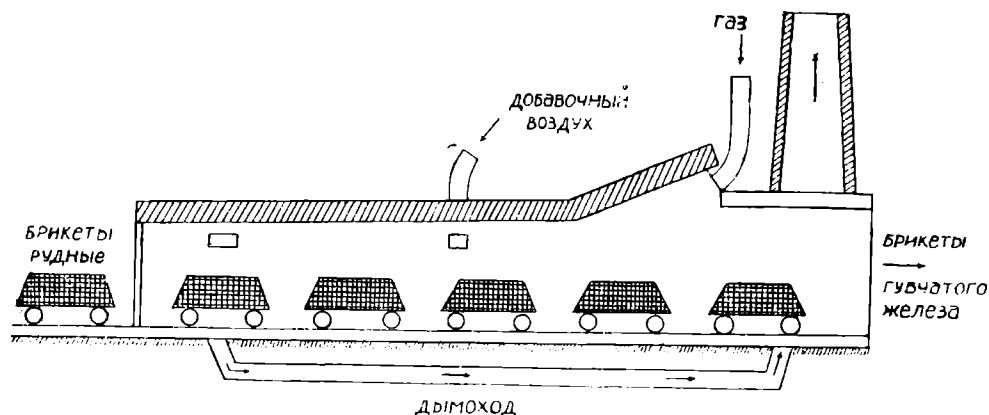
Между тем, физико-химические работы показывают, что достаточно нагревания окислов железа в атмосфере водорода, окиси углерода или другого восстанавливающего газа при температуре не свыше 700°, чтобы полностью восстановить железо до металла. Затрата энергии при этом гораздо менее той, которая затрачивается в доменной печи.

Наконец, возможен путь восстановления окислов железа до металла с помощью твердого углерода при температурах 700—900°.

Идеи внедоменного получения железа были воплощены в жизнь в виде опытных установок. Наиболее удачными из них надо считать опыты, производившиеся на заводе Круппа в Бохуме и некоторые другие. Но капиталистам-хозяевам не представляет выгоды затрачивать средства на такого рода опыты: они поведут в случае удачи лишь к обесценению капиталов, вложенных в доменные заводы. Поэтому за границей далее нескольких опытов не пошло.

Три года тому назад по инициативе нескольких советских инженеров были поставлены опыты внедоменного получения железа. Эти опыты продолжаются и ныне в различных местах: на заводе „Серп и Молот“ в Москве, на опытной установке в Иваново-Вознесенске, на Косогорском заводе, на заводе „Красный Октябрь“ и др. Всеми этими опытами руководит особый комитет при Научно-исследовательском секторе Наркомтяжпрома.

Я позволю себе остановиться на некоторых советских работах по этому вопросу. Прежде всего, опишу проект установки для получения железа из руды прямым восстановлением твердым углеродом ниж. Свидына. Мелко размолотая и обогащенная железная руда смешивается с антрацитовою мелочью, причем к последней прибавляют еще 2—3% древесных опилок, соломы или других



Фиг. 1.

горючих отбросов, легко выделяющих газы. Смесь брикетируется при давлении около 2 тыс. атм. и грузится в вагонетки. Нагруженные вагонетки проходят одна за другой через туннельную печь (см. схематическую фиг. 1) с такой скоростью, что каждая вагонетка остается в печи ок. 18 часов. Вначале руда нагревается до температуры 1200° , на что затрачивается около 15 ч., и выдерживается затем при этой температуре 2—3 часа. После этого вагонетки выкатываются из печи, остужаются, брикеты, уже теперь состоящие из губчатого железа и остатков невыгоревшего антрацита, разбиваются, проходят через магнитный сепаратор для отделения железа от антрацита и неметаллических частиц. Губчатое железо прессуется и поступает в плавку.

Химическая сущность процесса сводится к тому, что на окиси железа, из которых состоит руда, действует не твердый углерод, а газообразная окись углерода. Последняя образуется при температуре 1000° при действии углекислоты на уголь, находящийся в смеси с железной рудой. Реакция образования окиси углерода сопровождается поглощением тепла (37 тыс. кал. на кг/мол.).

Опыты производились сперва в лаборатории, а затем на заводе „Красный Октябрь“. Восстановление руды доходило до 90—92% железа. Было получено две партии губчатого железа весом в 1 тонну и в 2.75 тонны. Руда была взята криворожская и хоперская. Опыты с хоперской рудой имели целью дока-

зать, что при прямом восстановлении железа можно пользоваться сильно фосфористыми рудами (ок. 1%).

После опытов по методу инж. Свицына на заводе „Красный Октябрь“ была разработана другая схема процесса восстановления руды, основанная на одновременном действии твердого углерода и восстанавливающего газа. По такому же принципу построен производственный процесс восстановления руды по схеме инж. Казакова (ГУМП) и инж. Лизунова (Инст. прикл. минерал.). Химизм процесса в обеих упомянутых схемах одинаков с процессом по схеме Свицына, отличие в конструкции печей и механизмов, а также в более рациональном использовании тепла.

Несколько на ином принципе основан проект опытной установки по прямому получению губчатого железа из руды на заводе „Серп и Молот“ в Москве. Проект предусматривает ведение процесса восстановления в две стадии: 1) при температуре $700-800^{\circ}$, газом богатым окисью углерода и 2) при температуре $800-900^{\circ}$, газом содержащим до 70% водорода.

Теоретические соображения, лежащие в основу проекта, сводятся к следующему. Восстановление железа в доменной печи происходит отчасти за счет действия окиси углерода и водорода, входящих в состав колошниковых газов, частью же за счет твердого углерода. Восстановление окисью углерода начинается уже в верхних частях печи при температуре около 300° и наиболее

энергично идет при 700—800°. При реакции происходит выделение тепла. Процесс поэтому выгодно вести именно при температуре 700—800°. Кроме того, при этой температуре удастся избежать реакции разложения окиси углерода:



идущей с выделением сажистого углерода. Последний является вредным, так как в дальнейшем ходе процесса может восстанавливать фосфор, содержащийся в руде, и тем ухудшать качество железа. При температуре выше 700°, выделения сажистого углерода почти не происходит.

Выше 800° реакция восстановления железа окисью углерода замедляется, и для окончательного восстановления закиси железа до металла окисью углерода потребовался бы очень большой избыток этого газа.

Поэтому для окончательного восстановления наиболее практично обратиться к восстановлению газом богатым водородом; эта реакция наиболее быстро идет при температуре 800—900°, причем идет поглощение тепла извне.

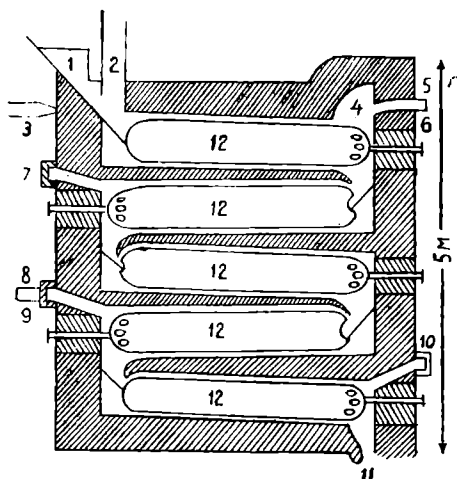
Таким образом, при восстановлении окислов железа окисью углерода и водородом, с одной стороны, идет реакция с выделением тепла, с другой — с поглощением его. Наиболее экономным было бы скомбинировать состав газов так, чтобы поглощаемое тепло второй реакции уравнивалось выделяемым — при первой.

Проектируемая установка, так же, как немецкая в Бохуме, рассчитана на минимальный расход тепла и делает в этом отношении значительный шаг вперед. На фиг. 2 изображена схема установки. Руда поступает сверху через засыпную воронку 1 в барабан 12 и проходит вниз по четырем другим таким же вращающимся барабанам. В первых двух барабанах происходит высушивание и обжиг руды горящим газом, поступающим через трубу 3 в пространство 4, куда по трубе 5 подается воздух. Газ, богатый окисью углерода, подается по трубе 9, и газ, богатый водородом — по газопроводу 10. Восстановленная железная губка выгружается через отверстие 11.

В верхнем барабане температура около 500°, во втором и третьем — 600—700°, и идет восстановительный процесс до магнитной окиси и закиси железа, в четвертом температура равна 750—800° — восстановление идет до металла, в пятом барабане восстановление заканчивается при 800—900°. Полученная железная губка охлаждается в холодильнике, сепарируется электро-магнитом от пустой породы и прессуется в брикеты. Не останавливаясь на более подробном описании опытных установок по прямому получению железа, обращая внимание на то, что их появление и расчет могли осуществиться лишь на основе хорошо разработанной теории процессов. Каковы будут результаты этих работ, покажет будущее.

III

Другой идеей, будущее развитие которой сулит богатые перспективы, является мысль заменить воздушные дутье при работе домы вдуванием обогащенного кислородом воздуха. Основной стержень этой идеи таков: воздух, вдуваемый в дому, содержит на 100 объемов азота, 26.5 объема кислорода. Если



Фиг. 2. 1. Воронка для загрузки руды. 2. Дымовая труба. 3. Подача газа. 4. Камера горения газа, потребного для обжига руды. 5. Трубы для подачи воздуха. 6. Шлаковая кладка. 7. Трубы для отходящих газов. 8. Газопровод для отходящего газа для регенерирования. 9. Газопровод для подачи газа, богатого CO . 10. Газопровод для подачи газа, богатого водородом. 11. Канал для удаления железной губки. 12. Вращающиеся металлические цилиндры.

весь кислород, поступающий в домну, соединится с углеродом, дав 100%-ный выход окиси углерода, необходимой для восстановления железа, получится 53 объема СО на 100 объемов азота. Окись углерода, таким образом, оказывается разбавленной почти втрое бесполезным азотом, лишь даром уносящим тепло. При вдувании вместо воздуха в печь смеси воздуха и кислорода, достигается значительно бóльшая концентрация СО в шахте доменной печи и более быстрое и полное восстановление железа. Другим результатом замены части воздуха кислородом оказывается более интенсивное окисление угля и, следовательно, более высокая температура в печи. Это обстоятельство является чрезвычайно важным, ибо поддержание горячего хода доменной печи всегда составляло особую заботу доменщиков. Для этой цели при доменных печах всегда строятся кауперы — подогреватели воздуха, поступающего в печь. При кислородном дутье высокая температура печного пространства достигается сама собой, и необходимость строить дорогие кауперы (стоимость постройки каупера выше, чем стоимость домны, а кауперов нужно иметь при одной домне не менее двух) отпадает. Это одно уже представляет огромное преимущество кислородного дутья перед воздушным. Однако, этим дело не кончается.

Дело в том, что кроме чугуна доменная печь дает еще два продукта: шлак и колошниковый газ. Последний при обычном воздушном дутье на значительный процент состоит из азота и пригоден лишь для сжигания в качестве топлива.

Совсем иная картина получается при кислородном дутье. Колошниковый газ здесь получается настолько богатый окисью углерода и водородом, а также углеводородами, что ценность его как топлива значительно выше, чем у обыкновенного колошникового газа. Однако, новый колошниковый газ, как показал проф. Чекин с сотрудниками, может и должен быть использован не как топливо, а как сырье для целого ряда химических производств, ценность продукции которых может зна-

чительно превысить ценность выплаваемого в доменной печи чугуна.

Прежде всего колошниковые газы доменных печей, идущих на кислородном дутье, могут быть использованы для конверсии с водяным паром¹ и для дальнейшего получения синтетического аммиака. Последний в свою очередь послужит для производства искусственных удобрений: азотистых туков. Затем газ может послужить сырым материалом для многочисленных и разнообразных органических синтезов от искусственных смазочных масел до синтетического каучука включительно.

Опыты питания доменной печи кислородным дутьем были произведены и продолжают на Чернореченском химическом заводе проф. Чекиным, Семеновым, Голынкером с сотрудниками. Они уже сейчас дают право сказать, что такое сращение металлургии с химическими производствами представляет огромные преимущества. И, если дальнейшие опыты окажутся удачны, то химико-металлургические комбинаты совершенно нового типа должны будут возникнуть на месте теперешних металлургических заводов. Сырье, прежде использовавшееся только в одном направлении, для выплавки чугуна, комплексным образом дает много совершенно различных продуктов.

IV

Идея комплексного использования сырья руководила также рядом других чрезвычайно интересных опытов, поставленных на Тагильском и Кусинском заводах. Среди уральских железных руд имеются значительные запасы титанистых руд — титаномагнетитов. До последнего времени они считались непригодными для доменной плавки. Опыты акад. Брицке, проведенные на Тагильском заводе, и опыты, произведенные при участии акад. Павлова на Кусинском заводе, разрушили это представление. Более того, оказалось возможным использовать титан и ванадий, заключающиеся в титаномагнетитах.

¹ Конверсия производится в той же домне путем вдувания в нее водяного пара. Эта чрезвычайно смелая мысль была воплощена в действительность Чекиным и его сотрудниками.

Ванадий особенно нужен для изготовления специальных ванадиевых сталей, и его приходилось ввозить из заграницы в виде ферро-ванадия (50%-ный сплав) по цене 12 золотых рублей за килограмм.

Опыты Э. В. Брицке состояли в том, что титаномагнетиты заваливались в дому вместо обыкновенной руды вместе с соленым коксом (кокс, содержащий хлористый натрий). Благодаря присутствию хлористого натрия, шлаки становились легкоплавкими и жидкими. Это объясняется образованием окиси натрия, которая, соединяясь со шлаками, дает легкоплавкие и текучие продукты. Чугун, выплавленный таким образом, содержит ванадий, и из него непосредственно может быть сварена ванадиевая сталь. Другая часть ванадия и титан находятся в шлаках и тоже могут быть оттуда извлечены. Другой ряд опытов был проведен при участии акад. М. А. Павлова и показал, что титаномагнетиты можно плавить и без соленого кокса на древесном угле.

Совершенно аналогичная проблема стояла перед уральскими металлургами

при решении вопроса о комплексном использовании халиловских руд и хромитов, содержащих, кроме железа, никкель и хром. Сходство физико-химических условий восстановимости железа, хрома и никкеля и взаимная их растворимость друг в друге привели к мысли выплавлять в доменных печах хромо-никкелевый чугун с тем, чтобы из него варить хромо-никкелевую сталь, необходимую для изготовления частей машин.

Эти немногочисленные примеры, почерпнутые из широкого потока новых идей в металлургии, мне думается, совершенно ясно показывают большую плодотворность проникновения физико-химического анализа в эту обширную область техники и огромную будущность комбинирования металлургических производств с химическими.

Химия, когда-то выросшая на почве изысканий способа получения металла золота из других веществ, и потом далеко ушедшая своим путем, вновь возвращается к металлургии, оплодотворяя ее новыми творческими импульсами.

СЕЙСМОЛОГИЯ И СОЦИАЛИСТИЧЕСКОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО

Проф. П. М. НИКИФОРОВ

В дни, посвященные памяти великого вождя пролетариата, чье гениальное учение, развитое и дополненное В. И. Лениным, указало пути развития человеческого общества и вооружило рабочий класс научной революционной теорией, обеспечившей и обусловившей победу социализма в СССР, в эти дни мы должны оглянуться на весь пройденный нами после Октября путь, еще раз проверить себя и спросить себя, сумели ли мы в полной мере использовать великое философское и научное наследие К. Маркса и В. И. Ленина во всех областях нашего общественного труда.

На мою долю выпала почетная задача охарактеризовать здесь те сдвиги,

которые под влиянием великой социальной революции произошли в одной из научных дисциплин, именно в сейсмологии.

На примере того взлета творческой исследовательской работы в области советской сейсмологии, который вызван был потребностями социалистической реконструкции всего народного хозяйства и тесно с ним увязан, мы лишним раз видим подтверждение того положения, что наука вырастает из практических потребностей человеческого общества и оказывает в свою очередь глубокое революционизирующее влияние на жизненную практику, что состояние производительных сил общества

в данную эпоху неизбежно определяет собою и состояние науки.

Глубокий экономический кризис, потрясший основы капиталистического общества и переросший в кризис самой капиталистической системы, сделал науку, как средство дальнейшего развития капиталистического общества, ненужной и лишней; ее дальнейшая революционизирующая техника роль становится уже вредной с точки зрения сохранения существующей капиталистической системы производственных отношений.

Отсюда становящийся все более и более явным уход науки в самое себя, отграничение ее в замкнутом круге собственных формальных построений и хорошо известный советскому читателю ряд признаков, свидетельствующих о регрессивном движении науки капиталистических стран с ее уклонами в сторону телеологии, агностицизма, оторванного от практики формализма и т. д.

Этой участи не избежала и рассматриваемая нами здесь область знания — сейсмология. Чтобы не быть голословным, приведу несколько цитат из работ крупного представителя германской науки, физико-математика К. Uller'a, автора многочисленных работ по так называемой „волновой кинематике“. В недавно опубликованных им статьях принципиального содержания „Die Entwicklung des Wellenbegriffs“ (Gerl. Beitr. B. 26—1930 г. и B. 27—1931 г.) он пишет буквально следующее:

„Существует дисциплина, которая не имеет никакого заимствованного у физики материала. Априорную в этом смысле дисциплину называю я волновой кинематикой...

„Это единственные основы этой будущей науки, которая поэтому предшествует всей и всякой физике и следовательно не может быть ни подтверждена, ни опровергнута экспериментом...

„На том же основании, связанные волны, колебание, прямое и не прямое возбуждение волн, соколебание, резонанс, как понятия волновой кинематики, являются физически пустыми...

„Противоречие между экспериментом и облаченной в одежды волновой кинематикой никогда не является доказательством против волновой кинематики“...

Само собой разумеется, что и на Западе, и в Америке научная работа не прекратилась, но ее материальный базис с каждым годом все более и более суживается, и из организованной движущей силы общественного прогресса наука все явственнее превращается в индивидуальное занятие отдельных ученых профессионалов. Отсюда уход науки в самое себя, ее созерцательный характер и высказывания, аналогичные тем, которые мы процитировали.

Обратимся теперь к характеристике современной советской сейсмологии.

Прежде всего отметим, что наша старая „академическая сейсмология“, официально существующая в нашей стране с 1900 г., когда была учреждена при Академии Наук Постоянная центральная сейсмическая комиссия, уделяла совершенно недостаточное внимание изучению сейсмических областей, расположенных на нашей собственной территории, главным образом в окраинных ее частях — Закавказье, Средняя Азия, Прибайкалье, Дальний Восток, часто страдающих от весьма жестоких сейсмических катастроф. Внимание сейсмологии отвлечено было в сторону „более возвышенных“ проблем чистой науки, в сторону изучения внутреннего строения наиболее глубоких слоев земного шара, вплоть до его центра, и этой задаче подчинена была вся организация сети сейсмических станций б. Российской империи, как в смысле их географического размещения, так и в смысле их оборудования, предназначавшегося, главным образом, для регистрации возмозжно удаленных землетрясений, с расстоянием в несколько тысяч километров, так как чем дальше расположен от станции очаг землетрясения, тем более глубокие слои захватываются сейсмическим лучем, доходящим до станции.

Для сейсмического изучения собственной территории страны, имеющей чрезвычайно интенсивные сейсмические области, не уступающие, как, напр.,

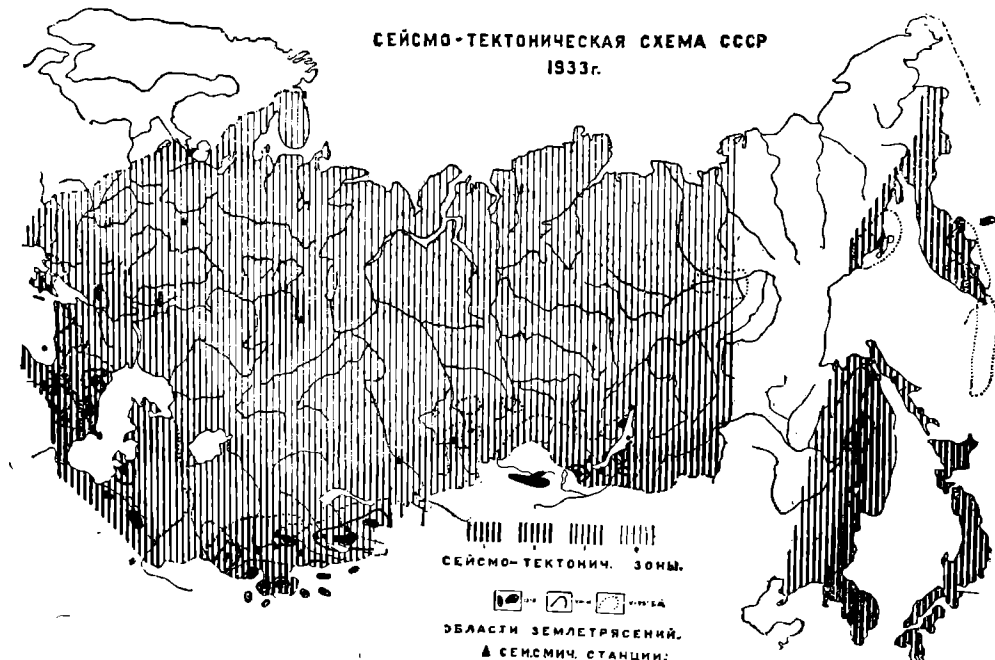
Средняя Азия, по своей сейсмичности даже такой классической стране землетрясений, как Япония, было организовано несколько станций 2-го класса, снабженных весьма грубой аппаратурой с увеличением от 4 до 40 раз и с механической записью на закопченной бумаге. Эти станции отмечали по 5—6 землетрясений в год (с нашей современной аппаратурой мы отмечаем теперь на тех же пунктах свыше 1200 землетрясений в год), да и то эти записи зачастую не представлялось возможным использовать вследствие плохого качества регистрации.

Нужно сказать, что и сама страна не предъявляла к сейсмологии никаких, сколько-нибудь серьезных требований, ибо наши сейсмические зоны расположены главным образом, по окраинам государства, имевшим вообще малый хозяйственный вес в общей экономике страны. Достаточно указать, что при землетрясении в б. г. Верном в 1887 г., которое по количеству освобожденной энергии в 2 раза превзошло знаменитое землетрясение в Токио 1923 г., число убитых оказалось сравнительно небольшим — 332 чел., и, несмотря на полное разрушение города, материальные убытки выразились всего лишь в сумме

2 млн. рублей. В Токио же в 1923 г. погибло 175 000 чел., в том числе 32 000 чел. заживо сгоревших, и сверх того 103 700 чел. было ранено; материальные убытки выразились в сумме 9000 млн. руб. При втором Верненском землетрясении 1911 г., которое по своей интенсивности превзошло Токиоское 1923 г. уже в 11 раз (!), погибло всего лишь 1000 чел.; убытки в точности не подсчитаны, но составляют также сравнительно небольшую сумму, порядка нескольких млн. руб. Легко, однако, представить себе размеры, которые может принять бедствие с превращением г. Верного в административный и промышленный центр автономной социалистической республики, должствующей стать одной из основных индустриальных баз всего Союза, и через который к тому же проходит ответственная магистраль Турксиба.

Октябрьская революция, вызвавшая бурный хозяйственный и политический рост союзных и автономных республик, тем самым в корне изменила и задачи нашей сейсмологии. Она заставила ее перенести центр тяжести своих работ на изучение территории Союза в сейсмическом отношении, выдвинула, таким образом, на первый план задачу изуче-

СЕЙСМО-ТЕКТОНИЧЕСКАЯ СХЕМА СССР
1933г.



ния близких и местных землетрясений, имея в виду необходимость сейсмического районирования территории СССР, как условия правильного размещения новых центров промышленности и рационального проектирования конструкций гражданских сооружений, дабы они могли противостоять разрушительному действию сейсмических сил.

На воспроизводимой карте, составленной проф. Д. И. Мушкетовым, представлена первая попытка дать общий схематический обзор сейсмотектоники СССР на основе имеющихся статистических и инструментальных данных о землетрясениях и общих геологических концепций о тектонике СССР и прилегающих стран. Наиболее бледной штриховкой покрыты те части нашей территории, где сейсмические явления представляются мало вероятными и в случае их проявления могут иметь лишь чисто местный характер (обвальные, оползневые, карстовые); наиболее жирная штриховка соответствует, наоборот, наиболее угрожаемым в сейсмическом отношении частям нашей территории, где землетрясения уже имели или могут иметь характер исключительных по своей силе катастроф. Кроме того, на карте введены еще две промежуточные градации штриховки, соответствующие более умеренным сейсмическим проявлениям.

Мы видим из этой карты, что значительные и притом жизненно необходимые части нашей территории стоят под угрозой сейсмических катастроф; к тщательному изучению этих областей и были направлены главные усилия Сейсмологического института АН СССР. Таким образом, возникает обширная сеть так называемых региональных сейсмических станций, расположенных в Крыму, на Кавказе и в Средней Азии; применительно к специальным задачам этих станций разработана и построена в собственных мастерских Сейсмологического института специальная чувствительная аппаратура на новых принципах, причем оказалось возможным весьма простым способом достигнуть более чем достаточных для данной цели увеличений, порядка 1500 раз, не прибегая к каким-либо механическим увеличительным рычагам или к электро-магнитным спо-

собам увеличения. Характеристика прибора имеет весьма простой вид и в интересующем нас интервале сейсмических частот представляется прямой линией, параллельной оси абсцисс; таким образом, запись прибора представляет точное воспроизведение истинного движения частицы земной поверхности, увеличенное в нужное число раз. Этой аппаратурой, вполне оправдавшей себя в течение ряда лет, и оборудованы наши новые региональные сейсмические сети Крыма (4 ст.), Средней Азии (6 ст.) и Кавказа (6 ст.).

Результаты реорганизации сейсмической службы не замедлили сказаться. Если, как я уже указывал, ранее из очень большого числа местных землетрясений, скажем Средней Азии, нам удавалось помощью старой аппаратуры отмечать ежегодно 5—6 случаев, да и то в такой нечеткой форме, что обычно дело сводилось лишь к констатации факта, то теперь в той же Средней Азии с тех же наблюдательных постов мы регистрируем ежегодно свыше 1200 землетрясений, громадное большинство которых конечно настолько слабо, что они вовсе не ощущаются людьми. Наша сеть дает при этом точные количественные результаты, позволяя определять географические координаты эпицентров и давать энергетическую оценку каждого отдельного случая землетрясений. По нанесении определенных таким образом очагов землетрясений на карту, выявляются определенные закономерности в их распределении и, таким образом, представляется возможным установить те сейсмогенетические линии, по которым происходят разломы земной коры, взаимную связь этих линий и их относительную активность. Особенно наглядно это выявляется для крымских землетрясений, где мы имеем лишь одну сейсмогенетическую линию, расположенную под морским дном в расстоянии около 40 км от берега и простирающуюся параллельно очертаниям юго-восточного берега полуострова.

Наряду с тем сохранена и улучшена ранее существовавшая сеть станций для регистрации удаленных землетрясений. Советский Союз вправе гордиться своей новой сейсмической сетью, которая по

признанию официальных международных организаций является в настоящее время образцовой как по организации, так и по качеству оборудования, и даваемым ею результатам.

Наши инструментальные наблюдения дают, таким образом, возможность вскрыть определенные закономерности в проявлении сейсмической деятельности; но осмыслить эти результаты, правильно их истолковать, сделать из них надежные выводы и, таким образом, приблизиться к прогнозу сейсмических явлений возможно лишь на основе детального знакомства с тектоникой соответствующего района, изучению которой сейсмометрические данные в свою очередь, конечно, способствуют в сильнейшей степени.

В связи с этим в СССР предпринимаются крупные сейсмо-геологические исследования, результаты которых дали возможность составить ряд уже готовых к печати так называемых сеймотектонических карт, снабженных сопроводительным текстом, а также серию монографий, посвященных вопросам сейсмического районирования СССР. Одна из таких карт, являющаяся общей сеймотектонической схемой СССР, приведена выше. Не имея возможности останавливаться подробно на этой карте и отсылая интересующихся к посвященной этому вопросу монографии проф. Д. И. Мухометова в „Трудах СИ“, отметим лишь, что в основу всех геотектонических построений и связанных с ними выводов о сейсмичности положено противопоставление мощной, опоясывающей с юга всю территорию Союза полосы новейших (альпийских) орогенических движений более древним, ранее сложившимся тектоническим массам, слагающим Северную Азию. Данная карта является лишь первым, приближенным опытом сеймотектонического районирования Союза, стремящимся подвести под него логическую основу, необходимую как для объяснения сейсмичности отдельных районов, так и для возможности их характеристики и сравнения между собою.

Наряду с тем составлены также обзорные сеймотектонические карты уже отдельных сейсмических областей

в более крупном масштабе с показанием главных тектонических комплексов и сейсмических районов, с нанесением эпицентров землетрясений по инструментальным записям. Наконец, даны еще в более крупном масштабе карты отдельных республик с нанесением уже всех тектонических элементов и всех сейсмических данных, на основе которых становится возможным выделение технических категорий сейсмостойкого строительства.

Как мы уже неоднократно отмечали, правильное понимание сейсмических процессов, совершающихся в земной коре, а тем более их предвидение в отношении времени и места события, т. е. задача сейсмического районирования, возможны лишь на базе геологических концепций, вытекающих из правильно построенной геотектонической и геодинамической теории, составляющей предмет особой дисциплины, так называемой динамической геологии.

В разное время был предложен ряд теорий для объяснения процессов горообразования и складкообразования, медленных вертикальных так называемых эпейрогенических движений земной коры, образования и движения континентов и т. д. При этом, однако, динамическая геология, развиваясь изолированно, без необходимой связи с геофизикой и механикой, мало считалась с физико-механическими условиями задачи; действующие силы появляются в ее теоретических построениях обычно без достаточного анализа условий возможности их возникновения, их пространственного распределения и способа действия. Равным образом, физические свойства и состояние подкоровой материи принимаются совершенно произвольно, и авторы ими распоряжаются, более заботясь о сохранении своей теории, чем о законах физики. Но и геофизики в свою очередь ставили вопрос в столь общем и абстрактном виде, что их решение не могло удовлетворить геологов; к тому же и между ними (геофизиками) существует разнообразие мнений по многим основным вопросам, напр., по поводу процессов горообразования. Создавшееся в итоге высказанных противоречивых мнений положение

вещей охарактеризовано Лонгвелем следующим образом: „Область тектоники не место для тех, кто любит, чтобы все было в полном порядке, ясно, на своем месте, и боится открытых вопросов“.

Ясно, что вопросы подобного рода могут быть решены лишь объединенными усилиями геологов и физиков, и советская сейсмология поставила себе задачей критический анализ современных геотектонических теорий с точки зрения материалистической диалектики и на основе принципов механики и физики.

К числу актуальнейших проблем современной сейсмологии относится далее проблема распространения упругих колебаний, так как она подводит теоретическую базу под обширнейший материал, накопленный путем инструментальных наблюдений на сейсмических станциях, и таким образом открывает возможность физической интерпретации этих материалов в смысле установления строения земной коры, являющейся проводником упругих колебаний, возникающих при землетрясениях. С другой стороны эта проблема включает в себя ряд вопросов огромнейшей практической важности, напр., поиски и разведка залежей полезных ископаемых сейсмическим методом, ряд вопросов, связанных с устойчивостью сооружений в условиях распространения поверхностных сейсмических волн, вызываемых либо землетрясениями, либо работой мощных силовых установок — напр., необходимая глубина заложения фундаментов под зданиями и под двигателями, меры защиты сооружений от указанных колебаний и т. д.

За последние годы, после сравнительно долгого зстоя в области теоретической сейсмологии, нашим советским ученым удалось сделать весьма значительные успехи и найти новые общие методы математического решения наиболее трудных и сложных вопросов распространения упругих колебаний в сплошных ограниченных средах и в вопросах дифракции упругих волн.

Надо заметить, что теоретическая сейсмология до последнего времени представляла собой область сравнительно еще мало развитую. За исключением классических результатов, касающихся теории распространения про-

должных и поперечных волн в неограниченных средах, блестящей работы Rayleigh'я и капитального труда Lamb'a мы имеем лишь ряд мелких заметок, трактующих те или иные частные вопросы теории колебаний слоистых тел.

Что касается вопроса о распространении упругих колебаний в неограниченной упругой среде, то еще в трудах Poisson'a, Stokes'a и других математиков решение этой задачи было выражено в конечном виде на основании принципов классической теории упругости и дано объяснение существенным чертам явления, которые сводились к следующему. В неограниченной среде существуют различающиеся между собою два типа волн: волны продольные и волны поперечные. При любом колебании обе эти волны друг на друга не влияют и распространяются независимо, каждая по своим законам и со своей скоростью.

Собственно сейсмическая задача, конечно, изучает не колебания неограниченной среды, а колебания земного шара. Однако, в первом приближении можно предположить землю неограниченным упругим полупространством, что позволит изучать колебания некоторого ограниченного участка земли вблизи поверхности с приближением во многих случаях достаточным. Затем, так как поблизости от поверхности строение земли слоистое, необходимо также изучать колебания слоистой среды.

Раньше были изучены различные частные решения задачи об упругом колебании полупространства. Существенной чертой в этих колебаниях является наличие на земной поверхности так называемых пограничных условий, которые заключаются в том, что напряжение, действующее на земную поверхность, равно нулю. Наличие этих граничных условий вызывает явление отражения волны. Классиками были рассмотрены несколько задач этого рода. Ими установлены законы отражения продольной и поперечной волны и было доказано, что при падении какой-нибудь одной волны, продольной или поперечной, возникают всегда две отраженных волны: и продольная, и поперечная, и были даны способы подсчитывать эти волны.

Далее, Rayleigh открыл совершенно новый факт, имеющий место только для полупространства. Оказалось, что, кроме падающих и отраженных волн, существует еще один тип волн, получивший название поверхностных волн. Этот тип волн, являясь типом смешанных, продольно-поперечных волн, обладает тем свойством, что амплитуда колебания затухает с глубиной по показательному закону и таким образом колебательный процесс оказывается ограниченным в пределах прилегающего к поверхности слоя, причем эти волны распространяются со скоростью несколько меньшей скорости поперечных волн. В сейсмометрической практике было обнаружено действительное существование колебаний, близко напоминающих Релеевские поверхностные волны.

Кроме работы Rayleigh'я нужно отметить еще одну замечательную работу, сыгравшую значительную роль в развитии науки.

Это работа Lamb'a, о которой мы уже упоминали, появившаяся в 1904 г. в *Philosophical Transactions*. Сущность работы Lamb'a заключается в том, что он, изучая всевозможные вынужденные колебания полупространства под влиянием силы, имеющей синусоидальный характер как в отношении координат, так и в отношении времени, представляет затем сосредоточенную силу, действующую по произвольному закону в некоторой точке поверхности полупространства, в виде двойного интеграла Fourier, т. е. в виде сумм таких слагаемых, влияние которых он уже изучил. Добавляя к этому „собственные колебания“ в виде волн Rayleigh'я, он получает, складывая эффекты всех отдельных слагаемых, полный ответ на свою задачу. Таким образом, Lamb'ом впервые была решена задача о возникновении поверхностных волн в таком частном случае, который уже весьма близок к реальной действительности, причем впервые было указано, как и какие волны при этом возникают, и подсчитаны смещения частицы во все моменты времени. Однако, к сожалению, кое-какие детали самим Lamb'ом не были доделаны до конца. Так, он совсем не дает вычисления возмущения в глубине

среды и изучает явление только на поверхности, хотя с помощью более глубокого анализа его же собственных формул это явление, повидимому, можно было также подсчитать и в глубине.

Вот, вкратце, основные черты того, что было сделано в той области теории упругости, которая представляет сейчас главную линию работ по советской математической сейсмологии.

В 1929 г., после организационного расширения Сейсмологического института Академии Наук, в составе этого института начинает работать теоретический отдел со специальными задачами по математической сейсмологии. С этого момента математическая сейсмология начинает быстро развиваться.

Теоретический отдел прорабатывает классические результаты и работу Lamb'a, и уже в 1930 г. появляется работа, являющаяся обобщением работы Lamb'a на случай границы твердого тела с упругой сжимаемой жидкостью. В то же время дано было решение весьма важной задачи о распространении колебаний в неоднородной среде, неоднородность которой меняется непрерывно.

Мы опустим за недостатком места обширный цикл работ советских сейсмологов по вопросам отражения волн, распространения задачи Lamb'a на случай границы двух твердых упругих сред, явлений в глубине среды и т. д.

Эти работы явились подготовительными к созданию новой теории отражения упругих волн, данной в работе Смирнова и Соболева: „*Sur une méthode nouvelle dans le problème plan des oscillations élastiques*“, — явившейся обобщением и завершением всего предшествующего цикла работ. Авторы этой работы, анализируя элементарные импульсы, наложение которых определяет действие Lamb'овской силы, доказали, что каждый импульс создает такого частного характера движение среды, в котором в различные моменты времени сохраняется подобие всей картины возмущения с изменением лишь масштаба. Это обстоятельство позволило ввести новую систему координат, движущуюся в пространстве вдоль границы с такой скоростью, что с точки зрения наблюдателя,

связанного неподвижно с этой системой, мы имеем не движение, а покой.

Таким образом, удается упростить задачу, вводя в уравнения упругости новые переменные. Те два волновых уравнения, которым удовлетворяют продольный и поперечный потенциалы, превращаются при этом в уравнения эквивалентные в различных областях пространства уравнению Лапласа или уравнению струны, т. е. хорошо изученным уравнениям математической физики. Это обстоятельство оказалось особенно важным потому, что оно позволило свести проблему отражения и преломления упругих волн к задачам теории функций комплексного переменного и, пользуясь хорошо разработанным аппаратом этой теории, дать решение этого труднейшего вопроса теоретической сейсмологии и математической физики, оставшегося открытым, несмотря на многочисленные усилия, направленные к его разрешению рядом выдающихся ученых, в том числе Rayleigh'ем и Lamb'ом.

Дальнейшее развитие этой теории дало возможность перейти от полупространства к случаю слоя и слоистой среды, а также дать решение плоской задачи о свободных колебаниях, происходящих от любых начальных возмущений в среде.

Этими исследованиями завершается большой и весьма ответственный этап работы математической сейсмологии; основные и наиболее важные черты чрезвычайно сложного комплекса явлений, наблюдающихся в земной коре и в упругих средах вообще при распространении в них упругих колебаний, нашли свое истолкование и сейсмометрическая практика получила руководящую теорию.

Значение этих завоеваний советской науки становится еще более ясным, если сопоставить их с тем, что сделано за то же время в других странах, где также появился довольно обширный цикл теоретических работ по сейсмологии, главным образом в Японии, Англии и Германии. Не имея в своем распоряжении разработанного общего метода решения подобного рода проблем, исследователи вынуждены были ограничиваться рас-

смотрением задач совершенно частного характера и не создали законченной охватывающей все частности теории.

В самое последнее время, с января 1932 г. область работ советской теоретической сейсмологии значительно расширилась, и в данный момент частично уже закончено несколько работ, которые затрагивают совершенно новые области по сравнению с уже рассмотренными.

Прежде всего, надо отметить исследования о диффракции упругих волн и о влиянии на установившийся колебательный процесс отверстий и неправильностей в строении среды. Эта задача была рассмотрена только японским сейсмологом Sezawa в журнале „Bulletin of the Earthquake Research Institute“, Tokyo, и решена им с ошибками. Исправив ошибки Sezawa, наши сейсмологи обращаются к изучению более общего класса явлений, относящихся к случаю диффракции волн при неустановившихся колебательных процессах. Чрезвычайно большие трудности математического характера, представляемые этой задачей, вынудили ограничиться в первой стадии исследования рассмотрением лишь чисто продольных или чисто поперечных волн, т. е. случаями, относящимися, главным образом, к акустике и к оптике. Соболевым дано полное решение плоской задачи о распространении свободных колебаний в этих случаях, что является новым и весьма значительным успехом советской науки, так как эта проблема долгое время оставалась неподдающейся удовлетворительному разрешению, и, напр., Sommerfeld, который пользуясь своим блестящим методом, получил прекрасные результаты для установившихся движений, при попытке приложения того же метода к неустановившимся процессам в статье „Über die Beugung der Röntgenstrahlen“ — не смог преодолеть встретившихся затруднений и ограничился частным случаем. Lamb, также рассматривает весьма частный случай этой задачи.

Что касается диффракции чисто сейсмических волн, то здесь трудности еще более велики, так как при встрече с границей раздела возникает помимо распространяющейся волны еще новый тип так называемых смешанных волн,

и к решению этой задачи сейчас направлены дальнейшие усилия наших сейсмологов. Однако, и на достигнутой стадии решения задачи о диффракции, полученные результаты могут иметь значение для практической сейсмологии, именно в том случае, когда мы имеем дело с распространением чисто поперечной волны, когда ее фронт параллелен преграде.

Практический смысл работ по изучению диффракции сейсмических волн станет вполне ясен, если мы укажем, что рядом авторов, главным образом, японских практиков сейсмологов были предложены меры к ограждению от действия сейсмических волн отдельных сооружений и даже обширных площадей при помощи глубоких рвов и других искусственных препятствий, причем, однако, теоретический расчет такого рода ограждений оставался совершенно невозможным. Неменьшее значение имеет вопрос защиты от вибраций и в области промышленной сейсмики.

Кроме работ по диффракции, приняты исследования и из области упругой статике, именно изучение напряжений в полупространстве с отверстием. Задача эта связана с распределением напряжений в горных породах под влиянием собственного веса при наличии шахт и подземных выработок и имеет прямую связь с вопросами безопасности подземных горных работ и с вопросами так называемого управления кровлей.

Подводя итоги, мы должны отметить, что успехи, достигнутые математической сейсмологией, достаточно велики. На базе мощного развития математического анализа советские ученые развили стройную теорию сейсмических явлений и переходят к претворению их в практику социалистического строительства.

Эти работы ложатся в основу последующих исследований, относящихся уже к задачам горно-сейсмической разведки и к определению геологического строения земной коры на основе сейсмических колебаний. Для этой же цели сконструирована и построена специальная, особо чувствительная аппаратура целиком из советских материалов, обладающая чрезвычайно большим увеличе-

нием — в миллионы раз, с регистрацией при этом на расстоянии и с возможностью инструментов при помощи простых манипуляций на пульте управления.

В нашу задачу входило дать здесь лишь основные черты развития советской сейсмологии под влиянием того могущественного импульса, каким явилось социалистическое строительство. Поэтому целый ряд других весьма существенных задач, относящихся к области промышленной сейсмики, сейсмостойкого строительства и разнообразнейших приложений сейсмометрии к решению различных технических вопросов мы вынуждены были обойти молчанием.

Успехи советской науки не могли не привлечь к себе внимания иностранных ученых. Не приводя длинного списка свидетельств этого внимания, ограничимся выдержкой из статьи генерального секретаря Международной сейсмологической ассоциации проф. Rothé, помещенной им еще в 1931 г. в португальском журнале „A Terra“. Автор отмечает некоторые характерные для советской науки особенности ее организации и ставит вопрос о перенесении наших методов работы в западно-европейские научные учреждения, не отдавая себе, однако, отчета в том, что как содержание, так и форма научной работы в СССР обусловлены социалистическим строем общества.

„Франция“, говорит он, „пытается повышать качество наблюдений параллельно успехам теоретических исследований, но существует еще один научный центр, отчетливо уславивший себе необходимость комбинированной организации. Призванный в сентябре 1931 г. принять участие в сессии Научного совета Сейсмологического института Академии Наук СССР, я был поражен, какое важное место Академия Наук и директор Сейсмологического института... отводят математическим исследованиям. Не вне стен института, у предшественников коллег, черпают сейсмологи сведения, необходимые им для решения трудных задач: теоретический отдел, во главе которого стоит профессор..., окруженный молодыми, полными воодушевления, сотрудниками, входит

в состав самого института. Достаточно взглянуть на программу одного из заседаний сессии, чтобы понять направление их работ... Подобная организация, допускающая постоянный обмен мнений между физиками-наблюдателями с одной стороны и теоретиками и математиками с другой, неизбежно оказывается плодотворной. Не нужно ли последовать этому примеру, ввести такую реформу в более старые учреждения?

И далее: необходимость для сейсмологии контакта с геологией не всеми признается, „но русская Академия Наук“, говорит Роте, „так хорошо поняла эту сторону геофизики, что в ленинградском Сейсмологическом институте есть и геологический отдел, которым заведует профессор... и главной заботой которого является сейсмотектоника“.

На примере советской сейсмологии, последовательно проводившей марксо-

ленинский принцип единства теории и практики, преодолевшей исторически сложившийся в процессе дифференцированного научного труда разрыв между изолировавшимися друг от друга дисциплинами: геологией, физикой и теорией упругости, и нашедшей ключ к диалектическому рассмотрению явлений природы в их неразрывной связи и взаимодействии, на примере этой науки, мы видим лишний раз подтверждение правильности великих идей гениального мыслителя и вождя, чью память мы чтим в эти дни. Именно теперь, когда международный фашизм перешел в бешеную атаку против революционного рабочего класса, мы, участники социалистического строительства, можем быть уверены, что марксизм непобедим и что занесенные над ним кулаки реакции разобьются о стальную мощь вооруженного марксо-ленинской теорией пролетариата.

МАТЕРИАЛИСТИЧЕСКАЯ ДИАЛЕКТИКА ИНДИВИДУАЛЬНОГО И ФИЛОГЕНЕТИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ РАСТЕНИЙ¹

Акад. Б. А. КЕЛЛЕР

I

Диалектика жизненного процесса, по Энгельсу, заключается в том, что всякая жизнь есть развитие на основе борьбы двух противоположностей — усвоения, восстановления и разрушения или жизни и смерти. Но растения представляют особую качественно своеобразную форму живой материи, и упомянутая борьба у них также получает свои осо-

бые качества, облекается в своеобразные формы.

Растительный мир — эта качественно своеобразная форма живой материи — находится в постоянном движении — преобразовании в условиях движущейся изменяющейся среды.

Мы можем проследивать упомянутое движение в индивидуальном развитии растения — в его онтогенезе и в истории развития всего растительного мира — в филогенезе. Само собой разумеется, что онтогенез и филогенез неразрывно между собой связаны. Индивидуальное развитие растений, прежде всего, определяется их предшествующей историей — филогенезом и, в свою очередь, онтогенез возникающими в процессе его наследственными изменениями составляет материал для филогенеза.

¹ Статья акад. Б. А. Келлера не лишена некоторых принципиальных недостатков, из которых особенно необходимо указать на употребление автором понятий „сила“ (критикуемое Энгельсом) и пр.; но значительная ценность ее в том, что она представляет собой часть большой и трудной работы, в которой автор делает опыт раскрытия материалистической диалектики в конкретных явлениях растительного мира.

Индивидуальное развитие растений

Индивидуальное развитие растений представляет собой диалектический процесс. Это есть не что иное, как нарастание и разрешение и новое нарастание противоречий как внутри организма, так и в его отношениях к наружной жизненной среде.

Внутренние противоречия

Представим себе растение, высоко стоящее в системе и сложно построенное, с характерной для таких растительных организмов архитектурой. Возьмем наиболее яркое выражение такой архитектуры у старого, хорошо развитого дерева — дуба.

Для такого дерева, как и, вообще, для растений, типично сильное развитие наружной поверхности.

У дуба над землей на ветвях раскинуты тысячи плоских листьев, в земле — богатая корневая система со множеством разветвлений.

Ключ к пониманию такой архитектуры, выработавшейся, благодаря естественному отбору, в процессе развития растительного мира, заключается в следующем:

Зеленые растения должны пользоваться пищей, которая находится вокруг них в чрезвычайно разжиженном виде. В воздухе этой пищей служит углекислый газ, которого там всего 0.03%, в почве — питательные минеральные соли, обыкновенно в слабом растворе. Кроме того, листья для своей работы — питания — должны улавливать солнечный свет.

В связи с этим развитие растений, в общем, шло по пути сильного расчленения кнаружи, выработки богатой внешней поверхности в своих органах. Обилие листьев и их характерная пластинчатая форма, множество корневых разветвлений и масса корневых волосков на всасывающих частях корней — все это возникло в результате упомянутого направления развития.

Но спросим себя, что происходит внутри дуба, когда он из маленького ростка достигает очень большого возраста и указанной сложной архитектуры.

Дуб сам этим своим осложнением создает для отдельных своих частей — листьев, корней, целых побегов и т. д. все более сильные различия во внутренней и наружной среде. Напр., одни листья попадают в более благоприятные условия водоснабжения и органического питания, чем другие; резко различными могут быть для них условия освещения. Вместе с тем нарастают внутренние противоречия.

Так, напр., возникают крупные затруднения в отношении обеспечения водой. Вспомним только, сколько ведер воды, да еще на большую высоту, должно доставляться через корни к листьям дуба в жаркий солнечный день, чтобы листья сохраняли свою свежесть и полную жизнедеятельность, или, по крайней мере, не погибали.

Весной, когда корни дерева усиливают всасывание влаги из почвы, а испарение у побегов до распускания листьев еще сравнительно слабо, внутри дуба создается избыток и некоторое повышенное давление воды. Летом крона обеспечивается водой неполно, в дубе наступают условия внутренней физиологической засухи.

В первом случае было противоречие между избытком воды и слабым ее испарением, которое служило стимулом сильного весеннего распускания и роста листвы. Во втором — противоречие между недостатком воды и большой испаряющей способностью листьев, которое приводит к повышению концентрации клеточного сока и другим существенным изменениям внутреннего физиологического состояния растения.

Это второе противоречие, как и первое, неравномерно распределяется между различными побегами и листьями дерева. Идет глубокая внутренняя перестройка отношений внутри всего организма.

Губер, основываясь на том, что в большой кроне создаются условия угнетения побегов из-за недостатка воды и света, пишет в картинном выражении о „драматической жизни дерева“. Но такая „драма“ в более или менее резкой степени происходит во всяком растении и свидетельствуют лишь о наличии известной группы противо-

речий, которыми движается развитие растительного мира и отдельных растений в их индивидуальной жизни.

Благодаря усиленному новообразованию частей в процессе роста у растений постоянно изменяются взаимоотношения между частями их тела.

Представьте себе какой-нибудь лист, который находится в состоянии полной жизнедеятельности: он хорошо питается и, соответственно, много испаряет воды, которой получает достаточное количество. Но уже в самом тесном соседстве с листом в его пазухе находится почка, и из нее начинается побег, который оттягивает к себе воду. Лист попадает в состояние внутреннего угнетения.

Такие явления наблюдаются постоянно в индивидуальном развитии растения.

Вы подошли летом к крупному цветущему подсолнечнику. Посмотрите на его листья. Нижние из них уже прошли период своего благополучия и засохли или засыхают. Их сменили в процессе внутренней перестройки свежие более молодые верхние листья, которые могут даже перекачивать к себе из самих отмирающих листьев часть находящейся там воды и питательных веществ.

Но и для них наступит очередь угнетения. Из них будет извлекать питательные вещества соцветие — корзинка подсолнечника с развивающимися в ней плодами — сеянками.

Срежьте такую корзинку в зрелом состоянии. И в ней легко увидеть признаки внутренних противоречий, которые выражаются в неравенстве условий получения органической пищи у отдельных плодов. В худшее положение попадают плоды — сеянки в центре корзинки, так как они позднее развиваются и созревают. И часто на их долю не хватает достаточного количества пищи — они остаются карликами — мелкими и плохими.

Такие явления уже давно учтены в приемах практики.

Напр., по Молишу, садовники и огородники уже давно обратили внимание на то, что первые цветы на растении бывают лучше развиты и дают более крупные плоды и лучшие семена.

Молиш приводит этому интересную иллюстрацию.

Именно, Лобнер в 1908 г. вырастил по одному огурцу из первого женского цветка от 6 материнских растений одинакового сорта. Огурцы эти имели средний вес в 1285 граммов. То же самое проделал Лобнер и в следующие годы, каждый раз выбирая на племя огурец от первого женского цветка на 6 растениях. В результате, в 1911 г. он получил уже семенные огурцы со средним весом около 2 кило (1817 грамм).

Всем известно, что помидоры надо обрезать, т. е. удалять у них часть цветущих ветвей. От обрезания будет меньше плодов, но оставшиеся плоды получат лучшие условия питания и разовьются гораздо лучше.

При культуре особенно ценных пород груш важно знать, сколько плодов надо оставлять на ветке, чтобы они выросли крупными и хорошо упитанными.

Сколькими плодами лучше нагружать куст помидора или ветку груши — это вопрос экономический. И недогрузка и перегрузка — невыгодны.

У одной из ценнейших наших культур — у хлопчатника наблюдается следующее неблагоприятное явление. Много завязей опадает, не давая плодов, и это, конечно, понижает количество урожая.

Зайцев установил, что опадение приурочено к определенным частям растения, а именно во внешних частях его оно идет энергичнее, чем во внутренних. Отсюда Зайцев делает вывод, что „главная причина опадения завязей коренится в неравенстве питания отдельных цветов, сообразно их положению в общей питающей системе растения и соответственно постепенному и неуклонному одряхлению последнего“.

Благовещенскому (с сотрудниками) действительно удалось показать, что существуют важные „физиологические различия между наружной и внутренней частями куста хлопчатника... Они проявляются и в вязкости сока, и в содержании воды, в поведении устьичных отверстий, в энергии ассимиляции, накопления углеводов и азотистых веществ, наконец, в активности ферментов“.

Но согласно принципам материалистической диалектики так должно быть

во всех случаях внутри растения. При том хлопчатник — это растение с еще сравнительно простой архитектурой. А представим себе тот же старый дуб с его могучим высоким стволом и огромной кроной. Как сильны здесь должны быть рассматриваемые внутренние различия!

Не нужно думать, что листья у растений гибнут только в результате внутренней перестройки последних.

Лист в самом себе, в своей деятельности заключает и причину собственной гибели.

В самом деле, лист — это конечная станция тока воды с минеральными веществами. Вода из листа удаляется благодаря испарению. А минеральные вещества? Часть из них перерабатывается в разнообразных процессах жизни. Другая часть, особенно известия и кремнезем, накапливается и загружает листья, как вредный балласт до потери ими жизнеспособности.

Если вспомнить, какие большие количества воды пропускают через себя растения благодаря испарению, то понятно, что и минеральных веществ в листьях должно накапливаться немало.

Понятно также, что это накопление будет, в общем, более значительным у растений, которые много испаряют воды. Например, количество золы в процентах на сухой вес в листьях картофеля может достигать 25.8; в листьях свеклы — 29.2. А в хвое, которая характеризуется малым испарением, бывает, например, у обыкновенной сосны всего 1.5% золы.

Конечно, упомянутая зависимость между транспирацией и накоплением минеральных веществ в листьях далеко не прямая и не простая.

Листопад, по Молишу, имеет в жизни растения своего рода гигиеническое значение, освобождая растительный организм от накопления вредных продуктов. Таким образом, листопад в известной степени заменяет процесс выделения мочи у животных, с той однако разницей, что при листопаде растение теряет сравнительно мало соединений азота и очищается, в особенности, от вредного балласта минеральных веществ.

Понятно, что по указанным причинам листопад должен быть и действительно бывает у так называемых вечно зеленых растений. Только листья у них опадают не все сразу, хотя все-таки живут, в общем, недолго, — напр., у благородного лавра (*Laurus nobilis*) до 4 лет, однако столь же часто всего 1 или 2 года.

Отмирание тканей и органов в процессе роста, вообще, представляет нормальное характерное явление для растений.

Знаменитое Мамонтово дерево (*Sequoia*) достигает возраста в 4000—5000 лет. Но спросим себя, что в таком старом дереве действительно в живом состоянии имеет указанный тысячелетний возраст. Листья — хвоя живет всего 2—4 года. Кора постепенно кнаружи отмирает и отслаивается, а на смену ей камбий сонутри образует новую молодую кору. Древесина тоже отмирает — вся главная масса ее, образующая ствол внутри, состоит из мертвых тканей. Остается живым только сравнительно узкий молодой наружный слой древесины, который периодически возобновляется из камбия. И только эмбриональные (зародышевые) ткани действительно имеют упомянутый возраст в 4000—5000.

Подводя итоги тому, что здесь пока изложено, надо подчеркнуть следующее основное положение.

В росте и развитии растения через весь его жизненный цикл постоянно меняются внутренние взаимоотношения его частей, движется — изменяется его внутренняя среда, нарастают и разрешаются противоречия, на смену которым приходят новые.

Растение и среда, как диалектическое единство

На поле весной всходят ростки пшеницы. Среда, в которой они развиваются, находится в процессе постоянного движения — изменении.

Происходит смена дня и ночи, каждый раз в новых условиях благодаря тому, что все время идет общее изменение среды от весны через лето к осени.

В указанный основной ход вторгаются колебания погоды, особенно резкие в нашем континентальном климате.

Сама пшеница на поле по мере своего развития изменяет свою жизненную среду и таким образом участвует в ее создании. Действительно, пшеничные растения уже своим присутствием влияют на проникновение солнечного тепла к почве и, следовательно, на ее температуру. Растения своими корнями сосут из почвы воду и таким образом изменяют ее влажность. Над землей растения, испаряя воду, влияют на влажность воздуха. Вблизи корней собирается своя флора микробов и т. д.

Агроном и лесовод должны очень хорошо знать, что помимо того климата, который изучается в метеорологических будках, есть еще вполне конкретный климат на полях и в лесу, в создании которого большое участие принимают сами растения.

В черноземе богатый его перегной образовался от степных трав, а зернистое строение получалось в связи со свойствами корневых систем у дерновидных степных злаков — ковылей, типчака.

Как свидетельствует само определение почвы — последняя представляет собой поверхностный слой коры выветривания, измененный биологическими факторами и, прежде всего, конечно, растениями. Вместе с тем растительность является могущественным фактором всего обмена воды в природе, а, следовательно, и климата.

С другой стороны, никакое живое существо нельзя представлять себе без взаимодействия с внешней средой. А у растения все его развитие, весь его жизненный ритм особенно тесно связан с изменениями и ритмом в окружающей его природе.

Нужно только подчеркнуть, что нельзя это взаимодействие между растением и средой представлять себе в грубом механистическом духе.

Внешние силы будят и приводят в движение в растении его внутреннюю очень сложную систему сил — сил, конечно, вполне материальных.

Внешняя среда дает растительному организму энергию и сырье — материалы для пищи. Но, кроме того, эта среда сама „течет“, движется и постоянно вмешивается в жизненную работу растений, в сложную систему их внутренних процессов и реакций.

Чтобы пройти весь свой жизненный цикл от семени до семени, растению необходимо определенная смена воздействий со стороны окружающей внешней среды. Этому мы имеем яркие доказательства в ряде фактов, в последнее время, в особенности, в опытах Лысенко. Так, на многочисленных сортах пшеницы в большом масштабе показано, что, если не подвергнуть развивающиеся растения некоторому охлаждению, то они будут куститься, итти „в траву“, но не перейдут к образованию колосьев и, вообще, не ступят на путь к цветению.

Все вышележащее свидетельствует в пользу того, что растение и среду мы должны рассматривать, как единство. Но диалектическое единство основано на внутреннем противоречии. Где же это противоречие в отношениях между растением и средой?

Вернемся опять к полю, на котором всходят ростки пшеницы. Появились первые нежные листья, которые как будто соответствуют весенним внешним условиям, — они еще достаточно обеспечены водой, и солнце их не сушит так сильно, как летом. Но тотчас же нарастают противоречия у этих листьев с окружающей средой — ведь время идет, а с ним условия меняются: весна переходит в лето, становится жарче и суше; сами пшеничные растения начинают сильнее влиять друг на друга и т. д.

В общем необходимо подчеркнуть, что биологическая реакция растения на изменение среды всегда более или менее запаздывает. Таким образом, растение находится в постоянном противоречии с окружающей средой.

Но можно ли говорить в рассматриваемых явлениях о борьбе двух противоположностей, в качестве которых здесь выступают растение и его жизненная среда?

Мы видели, что среда двигает и перестраивает систему внутренних реакций

в растении. Можно ли утверждать, что и растение в ответ на эти толчки и стимулы двигает и перестраивает не только себя, но и свою жизненную среду?

Поскольку дело идет о жизненной среде, то действительно она постоянно изменяется самим растением. Помимо явлений, которые уже были упомянуты раньше, надо, в особенности, подчеркнуть следующее. Своими реакциями движения в ответ на внешние раздражения растение постоянно само ставит себя в условия измененной жизненной среды. Так бывает, напр., когда листья принимают более вертикальное положение, свертывают или складывают свои пластинки, когда корни растут к более влажным слоям, когда побеги тянутся к свету и т. д.

Но из положения об единстве растения и среды совершенно нельзя делать вывода, что всякое растение образует единство со всякой средой. Если мы попробуем морскую водоросль пересадить в пустыню, то никакого единства из этого не получится.

Филогенез и онтогенез

Каждое отдельное растение вступает в свое индивидуальное развитие с богатым историческим прошлым. Этот „сгусток“ прошлого заключается в наследственной системе растения — в системе его наследственных зачатков или генов. Генами определяются способности растения известным образом реагировать на внешние раздражения. Гены нельзя рассматривать, как отдельные обособленные единицы. Они представляют собой сложную систему и в своем выявлении связаны между собой. Каждый отдельный признак и свойство растения зависит от разных генов, и обратно каждый ген влияет на разные признаки и свойства.

Выявление генов — это очень подвижной текущий процесс, подвергающийся постоянной перестройке в условиях движущейся, изменяющейся внутренней и внешней среды и доступный очень глубоким перестройкам при помощи искусственных воздействий.

Материалистическая диалектика индивидуального развития растений

Растения представляют нам пример живых существ, которые особенно тесно, чрезвычайно интимно связаны со своей жизненной средой, вечно движущейся, меняющейся и постоянно ими самими изменяемой.

Отсюда и основная диалектика жизненного процесса — борьба двух противоположностей усвоения и разрушения, жизни и смерти у растений принимает свои особенные формы. Она приводит в рассматриваемом случае благодаря постоянно возникающим, нарастающим и сменяющимся противоречиям, к постоянному росту с новообразованием и отмиранием частей. Тело растений находится в процессе постоянной перестройки применительно к условиям своей вечно меняющейся жизненной среды, но никогда не достигает к ним точного приспособления.

Живые органы и ткани в связи с этим получают также текущий кратковременный характер. Зато очень долго или на всю жизнь сохраняются зародышевые ткани, с чем связана широко распространенная даже у высших растений способность к вегетативному размножению.

Эта кратковременность органов, в частности листьев, может быть привела к тому, что само клеточное строение у растений не претерпело тех глубоких преобразований, как в тканях высших животных, и что клетки постоянных тканей здесь порой не потеряли еще окончательно зародышевых способностей. Известно, напр., что у листьев бегонии при искусственном их вегетативном размножении одна клетка кожицы может давать начало целому новому растению.

Но перестройка растений от внешних и внутренних причин не носит случайного беспорядочного характера, а совершается в известной системе, которая определяется системой исторического наследия растения или системой его наследственных зачатков и выработалась в процессе естественного отбора, как

средство сохранения особи и вида. Только не надо забывать, что выявление генов, в свою очередь, может сильно перестраиваться и переделываться от различного воздействия наружной среды.

В упомянутой системе сложных реакций и перестроек растения находит себе осуществление второй закон материалистической диалектики — переход количественных изменений в качество.

Одно из основных противоречий, определяющих развитие растений — это есть противоречие между вегетативным ростом — ростом „в траву“ и цветением. Здесь на самом деле мы имеем очень глубокое противоречие, свойственное всем более высоко организованным живым существам — противоречие между сохранением данного конкретного живого организма и сохранением вида через половое воспроизведение.

В самом деле, каждый год с весны мы можем наблюдать следующую картину на наших полевых культурных растениях — сначала они усиленно растут в траву, дают много ассимилирующей листвы, кустятся. Потом происходит глубокий внутренний перелом — вегетативный рост замедляется, и растение образует органы другого качества — цветы, плоды, семена.

Объяснение указанному перелому дается следующее. При начале роста растение получает сравнительно много воды и растворенных в ней солей и не так богато сахаром. Но потом, когда разовьется достаточное количество зеленых листьев, они в процессе ассимиляции накопят сахар, и упомянутый внутренний баланс веществ сложится более благоприятно в сторону сахара. От таких количественных изменений наступает момент перелома: количество перейдет в качество, и вместо вегетативных органов пойдет усиленное образование цветов.

Действительно, между образованием цветов и вегетативным ростом существует известное противоречие.

Вегетативный рост происходит особенно энергично при повышенной влажности, обильном минеральном питании, сравнительно слабом свете, большом тепле. Напротив, яркий свет, известное охлаждение, некоторая сухость и бога-

тые запасы органической пищи, — в частности, высокое содержание сахара в клеточном соке, — возбуждают усиленное цветение. Например, можно содействовать более обильному цветению, обнажив и обрезав у растения часть корней и тем ослабив его снабжение водой.

По моей просьбе И. С. Горшков сообщил мне о некоторых приемах уско-рения плодоношения из опыта селекционно-генетической станции имени И. В. Мичурина в Мичуринске, а также из практики садоводства и огородничества. Я приведу здесь из этих приемов более характерные.

1) Перетягивание на штамбах фруктовых деревьев коры при помощи бичевы или проволоки. После такой перетяжки 5-летние гибридные сеянцы яблони уже на следующий (6-й год своего существования) приступили к плодоношению. Между тем контрольные растения, у которых перетяжка не производилась, не дали плодов даже в возрасте 10 лет.

2) Прививка на подвое, который не обеспечивает привитому растению хорошего роста, например, яблоня на боярышнике, парадиске, айве; груша на айве, рябине.

3) Обрубание корней.

4) Получение свилеватости — скручивание корней или побегов. При помощи скручивания корней томатов было вызвано созревание плодов на 2 недели раньше.

5) Обрезка и прищипка ветвей.

Этими мерами задерживается отток сахара из ветвей (перетяжка коры) или доставка в надземные органы воды с солями (скручивание корней) и т. п. Словом, изменяется отношение между растворенными минеральными веществами и сахаром внутри растения.

Но, конечно, нельзя думать, что указанное изменение отношения само непосредственно возбуждает образование цветов. Нет, оно лишь приводит в действие сложную систему сил внутри растения, работу соответствующих ферментов и гормонов.

По новому, гораздо более глубоко ставят весь рассматриваемый вопрос опыты Лысенко. Положим, мы имеем дело с озимой пшеницей. В посеве она будет расти вегетативно, давать новые

ассимилирующие побеги и куститься, но не даст цветочных стеблей. Мы можем искусственно перевести рост пшеницы на путь цветения, если подвергнуть ее в течение известного времени действию соответствующей пониженной температуры—произвести яровизацию в узком смысле.

Самое замечательное при этом следующее.

У некоторых сортов пшеницы можно значительное количество дней производить соответствующее охлаждение и не достигнуть внутреннего перелома к цветению. Но прибавка одного лишнего дня сразу оказывает решающее влияние. Это живой пример тому, как накапливающиеся внутренние количественные изменения сразу взрывом дают новое качество. И другое очень замечательное явление.

Оказывается, соответствующий перелом можно обеспечить задолго до образования самих цветочных побегов. Именно, можно добиться соответствующего результата, если применять понижение температуры к зародышу (пшеницы в зерне), который только-что тронулся в рост.

Стоит подчеркнуть, что соответствующую перестройку обеспечивает воздействие именно на зародышевые ткани, те ткани, благодаря длительному существованию и жизнедеятельности которых растения, вообще, получают возможность постоянных своих перестроек.

Известен пример Энгельса с развитием ячменя. Из семени этого растения появляется росток, быстро развивающийся с энергичной жизнедеятельностью, представляющий в этом смысле отрицание семени, а из ростка в конце образуется отрицание отрицания—новые семена. Повидимому, и в данном случае, как во многих других, острое оружие философии диалектического материализма позволило этому великому мыслителю заглянуть в природные явления гораздо глубже, чем это могла сделать наука его времени.

Зародыш, только чуть тронувшийся в рост, уже представляет собой новое качество и вместе действительное отрицание семени.

Поразительно, что действие яровизации на семя, даже уже набухшее от воды, не дает результата; но стоит зародышу семени чуть начать свой рост, и эффект получается.

Исследования Лысенко пока еще только приоткрыли глубину явлений развития у растений. Но уже и сейчас определелись чудесные результаты.

Согласно выводам Лысенко, во внутреннем развитии растений есть узлы или, вернее, переломы, которые создают новые внутренние качества. А эти последние приводят к новым качественным формам и структурам.

Уже подбираются ключи к таким переломам и, следовательно, к тому, чтобы управлять развитием растений согласно с нашими интересами.

Коснемся еще одного принципа материалистической диалектики и соответствующих явлений в индивидуальной жизни растений—именно развития по спирали.

При таком развитии растения дает как бы возврат к старому, но на самом деле на новой ступени (не круг, а спираль). От семени через росток растение снова приходит к семени. Но эти новые семена несут в себе отпечаток тех новых сочетаний внутренних и внешних условий, через которые прошло развитие всего растения и образование каждого семени. Кроме того, благодаря скрещиваниям и мутациям семена получают измененные наследственные системы. Но последнее явление приводит нас к вопросам филогенеза растений, которого мы коснемся в следующей статье.

Некоторые выводы

Философия диалектического материализма вносит ясность и ставит на правильный путь многие запутанные вопросы биологии и, в частности, ботаники. Сколько грубых, часто элементарных ошибок делается из-за отсутствия правильного философского мышления.

Вот, напр., очень большой и практически очень важный вопрос о борьбе растений с засухой. Что такое засуха для растения и в каком состоянии растение встречает засуху?

Засуха—это явление постоянно движущейся, изменяющейся жизненной

среды растений, сама чрезвычайно разнообразна.

Бывают засухи кратковременные, резкие, наступающие почти внезапно и длительные, нарастающие постепенно; бывают засухи в почве и в воздухе или только в воздухе при обилии влаги в почве; они могут различаться по времени своего появления — весной, летом, осенью, сопровождаться более высокой или менее высокой температурой и т. д.

С другой стороны растения в постоянном движении — изменении своей внутренней среды и перестроек своего тела приходят к разнообразным за сухам в очень различном состоянии.

Может ли, напр., растение погибнуть от засухи, когда почва насыщена водой? Так, действительно, бывает под влиянием мглы и суховеев. В те годы, когда весна была сырая и прохладная, культурное растение нежится, образует большую надземную травяную массу и сравнительно слабо развитую корневую систему, которая держится, преимущественно, в поверхностных слоях. Если после такой длительной весенней погоды сразу наступит мгла и суховей с высокой температурой воздуха, то культурные растения в указанном состоянии страдают очень сильно.

Жара вызывает своеобразное явление „паралича“ устьиц, которое выражается в их длительном уродливом раскрывании. Таким образом, устьица теряют способность сдерживать испарение воды, а слабо развитая корневая система не в состоянии обеспечить надземную массу водой, чтобы покрыть сильную транспирацию. И эта надземная масса часто катастрофически высыхает, хотя почва богата водой.

Теперь понятно, как сложен вопрос о выведении засухоустойчивых растений. К какой засухе, при каких условиях, на какой ступени своего развития должно быть растение устойчивым?

Нужно еще добавить, что пути и средства, при помощи которых растения могут справляться с засухой, существенно различны на различных ветвях филогенетического развития. Нельзя говорить о засухоустойчивости растений вообще. Необходимо

отдельно ставить вопрос о ней для бобовых или злаков и даже для тех или иных родов и видов упомянутых семейств.

В связи с большой подвижностью развития растения, диалектически соединенной с подвижностью среды, особенный интерес приобретает вопрос о том, чтобы выделять и создавать растения, способные очень быстро перестраиваться в нужную сторону при наступлении засухи.

Чрезвычайно интересен метод предварительной закалки в условиях искусственно создаваемой засухи, что делает растение и в дальнейшем более засухоустойчивым.

Туманов приучал растения к подвяданию. Обнаружилось, что при этом в качестве реакции на упомянутое воздействие у растений происходит ряд характерных изменений. Клетки получают более мелкими. Общая длина жилок на единицу площади увеличивается. Повышается осмотическое давление. Усиливается роль гидрофильных коллоидов, которые хорошо удерживают воду. Вместе с тем повышается энергия жизненных процессов — транспирации, фотосинтеза. Растение перестраивается и делается более приспособленным для двух противоречивых задач: именно, получает, во первых, большую засухоустойчивость, во вторых, способность с большей интенсивностью использовать благоприятное для вегетации время.

Наконец, надо отметить, что известная степень засухи может быть условием нормального нужного нам развития культурного растения и входить в диалектическое единство среды и растительного организма. В самом деле, известно, что высокий процент белковых веществ в зернах заволажских пшениц получается благодаря ускорению созревания упомянутых зерен под влиянием засушливых условий.

Интересно, что широкая способность перестраиваться наблюдается у растений также в отношении низких температур и морозов. В этом случае также можно очень сильно повышать морозостойкость растений при помощи закалки.

Для такой закалки надо выдерживать растения известное время на холоду, подготавливая их к морозу.

Туманов и Бородина подвергали замораживанию при -10°C различные озимые культуры (ржи, пшеницы, ячменя, овса, вики и гороха) с предварительной закалкой и без нее. Для закаливания растения в течение 5 дней выдерживались предварительно при температуре в 1.5°C . Контрольные экземпляры находились при $+25^{\circ}\text{C}$.

В итоге оказалось, что закаленные культуры все полностью остались живыми и неповрежденными, а не закаленные все погибли, исключая вику и рожь. Но и они вышли с сильными повреждениями.

Под влиянием закаливания низкими температурами у растений происходит внутренняя химическая перестройка, которая повышает их морозостойкость. В частности, увеличивается содержание растворимых углеводов — сахаров; уменьшается содержание воды и повышается роль гидрофильных коллоидов; сама протоплазма, по видимому, подвергается химическим превращениям, которые усиливают ее способность противостоять свертыванию — именно слож-

ные белки частично переходят в более простые органические соединения азота.

Уже из приведенных примеров видно, какую важность имеет правильное понимание развития растения в его отношении к подвижной изменяющейся среде, как важен правильный философский подход и раскрытие явлений материалистической диалектики в индивидуальном развитии растений. Самая сложность и многообразие реакций в живой системе этого развития обещает нам богатые практические возможности при надлежащем глубоком философском подходе.

Изучать, чтобы перестраивать, и перестраивать, чтобы изучать — таков великий завет, который оставил Маркс той пролетарской науке, которой он положил сам такое великое начало.

В области индивидуального развития растений мы, по-настоящему, только приступаем к указанной задаче, но уже чувствуем, какое скрытое богатство возможностей находится на этом пути.

ОБ ЭВОЛЮЦИОННОМ ПРИНЦИПЕ В ФИЗИОЛОГИИ

Проф. Л. А. ОРБЕЛИ

В 1909 г. в статье, озаглавленной „The evolution of animal function“, талантливый английский физиолог Keith Lucas отметил как досадное явление, что до последнего времени изучение физиологических процессов идет вне связи с эволюционным учением, которое оказало такое могучее влияние на развитие морфологических знаний. K. Lucas пытался начертать основные линии, по которым должно идти изучение эволюции функций, и некоторые приемы исследования, которые должны быть соблюдены для того, чтобы физиологический эксперимент мог быть использован для выяснения этой эволюции. С того времени, несомненно, многое изменилось: в значительной степени раз-

рослась сравнительная физиология, появились зачатки эмбриональной физиологии и химической эмбриологии, возникла „физиология развития“; все-таки и теперь нельзя сказать, чтобы эволюционная теория так же отчетливо оказывала свое победоносное влияние на развитие физиологии, как она это делает в науках морфологических. Нельзя не согласиться с жалобами нашего молодого физиолога Х. С. Коштоянца, что систематическая разработка физиологии в свете теории развития практически отсутствует, и подавляющее большинство физиологов при собирании и анализе экспериментального материала довольствуется рассмотрением данного процесса у данного представителя жи-

вотного царства в современных условиях без всякой попытки оценить историю возникновения и развития этого процесса и в этой истории найти ключ к разъяснению тех или иных темных сторон вопроса. Как человек, привыкший пользоваться эволюционной точкой зрения в исследовании и преподавании физиологии, я позволяю себе рассмотреть несколько вопросов, в которых эволюционная теория с одной стороны получает значительное обоснование в физиологии, а с другой стороны сама является путеводной нитью физиологического анализа. Я отнюдь не претендую на исчерпывающее освещение вопроса, а коснусь лишь тех сторон его, которые стоят в непосредственной связи с разрабатываемыми мною проблемами и потому ближе всего мне знакомы. Я считаю особенно важным сделать это потому, что в своей прекрасной статье „Физиология и теория развития“ Х. С. Коштоянц, разбирая ряд примеров, совершенно обошел молчанием мои взгляды и мои работы, а между тем они, как мне кажется, являются весьма демонстративными.

1. Одним из самых удивительных чудес и одной из самых трудных загадок в области физиологии человека и животных бесспорно является координация движений — тонкое и точное согласование в работе всех отдельных мышц, входящих в состав нашего тела, согласование, ведущее к тому, что все наши движения являются гладкими, пластичными, размеренными, экономными и не обнаруживают признаков механической борьбы противоположно действующих антагонистических мышц.

Самый факт координированности наших движений известен давно; существует ряд прекрасных описаний как нормальных координированных движений, так и всевозможных расстройств координации, выступающих в результате тех или иных повреждений центральной нервной системы, заболеваний ее, отравлений. Но самый механизм координации оставался совершенно неразъясненным до классических исследований английского физиолога Шеррингтона. Исходя из обнаруженного И. М. Сеченовым факта, что в центральной

нервной системе наряду с процессом возбуждения может возникать противоположный по своему внешнему проявлению процесс торможения, и из мыслей самого Сеченова, что этому тормозному процессу должна принадлежать важная роль в регуляции и координировании отдельных наших деятельностей, Шеррингтон занялся систематическим изучением нескольких более или менее сложных рефлексов, регистрируя при этом участие отдельных мышц в ответе на те или иные внешние раздражения. Он показал, что, не смотря на существование самой обобщенной анатомической связи через центральную нервную систему всех решительно чувствительных точек нашего тела со всеми решительно мышцами, раздражению каждого участка тела соответствует двигательный акт с различным участием отдельных мышц: каждое раздражение, в зависимости от его характера, количественного выражения и места приложения, вызывает одновременное возникновение в центральной нервной системе очагов возбуждения, стремящегося распространяться по мозговой массе, и очагов торможения, не допускающих возможности активной деятельности некоторых мышечных групп или ее обрывающих. По данным Шеррингтона эти очаги возбуждения и торможения возникают не как попало, не случайно, а строго закономерно, так что каждому раздражению (определенного качества, силы и места приложения) соответствует определенная мозаика очагов возбуждения и торможения, при чем всегда выражен закон „реципрокной иннервации антагонистических мышц“, проявляющийся в том, что возбужденному состоянию центров одних мышц соответствует торможение центров мышц, им антагонистических. Иначе говоря, механическая борьба мышц на периферии отсутствует и заменена внутрицентральной борьбой в виде столкновения процессов возбуждения и торможения в центрах антагонистических мышечных групп. Эта картина названа Шеррингтоном „симультанной“ или одновременной координацией, в отличие от координации „сукцессивной“ или последовательной, выражающейся в том, что движения правильно и согласованно

переходят одно в другое и нередко складываются в закономерные цепи. Шеррингтон показал, что в основе сукцессивной координации лежат два основных механизма: 1) „проприоцептивные“ показания, поступающие в центральную нервную систему в результате всякого движения и вызывающие ответные двигательные же рефлексы характера или „отдачи“ (rebound) или удержания позы и 2) явления „последовательной спинальной индукции“, заключающиеся в том, что всякий очаг возбуждения имеет тенденцию превратиться или даже превращается в очаг торможения и, наоборот, всякий очаг торможения имеет тенденцию превратиться или превращается в очаг возбуждения. Эти два момента, в большей или меньшей мере совпадая друг с другом, обуславливают тот или иной характер вторичных рефлексов, усложняющихся еще раздражениями, дополнительно падающими на своеобразно подготовленную почву.

Тщательный анализ, произведенный Шеррингтоном, почти исчерпывает вопрос о механизмах, обуславливающих координационные отношения. Этот анализ касается тех рефлекторных актов, которые осуществляются за счет низших стволовых отделов центральной нервной системы, являются врожденными, наследственно передаваемыми. Но возникает вопрос, как возникли эти координационные отношения, почему каждому виду раздражения соответствует именно эта, а не другая мозаика очагов возбуждения и торможения, именно этот, а не другой характер распространения возбуждения по нервной системе, а в результате именно данная, всегда целесообразная группировка работающих и не работающих мышц, мышц работающих статически и динамически. Ясно, что ответ на эти вопросы составляет и должен составлять одну из важнейших задач физиологии, между тем самых-то вопросов почти никто себе не ставит, и все устремляют свое внимание на самый анализ, на уточнение его, на распространение с одних случаев рефлекторной деятельности на другие. Ясно вместе с тем, что для ответа на этот вопрос надо вскрыть предшествующую историю изу-

чаемых нами готовых координационных отношений, выяснить, как они формировались, проникнуть в механизм возникновения координационных отношений. Но как это сделать?

Начиная с 1913 г., с момента выхода на преподавательскую арену, я старался внушить своим слушателям ту мысль, что ключ к разгадке этой тайны лежит в учении об условных рефлексах, учении, которое с таким исключительным успехом создано и разрабатывается И. П. Павловым. С особенной четкостью я высказывал это положение в 1920 г. во вступительной лекции в Ленинградском Медицинском институте и в 1922 г.¹ в докладе, посвященном памяти Н. Е. Введенского. Я подчеркивал, что в то время как Шеррингтон изучает готовые координационные отношения, „Павлов, исходя из индифферентного раздражителя, образует новую рефлекторную связь и, ставя вновь возникший рефлекс в те или иные условия, создает по своему произволу из сырого пластического материала те или иные координационные отношения и таким образом изучает процесс формирования индивидуальных координационных отношений“. Прибегнув далее к аналогии с другой областью знания, я уподобил работу Шеррингтона работе химика-аналитика, работу Павлова — работе химика, осуществляющего синтез химических соединений. „Как в химии анализ готовых соединений не дает полной картины знания, и химик начинает понимать основные свойства и внутреннюю структуру соединения лишь после того, как осуществит синтез его, и начинает понимать именно на основании тех промежуточных процессов, которые обеспечили возможность синтеза, так и в физиологии координационных отношений изучение условных рефлексов является средством для постижения тех путей, по которым идет история возникновения координаций. И, если стать на точку зрения общего биогенетического закона, что эволюция индивида совершается по тем же законам, по которым совершалась эволюция

¹ Известия Научного института им. Лесгафта, т. VI, 1923.

вида, то мы оказываемся перед утверждением, что изучение условных рефлексов открывает нам пути функциональной эволюции нервной системы: готовые координационные отношения, с которыми мы родимся, образовались в течение тысячелетий по тем же основным законам, по которым образуются новые условные координационные отношения в течение недель, а иногда и дней и часов в нашей индивидуальной жизни“.

Так что же говорит учение об условных рефлексах? Оно говорит, что определенные отделы нашей центральной нервной системы представляют собою как бы свободную, молодую, „пластическую“ мозговую массу, при посредстве которой вырабатываются новые временные функциональные связи, что индифферентные сначала раздражители могут сделаться возбудителями любой деятельности, если только повторно совпадают во времени с теми раздражителями, которые в силу врожденных отношений вызывают эту деятельность. Возможность образования новых условных рефлексов почти безгранична (она ограничена только способностью наших органов воспринимать те или иные виды раздражений), и, если мы не наблюдаем у людей и у животных полной спутанности отношений, безразличного реагирования всеми деятельностями на все раздражения, то потому, что параллельно с образованием новых „условных“ связей постоянно идет их ограничение, уточнение и даже упразднение за счет развивающегося „внутреннего торможения“. Это „внутреннее торможение“ в зависимости от частных условий его возникновения проявляется как „угасание“, дифференцировка, „условное торможение“, „запаздывание“, но всегда оно возникает из самого возбуждения, в тех случаях, когда условный рефлекс не подкрепляется врожденным безусловным, иначе говоря, когда возбуждение не находит себе выхода в хорошо проторенное и притом возбужденное русло безусловной рефлекторной дуги. Данные Павлова и его сотрудников показывают далее, что в коре головного мозга и возбуждение и торможение чрезвычайно широко иррадиируют, за-

хватывая сначала всю корковую массу, при чем эта иррадиация сначала носит непосредственный линейный характер, отражаясь раньше и в большей мере на близких участках коры, чем на отдаленных, а затем уже вырабатываются очаги и пути, которые либо оказываются свободными для распространения возбуждения либо реагируют на него торможением. Иначе говоря, вся масса мозговой коры, диффузно построенная и сначала диффузно проводящая, превращается в сложный мозаичный прибор из очагов возбуждения и торможения, при чем каждому раздражителю, в зависимости от условий, при которых он повторно действовал, соответствует своя особая картина распределения этих очагов, свои временные отношения, своя смена одной картины другою.

Вот на основании этих-то данных учения И. П. Павлова я и высказал предположение, что и в филогенетически древних отделах центральной нервной системы, например в спинном мозгу, мы когда-то имели диффузную валовую реакцию всей мозговой массы на раздражение и в результате не дифференцированные суммарные реакции всего мышечного прибора, а уточненные, экономящие, координированные двигательные акты с лежащей в основе их „реципрокной иннервацией антагонистических мышц“ выработались в процессе эволюции по тем же законам, по которым вырабатывались уточнение, ограничение, специализация условных рефлексов. Мыслимо даже, что эта выработка произошла на почве проприоцептивных показаний со стороны антагонистических мышц, находившихся некогда в состоянии фактической механической борьбы. До 1921 г. эти соображения носили только характер предположений, ничем не обоснованных, и являлись произвольной попыткой применения общего биогенетического закона к вопросу о возникновении спинномозговых координаций. Но затем мне посчастливилось получить фактическое обоснование, позволяющее утверждать правильность этих соображений. В 1921 г. я совместно с моей сотрудницей д-ром К. И. Кунстман вел длитель-

ные наблюдения над собакой, у которой мы перерезали чувствительные (задние) корешки всех спинномозговых нервов, участвующих в иннервации левой задней конечности (3—7 поясничных и 1—2 крестцовых). В числе расстройств, которые выступили в результате нашего оперативного вмешательства, наше внимание привлекли два явления — это 1) ритмические сокращения разгибательной мускулатуры на левой стороне, по ритму своему точно совпадавшие с дыхательным ритмом и именно с фазой вдоха и 2) перекрестный коленный рефлекс, т. е. быстрые разгибательные движения не только правой, но и левой конечности в коленном суставе при ударе по коленному сухожилию правой стороны. Мы тогда же истолковали эти явления, как повышенную реакцию на приходящие со стороны, иррадирующие волны возбуждения. В докладе 23 ноября 1922 г. я провел подробный анализ этих явлений и показал, что они являются доказательством диффузной и самой неограниченной иррадиации возбуждения по центральной нервной массе, что даже такое слабое видимо уточненное возбуждение, как возбуждение дыхательного центра, распространяется всегда на все отделы мозга, но оказывается заторможенным везде, кроме некоторых ограниченных отделов. Нарушение нормального притока импульсов со стороны чувствительных нервов ведет к такому нарушению равновесия между процессами возбуждения и торможения, что пояснично-крестцовые сегменты спинного мозга начинают реагировать на приходящие волны, в норме остающиеся незаметными для внешнего наблюдения. Впоследствии в 1923 г. мы соперирировали так же вторую собаку и получили те же результаты, но в еще более отчетливой форме. И у нее „проявились явления широкой иррадиации возбуждения в центральной нервной системе. Деафферентированная конечность, лишенная контроля над собой, представляла собою как бы флюгер, который реагировал на все без исключения раздражения, падавшие на животное, и принимал участие во всех двигательных актах сопутствующими движениями“... У нее так же „совершенно отчетливо выступил и опи-

санный нами ранее феномен совпадения движений деафферентированной конечности с дыхательными экскурсиями, именно с началом вдоха“... Нашим основным выводом явилось утверждение, что безграничная иррадиация возбуждения имеет место всегда и что наша мозговая масса по существу своему является диффузно-проводящей нервной системой, и сохраняет в скрытой форме свойства диффузной нервной системы.

Этой нашей точке зрения мы нашли подтверждение в следующих фактах. Альфельд, наблюдая за дыханием недоношенных плодов, обнаружил, что у них каждое дыхательное движение сопровождается оживленными движениями конечностей. М. Минковский, изучая рефлекторную деятельность человеческих плодов, обнаружил в первой половине эмбриональной жизни чрезвычайную распространенность, разнообразие и недифференцированность двигательных ответов на различные раздражения кожи, что так же, как мы, объяснил широкой иррадиацией возбуждения по центральной нервной системе. Во второй половине эмбрионального периода Минковский обнаружил постепенное концентрирование возбуждения — рефлексы становятся более ограниченными и специализированными. Интересно, что в статье, напечатанной в 1924 г. в сборнике в честь И. П. Павлова, Минковский также проводит параллель между корой мозга, как молодым образованием, и эмбриональным спинным мозгом. Эти данные, основанные на изучении онтогенеза, вполне гармонируют с данными сравнительной физиологии, которые свидетельствуют, что „элементарная нервная система“ низших беспозвоночных животных на самом начальном этапе филогенеза носит диффузный характер не только морфологически, но и функционально, что все реакции на этом уровне проявляются в форме суммарного вовлечения всей мускулатуры. Следовательно, даже в нашей высокоразвитой центральной нервной системе мы имеем налицо отголосок старых функциональных отношений. Этот факт в высшей степени важен, потому что он является примером общего хода функциональной эволюции нервной системы. На каждом

шагу и в лабораторном эксперименте, и в клиническом наблюдении, и в педагогическом опыте нам приходится встречаться с подтверждением того положения, что процесс эволюции идет не путем окончательного уничтожения старых функциональных отношений, а путем заслонения их новыми. И старые упрямые формы деятельности вырываются наружу всякий раз, как наступают какие-либо явления, нарушающие нормальный баланс возбуждения и торможения. Недаром современная неврологическая клиника все больше и больше укрепляется на эволюционной позиции и находит объяснение целому ряду патологических симптомов в выявлении старых форм функциональных отношений (Head, Förster, Аствацатуров, Давиденков, Маркелов). Тот же прием дает блестящие результаты в руках И. П. Павлова при его физиологическом анализе функциональных неврозов.

Особенно плодотворной эта точка зрения оказывается там, где мы имеем дело с переработкой координационных отношений, например с заменой старых форм локомоции (ходьба на четырех ногах) новыми (ходьба на двух задних конечностях при вертикальном положении позвоночника, использование передней конечности для хватания, лазания, а потом для трудовых процессов, а не для ходьбы и т. д.). Оценить и понять все наблюдающиеся тут явления можно только имея постоянно в виду, что при этом сталкиваются старые и новые формы движений, что орган, осуществляющий новые координационные отношения — кора головного мозга — не имеет непосредственной связи ни с органами чувств, ни с мышцами, а получает сигналы и посылает двигательные импульсы через спинной мозг и стволую часть головного мозга — органы, уже обремененные прочно фиксированными филогенетически-древними координационными отношениями. Следовательно, переработка координаций, выработка новых форм движений основана на подавлении и ступеивании старых координационных отношений. Уже в нормальных условиях мы наталкиваемся на каждом шагу на такие проявления старых форм в новых, как,

например, махание руками при ходьбе и так далее. Но особенно ярко борьба старых и новых форм выступает тогда, когда убран мозжечек: в этих случаях вся координация движений является расстроенной, и, как удастся теперь понять, это расстройство, главным образом, заключается в понижении способности подавлять старые ненужные уже координационные формы, которые врываются при всяком новом движении и создают путаницу двигательных актов. На основании этих фактов мы рассматриваем теперь мозжечек как орган, регулирующий функциональное состояние низших частей мозга и являющийся в силу этого пособником больших полушарий мозга в деле подавления деятельности старых координационных аппаратов. Таким образом, анализ двигательных расстройств у животных без мозжечка под углом зрения теории развития приводит нас к необходимости признать двоякого рода высшие центральные образования: один род — устанавливающий новые связи, направляющий деятельность низших отделов мозга в новое русло и обуславливающий возможность индивидуального приспособления двигательных актов к новым условиям существования организма (большие полушария) и другой — регулирующий состояние различных отделов мозга и таким образом обеспечивающий возможность более или менее легкого управления ими. Такой взгляд на механизм мозжечкового управления стал для нас возможным благодаря тому, что уже раньше мы установили бесспорное влияние симпатической нервной системы на функциональную способность центральной нервной системы (Тонких для спинного мозга, Крестовников и Савич для продолговатого, Стрельцов для промежуточного, Асратян для больших полушарий) и выяснили роль некоторых участков таламической области, как центрального очага, управляющего через симпатическую систему функциональной готовностью мышц, органов чувств и центральной нервной системы. Что же говорит нам сравнительная физиология? Она учит нас (Jordan), что на ранних этапах филогенеза (брюхоногие мол-

люски) высшим ганглиозным образованиям не присуща функция вызова тех или иных двигательных актов, а только функция регулирующего, преимущественно тормозного воздействия на состояние остальных центров. Если еще принять во внимание, что высоко организованная нервная система позвоночных представляет собой сегментарный аппарат интегрированный в единое целое, сохраняющий в себе и элементы сегментарной деятельности и способность обобщенной координированной деятельности, мы вправе утверждать, что в ней имеются отражения всех тех основных типов нервной системы, которые мы находим в различных узловых этапах филогенеза.

2. В качестве второго примера я остановлюсь на некоторых сторонах физиологии мышечной ткани. Несколько лет (1921) тому назад мне посчастливилось высказать рабочую гипотезу, и на основе ее прийти к установлению чрезвычайно важного в теоретическом и в практическом отношении учения о наличии у наших скелетных мышц добавочной иннервации (симпатической), регулирующей функциональные свойства мышцы, ее физическое состояние и физико-химические процессы. При построении этой гипотезы я руководствовался различными соображениями, из которых одним было рассуждение, основанное на оценке хода функциональной эволюции мышечной ткани. Именно, я исходил из мысли, что различные виды мышечной ткани, встречающиеся у высоко развитых организмов, представляют собой различные этапы функционального совершенствования одной и той же по существу сократительной ткани, что наряду с определенными качественными и количественными различиями они имеют ряд общих свойств и общих черт в истории своего развития. Я обратил внимание на то, что все виды сократительной ткани, кроме поперечно полосатой скелетной мышцы, характеризуются более или менее отчетливой автоматической деятельностью, т. е. деятельностью под влиянием агентов местной среды, и наличием иннервационного аппарата в виде центробежных

нервов, регулирующих функциональные свойства мышечной ткани (повышающих или понижающих возбудимость, сократительность, проводимость). У скелетных же мышц позвоночных животных автоматизм отсутствует и заменен деятельностью под влиянием импульсов, приносимых со стороны центральной нервной системы по двигательным нервам. Следовательно, скачок в постепенном ходе эволюции должен был заключаться в появлении нового типа иннервации, непосредственно вызывающего ткань к функции, ставящего ее под чрезвычайно тонкое и точное управление со стороны центральной нервной системы и вытесняющего постоянную зависимость от местной среды. При таком взгляде на дело естественно было предполагать, что тот тип иннервации, который является универсальным для всех остальных более примитивных форм мышечной ткани, мог сохраниться и играть роль такого же регулятора функциональных свойств скелетной мышцы, какую он играл при автоматической деятельности. Так как морфологические данные говорили в пользу возможности существования аксессуарной симпатической иннервации, то мне оставалось только применить те способы оценки влияния на функциональные свойства мышцы, которые применялись ранее для сердечной мышцы к мышце скелетной. Конечно, это было связано с преодолением больших трудностей; все же в конце концов мне и моим сотрудникам Гинединскому и Стрельцову удалось эти трудности преодолеть и получить полное подтверждение высказанной гипотезы. Дальнейшие работы моих сотрудников привели к окончательному укреплению наших научных позиций в этом вопросе и к доказательству того, что в основе изменения функциональных свойств скелетной мышцы под влиянием симпатических нервов лежат существенные сдвиги в физическом и физикохимическом состоянии (электропроводность, упруго-вязкие свойства) и в химических процессах (Лебединский, Крепс, Крестовников, Стрельцов). Как я упомянул выше, эти эволюционные соображения явились не единственным основанием для допу-

щения симпатической иннервации скелетных мышц. Наряду с ними фигурировали соображения, основанные на изучении вопроса о повышенном теплообразовании в организме при так называемом тепловом уколе, т. е. при раздражении ядер серого бугра. Опыты, поставленные под углом зрения этих соображений, также привели нас к заключению, что в мышцах может быть вызвано повышенное теплообразование через симпатические волокна (Орбели и Тонких), иначе говоря привели к тому же заключению о наличии и важности симпатической иннервации мышц. Если принять во внимание, что в отношении гладкой и сердечной мышцы мы до последнего времени знали только влияние на функциональные свойства (влияние, названное мною „адаптационным“), а в отношении скелетной мышцы показали на ряду с таким же адаптационным влиянием еще и влияние на физические свойства и ход химических превращений (т. е. влияние „трофическое“ по номенклатуре И. П. Павлова), то ясно, что мы вправе считать более, чем вероятным „трофическое“ влияние и на примитивные формы мышечной ткани, в том смысле, как это предсказывал Павлов еще в 1920 году.

Приведенные данные интересны для нас в настоящий момент тем, что эволюционная точка зрения позволила правильно обосновать гипотезу, наметить необходимые для ее проверки опыты и оправдать ее фактами, при чем те же факты оказались проверенными и подтвержденными другой серией опытов, осуществленных по совершенно иным основаниям и по иному плану. Иначе говоря, эволюционная точка зрения оказалась плодотворное направляющее влияние на развитие наших знаний и сама оказалась подкрепленной.

Конечно, было бы странно думать, что одной этой группы фактов достаточно для того, чтобы делать какие-либо заключения о ходе функциональной эволюции нервно-мышечного прибора. К счастью, мы имеем еще несколько рядов фактических данных, которые заставляют рисовать себе ход этой эволюции именно так, как я ее выше представил.

В первую очередь тут приходится вспомнить данные Jordan'a и его сотрудников о той части мускулатуры низших беспозвоночных животных, которая выполняет функции локомоции, защитных и оборонительных реакций на внешние раздражители — напр., мускулатура ноги у брюхоногих моллюсков. Будучи и гомологом и аналогом нашей скелетной мускулатуры, она в отношении основных функциональных свойств и иннервации оказывается гораздо ближе к гладкой мускулатуре позвоночных, чем к скелетной: значительную роль играют влияния местных физических и химических факторов, активная деятельность их представляет собою во многих случаях местную реакцию именно на эти раздражения, нервным узлам приходится играть не роль центров, вызывающих ткань к деятельности, а роль аппаратов, ускоряющих и замедляющих ход химических реакций и тех изменений упруго-вязких свойств, которые лежат в основе деятельности этих мышц и могут с успехом осуществиться и без нервных импульсов. Таким образом, на ранних этапах развития той сократительной ткани, высшей формой развития которой в настоящее время является скелетная мускулатура, мы имеем наличие только такой иннервации, которая создает „изменение состояния“ (*Zustandsänderung*) и которая, конечно, ближе к нашей „адаптационно-трофической“ иннервации, чем к двигательной в истинном смысле слова. Во-вторых, приходится вспомнить чрезвычайно важное наблюдение S. J. Carey, что при помощи некоторых искусственных мероприятий (повторное вливание в мочевого пузырь нарастающих доз борной кислоты при нарастающей продолжительности и под большим давлением) можно добиться передифференцирования гладкой мускулатуры мочевого пузыря собаки в поперечно-полосатую. Наконец, возможность возвращения поперечно-полосатых мышц к более ранним функциональным отношениям путем исключения моторной иннервации. На последнем явлении я возволю себе остановиться несколько дольше.

В 1869 г. Vulpian встретился неожиданно с парадоксальным фактом: через несколько дней после перерезки

двигательного нерва языка („подъязычный нерв“) чувствительный нерв („язычный нерв“) начинал вызывать медленные и затяжные тонические сокращения мышц языка. Этот факт был многократно наблюдаем Вюльпианом, затем подтвержден Ционом и Гейденгайном. Последний выяснил, что это „псевдомоторное“ действие может наблюдаться при перерезке двигательного нерва и в других мышцах и всегда связано с раздражением тех нервных стволов, которые содержат в себе сосудорасширяющие (вазодилаторные) волокна. Шеррингтон показал, что то же явление наблюдается в мускулатуре конечностей. Далее было обнаружено, что мышца, потерявшая моторную иннервацию, приобретает склонность к автоматической деятельности в виде так называемых фибриллярных подергиваний и начинает реагировать сильным тоническим сокращением на никотин и на ацетилхолин. Так как эти яды являются раздражителями мышц низших позвоночных (амфибий, рептилий и птиц) уже в норме, было высказано предположение (Frank), что перерезка двигательного нерва ведет к возврату филогенетически более древнего состояния. При этом, явление выступает раньше, чем наступает дегенерация двигательного нерва, и зависит, следовательно, от прекращения притока к мышце импульсов со стороны центральной нервной системы. В высшей степени важно, что эмбриональные скелетные мышцы млекопитающих реагируют на ацетилхолин и никотин, как мышцы низших позвоночных.

Мне с моими сотрудниками (Фидельгольд, Гинецинский, Гершуни, Гальперин) удалось показать, что при этом своеобразном состоянии моторно денервированной мышцы отчетливо выступает роль симпатической нервной системы, усиливающей „псевдомоторные“ или, как их теперь чаще называют, „тономоторные“ эффекты. Затем мы показали, что раздражение перерезанного моторного нерва в то время, пока он еще окончательно не переродился, оказывает на них тормозящее влияние, что это тормозящее влияние сохраняется еще несколько дней, после того как перерождающийся нерв потерял способ-

ность вызывать двигательные эффекты. А если сшить концы перерезанного двигательного нерва и обеспечить возможность регенерации, то восстановление функций идет всегда так, что сначала выступает способность оказывать тормозящее влияние на тономоторные эффекты, а потом уже появляется двигательная функция. Следовательно, весь ход явлений говорит в пользу высказанного выше предположения, что в естественном процессе функциональной эволюции мышц мы имеем переломный момент, когда возникает специальная моторная иннервация, вытесняющая зависимость от местной среды и действующих в ней химических и физических агентов и подчиняющая мышцу более уточненному контролю центральной нервной системы. Естественным являлось предположение, что в громадной массе поперечнополосатой мускулатуры млекопитающих могут встречаться волокна не одинаково продвинувшиеся в эволюционном развитии, напр., уже приобретшие двигательную иннервацию, но еще не вполне утратившие зависимость от химических факторов среды. И действительно, 1930 г. принес нам исключительной важности наблюдение Дюк Эльдеров, что глазные мышцы млекопитающих реагируют на ацетилхолин и никотин как мышцы эмбриональные, как мышцы, потерявшие двигательную иннервацию, как мышцы низших позвоночных. Вскоре вслед за этим Ледебур и Вахгольдер обнаружили наличие таких мышечных представителей и в мускулатуре конечностей. Этот факт открывает нам широкую возможность сопоставления большей или меньшей степени освобождения от ацетилхолинового влияния с изменением всех других функциональных свойств мышцы. Изучение тономоторного феномена представляет в настоящее время одну из интереснейших физиологических проблем, так как он оказывается чрезвычайно чувствительным к целому ряду отклонений химизма крови от средней физиологической нормы (Dale, я и мои сотрудники Гершуни, Гэгзян, Мушегян, Данилов) и может служить прекрасным объектом для оценки той картины, которую должна бы была представлять

мышечная деятельность, если бы в процессе эволюции не установились новые иннервационные отношения.

Пример анализа одной из сторон функциональной эволюции мышц заставляет меня вернуться к статье Keith Lucas'a. Указывая путь изучения эволюции функций, Lucas считает необходимым помещение тканей и органов представителей различных классов в единую однообразную среду и оценку их отношения к тем или иным агентам в строго тождественных условиях, но тут же сам сетует, что такая единая среда будет далеко не физиологической для большинства органов. При обычном же сравнительно физиологическом анализе в естественных условиях часто смешивают два обстоятельства: различия в функциональной способности органа (functional capability) и различия его функциональных проявлений (functional behaviour). Последние являются результатом функциональной способности и наличных условий внутренней среды, которые у различных животных оказываются резко различными. С этой точки зрения особую ценность приобретает то обстоятельство, что в одном и том же организме мы находим родственные

и даже однородные элементы различной высоты эволюционного развития и можем изучать их в строго тождественных и вместе с тем физиологических условиях.

Приведенные примеры представляют лишь ничтожные обрывки той эволюционной физиологии, которая начинает постепенно создаваться. Недостаток времени и места не позволяет остановиться на разборе некоторых других, не менее интересных примеров. Но мне кажется, уже и этих достаточно для того, чтобы показать, что современная физиологическая мысль направлена на изучение физиологических явлений в эволюционном аспекте; что теория развития находит себе прекрасную почву в физиологическом материале и вместе с тем является не менее ценной путеводной линией для физиологии, чем для морфологии; что для проникновения в процесс функциональной эволюции данные обычного физиологического исследования дают не меньше, чем данные сравнительной физиологии и эмбриофизиологии; что только путем сопоставления данных всех трех рядов исследований возможно построение истинной эволюционной физиологии.

ПАЛЕОНТОЛОГИЯ ЗА 15 ЛЕТ

Акад. А. А. БОРИСЯК

I

Значение палеонтологии, как геологической дисциплины, — так называемой стратиграфической палеонтологии — огромно: в вопросах геологии, науки по существу исторической, она выявляет важнейший элемент — элемент времени. Палеонтологический метод пока является единственным, практически применимым для установления времени образования осадков, для определения возраста пласта. Палеонтологические остатки являются помимо того одним из важнейших признаков для

восстановления условий образования осадков — фациальных условий, которые дают не только материал для построения палеогеографической карты, но и указания для поисков тех или иных полезных ископаемых.

На Урале в одном из районов найдена нефть; где ее искать в других его районах, т. е. где находятся пласты того же возраста и тех же фаций, — это может указать только палеонтология. Заложенную буровую скважину нужно ли продолжать, потому что она еще не дошла до рудоносного пласта, или ее надо бросить, потому что она

уже прошла этот пласт, оказавшийся в данном пункте пустым, — это может сказать только палеонтология. Как располагаются металлогенные пояса в данной горной стране, — в ряде случаев это может наперед предсказать палеонтология. Число таких примеров можно увеличить до бесконечности.

Сбор палеонтологических остатков и их научная обработка является неотъемлемой частью работы геолога. Всякий геолог должен уметь еще в поле предварительно разобраться в собираемых им окаменелостях. Для точных заключений требуется тщательная научная обработка собранного. До революции большинство наших крупных геологов были в то же время и крупными палеонтологами и свой материал обрабатывали сами.

Этот порядок существовал и продолжает существовать и в настоящее время в Э. Европе. Иначе подошли к этому вопросу американские геологи, где быстрые темпы геологической съемки, которая была распределена по небольшим геологическим учреждениям отдельных штатов, требовали и быстрого массового определения собранного материала: там были созданы специальные кадры палеонтологов-определителей.

В довоенное время геологическая съемка велась у нас в централизованном порядке. Мелкие геологические ячейки — кафедры немногочисленных в то время русских университетов, производившие обычно более или менее случайные геологические исследования в пределах своих округов, — в конечном счете тяготели к петербургскому Геологическому комитету, единственному учреждению, ведшему геологическую работу организованно и в крупном масштабе. В частности это касается палеонтологии. Геологический комитет являлся единственным научным учреждением, обладавшим достаточной библиотекой, делавшей возможной точную научную обработку ископаемого материала: даже московским палеонтологам приходилось, как приходится и сейчас, приезжать заканчивать свои работы в Ленинград.

Концентрация геологических сил

в Комитете была нарушена революцией, разбросавшей геологов по всем концам нашей страны. Петербургский Комитет опустел; зато в некоторых провинциальных центрах оказались достаточно сильные группы геологов. Так самоchinно возникли на местах „отделения“ Комитета, которые по условиям времени не могли, однако, развить своих работ. Это было время наибольшего упадка и палеонтологической продукции. По мере того, как затихала гражданская война, началось обратное течение научных сил — „собрание Комитета“. Вместе с тем быстро докатились до Комитета волны новой, бурными темпами развивавшейся жизни, предъявлявшей к нему, чем далее, тем все более энергичные требования.

Вместе с ростом геологических полевых работ встал вопрос об обработке палеонтологических остатков, не только тех, которые вливались с каждым годом все в большей массе, но и об использовании ранее накопленных, под спудом лежавших материалов. Старый индивидуальный метод работы должен был по необходимости сохраниться за теми палеонтологами-одиночками, которые остались в отдельных провинциальных геологических ячейках; тогда как в центральном учреждении, сконцентрировавшем огромную часть общей геологической работы и почти всю палеонтологическую, обработка материалов при новых условиях требовала и новых приемов. Очевидной стала необходимость создания коллективной работы специалистов. Старые кадры, в лице ряда крупных специалистов, были налицо; необходимо было перестроить их работу. Но их было совершенно недостаточно для работы по-новому, которая требовала наличия достаточного числа специалистов по всем главнейшим группам ископаемых. С другой стороны, огромное большинство старых специалистов вели одновременно и геологические исследования, которые захватывали их все сильнее, по мере развития темпов работы Геологического комитета. Необходимо было приступить к созданию новых кадров из молодежи.

Первые робкие попытки в этом направлении были сделаны в 1920 г., когда

Геол. комитетом было приглашено 5 студентов Горного института специально для палеонтологической работы. На следующий год число приглашенных увеличилось, и затем с каждым годом стало быстро расти. Ежегодно довольно значительный процент работников образовавшейся таким путем палеонтологической секции Геологического комитета отпадал, переходя на полевые съемочные работы (не хватало съемщиков). Но секция не теряла их вполне, так как большинство продолжало и впоследствии работать в ней по избранной группе ископаемых, а съемка приобретала прошедшего хорошую палеонтологическую школу стратиграфа.

В результате, в конце 1920-х годов в секции фактически работало одновременно от 70 до 90 палеонтологов (из них до 30 штатных палеонтологов секции) — цифра, неслыханная не только ни в одном государстве Э. Европы, но и в Америке. Но и такое количество палеонтологов не обслуживало полностью всего материала, который доставляли партии центрального учреждения и частично его отделений.

Как же организована была работа этой армии палеонтологов? Создавались специалисты по отдельным группам и внутри каждой группы еще по стратиграфическим единицам. Так, одновременно работало по кораллам около десятка палеонтологов, из них по 2—3 на девонских и каменноугольных кораллах, 1 на силлурийских, 1 на третичных и т. д. Так же распределялись работники и по другим группам. Получаемый материал, т. е. всякая фауна, нуждавшаяся в обработке, разделялась на группы, и каждая группа передавалась для обработки соответствующему специалисту. Затем результаты их суммировались, и таким образом получалась необходимая для стратиграфии фаунистическая характеристика. С другой стороны, на руках у каждого специалиста сосредоточивался материал по данной группе из всех доставляемых коллекций. Это давало ему возможность глубоко и полно обработать его: тщательная монографическая обработка ставилась во главу угла всей палеонтологической работы, так как только

такая обработка обеспечивала необходимую точность и стратиграфических определений. Она обеспечивала также создание достаточно авторитетных специалистов. Между прочим, в результате такой постановки работы секция должна была в последние годы ставить самостоятельные полевые работы, как для сбора дополнительного материала по обрабатываемым фаунам, так и на самостоятельные темы для пополнения стратиграфических пробелов, в тех случаях, когда некоторые районы не захватывались съемочными и другими полевыми партиями.

Как сказано, работа наших палеонтологов не вполне поспевала за бурными темпами полевой работы. Все же результаты ее за последние десять лет огромны. Прежде всего, они влились в соответствующие стратиграфические работы наших геологов. Переработка стратиграфии палеозоя Урала и европейской части Союза, вновь созданная стратиграфия различных районов Сибири и средней Азии, стратиграфия мезозоя Крыма и Кавказа и т. д. — все это в такой же мере результаты полевых исследований, как и работы палеонтологов. Останавливаться подробно на этих результатах не приходится, поскольку они получают оценку в связи с изложением успехов геологической науки в других ее областях.

Но это лишь одна сторона, тесно связанная, точнее, обусловленная достижениями в области монографических описательных работ. Как уже сказано было выше, вся деятельность Палеонтологической секции базировалась на монографической обработке отдельных групп ископаемых. Детальная обработка палеонтологических остатков, это — по состоянию нашей науки, кропотливая работа, измеряемая годами. Все же за сравнительно короткий период палеонтологическая секция дала крупный вклад в монографическую палеонтологическую литературу.¹ Значение таких монографических работ заключается

¹ Ежегодная продукция палеонтологической секции количественно выражалась тремя-четырьмя десятками больших и малых описательных работ.

в том, что они, увеличивая наше познание той или иной группы, делают ее более эффективной в качестве руководящих ископаемых. В этом отношении различные группы ископаемых находятся далеко не в одинаковом положении. Если некоторые из них, наиболее распространенные, в сотнях монографий получили детальную разработку, при чем классификация их иногда, с точки зрения биологической систематики, принимает даже уродливые формы, когда в основу видов и разновидностей кладется индивидуальная изменчивость, — другие группы, менее интересовавшие западноевропейских или американских геологов, находятся в полном забвении, и мировая литература о них исчисляется каким-нибудь десятком статей. Чрезвычайное разнообразие осадочных образований на пространстве нашего Союза знает и такие случаи, притом нередкие, когда именно такие „забытые“ группы оказывались единственно представленными в осадках, но по своей малой разработанности не могли ничего сказать геологу. Одной из крупных заслуг П. секции является освоение нескольких таких групп, получивших в результате стратиграфическое значение: достаточно указать на археоциат, строматопор, табулят, мшанок, гастропод и др.

Археоциаты представляют очень распространенную фауну в наших азиатских кембрийских отложениях. Первая находка их в конце прошлого века в кристаллических известняках Сибири сделала переворот в понимании геологии северной Азии: одно за другим стали открываться новые их местонахождения, так как геологи стали внимательнее смотреть на известняки, пользовавшиеся до того репутацией „немых“; вместе с тем стали заведомо кембрийскими те толщи, которые до того обычно считались „архейскими“. Геология Сибири как бы помолодела; сократилось ее „древнее темя“, и иная стала история всей северной части Азии.

Археоциаты сами по себе представляют очень интересную группу, единственную среди ископаемых не укладывающуюся ни в один из существующих типов животных. Об этой группе суще-

ствовала очень небольшая литература; наиболее крупные статьи относились к сицилийским и австралийским формам. Обработка колоссальных материалов, собранных за последние десять лет в кембрийских отложениях азиатской части СССР, открыла нам целый мир неизвестных до того форм и дала весьма детальную их классификацию. Работа эта не может считаться законченной, так как при всей детальности систематики мы не имеем такой стратиграфической характеристики форм, которая позволяла бы применять их для тонкой стратиграфии; в настоящее время они дают лишь более грубое стратиграфическое определение. Происходит это потому, что археоциатовые известняки представляют фацию, в которой почти не встречаются другие, ранее известные и стратиграфически обработанные формы, которые послужили бы критерием для стратиграфической оценки отдельных форм археоциат. Однако, из указанной характеристики археоциатовой фации встречаются исключения; такое совместное нахождение археоциат с другими формами уже было у нас встречено, и дальнейшие находки, несомненно, позволят восполнить указанный пробел.

Нет возможности останавливаться на других примерах произведенных работ. Но совершенно необходимо коснуться вопроса, который неизбежно встает перед нашими работниками в области стратиграфической палеонтологии.

По современному состоянию палеонтологической науки всякое сколько-нибудь точное определение, на котором могли бы базироваться решения иногда очень важных практических задач, требует кропотливой длительной работы, опирающейся на возможно полную литературу, для некоторых групп чрезвычайно обширную. Сущность этого исследования состоит в выявлении типа данного руководящего ископаемого на основании его литературы, заключающей в большинстве случаев весьма несовершенные изображения и описания, притом нередко противоречивые. Исследование, восстанавливая историю изучения данного руководящего ископаемого, этапы выявления его признаков, ошибки и заблуждения различных авторов, при-

водит к возможно точному для данного времени его пониманию, дает таким образом возможный наиболее надежный сравнительный материал для определения той или иной формы из собранной у нас фауны. Эта работа естественно развивает внимание исследователя, изощряет его наблюдательность, способность точной и исчерпывающей характеристики признаков — качества, без которых немисливо палеонтологическое исследование. Понятно также, почему неизбежна узкая специализация, о которой говорилось выше. — В результате же работа геолога-стратиграфа находится в тяжелых условиях зависимости от упомянутого длительного и сложного исследования палеонтологического материала. Естественно возникает мысль, нельзя ли раз навсегда закрепить результаты такого монографического исследования, сделав их общедоступными, и таким образом избавив последующих работников от повторения кропотливой работы. Так возникает мысль о создании „атласов руководящих ископаемых“, которыми мог бы легко пользоваться всякий стратиграф в своей работе.

Против таких атласов среди специалистов существует справедливое предубеждение. Их возражения тем не менее могут быть отклонены при двух условиях: если смотреть на такой атлас не как на окончательный, а как на завершение определенного этапа в изучении данной формы или фауны, предполагающее дальнейшую более совершенную работу, и, второе, если такой атлас составляется крупным специалистом, которому такое подведение итогов доступно. При том атлас должен состоять не только из отчетливых изображений, но и из тщательно составленных описаний, которые должны помогать видеть признаки данной формы, иначе легко ускользающие от внимания недостаточно опытного наблюдателя. Совершенно естественно, что такие атласы, как завершающие определенный этап изучения, могут явиться лишь в результате интенсивного изучения соответствующих фаун.

Описанная организация наших палеонтологических работ, охарактеризованные выше ее результаты предста-

вляют достаточно солидный базис для такого рода сводной работы. Первые попытки составления рабочего атласа руководящих ископаемых были сделаны московским Нефтяным институтом, давшим несколько выпусков по фаунам отдельных ярусов кавказских нефтеносных третичных отложений. В настоящее время эта работа в широком масштабе, т. е. с охватом всех важнейших групп как растительных, так и животных остатков для всей осадочной толщи Союза, предпринята Академией Наук. Эта работа, исполняемая коллективом наших крупнейших специалистов, явится достойным завершением в течение стольких лет ведшейся планомерной монографической обработки ископаемых фаун, которая естественно не должна быть прекращена и в дальнейшем.

II

Рассмотрим теперь отношение описательных монографических работ по стратиграфической палеонтологии к палеонтологическим же работам биологического характера. В своих исследованиях палеонтолог-стратиграф в вопросах систематики и фацальной оценки объектов своего исследования должен опираться на данные зоологии и ботаники. Его объекты являются не только руководящими ископаемыми, но в то же время и остатками некогда живших организмов, документами, по которым может быть восстановлена история органического мира. Как биологические объекты, они подлежат изучению с биологической точки зрения. Так, наряду с стратиграфической палеонтологией, как геологической дисциплиной, создаются биологические дисциплины, палеозоология и палеоботаника.

Остановимся на успехах в области палеозоологии, которые внешне выразились в создании в 1930 г. особого Палеозоологического института в системе учреждений Академии Наук. Этот институт объединил и оформил ту большую работу, которую в области палеозоологии, главным образом, позвоночных, Академия вела в последние 15—20 лет; в свое время эти работы были вызваны открытием ряда богатых и разнообраз-

ных местонахождений. В последнее время к ним присоединились работы по беспозвоночным (насекомым, иглокожим), на превосходных материалах, которые доставляет наша осадочная толща. Однако, далеко не одно только наличие материалов послужило основанием для создания нового института, но также большое оживление работ в этой области знания в связи с успехами нового, так назыв. палеобиологического метода (биологическое освещение морфологических типов), между прочим и у нас (работы акад. П. П. Сушкина и др.). Необходимо было создать условия (организаций института) для развития теоретической дисциплины, обещающей пролить новый свет на процессы эволюции животных.

Задачей палеозоологии является восстановление истории животного мира по ископаемым остаткам. Таково то конкретное выражение, которое в палеозоологии получает основная проблема естествознания — проблема эволюции. Вместе с двумя другими морфологическими дисциплинами, сравнительной анатомией и сравнительной эмбриологией, работающими над проблемой эволюции на современном материале, палеозоология закладывает основы эволюционного учения. А те филогенетические ряды, которые при благоприятных условиях (при сборах ископаемых остатков из последовательных слоев) строит палеозоолог, позволяют подходить к решению вопросов, связанных с путями изменчивости и управляющими ею закономерностями.

Палеозоология, как биологическая дисциплина, можно сказать, на наших глазах делает первые шаги. Мы имеем все основания ожидать, что она доставит исключительно ценный материал для выявления закономерностей эволюции, для восстановления процесса развития — главной базы и для нашего миропонимания, и для творческой работы биолога над формообразованием. Основная проблема палеозоологии, проблема эволюции, распадается на ряд подчиненных проблем: проблема формы и ее изменений (морфология), проблема вида (систематика), проблема взаимоотношения организма и среды (биология) и др.

Каковы основные наши достижения в этой области знания? Уже говорилось, что главные работы в области беспозвоночных относятся к двум типам — иглокожим и членистоногим. Сложный скелет иглокожих, отражающий многие черты внутреннего строения животного, сравнительно поздняя (т. е. уже в пределах доступного нашему изучению исторического периода развития фауны) дифференцировка типа — все это благоприятствует изучению ископаемых представителей этого типа и выявлению их истории. Что касается насекомых, то благоприятным условием для изучения их истории является то, что в ископаемом состоянии преимущественно сохраняются крылья, служащие в то же время основным систематическим органом. В пределах Союза наиболее интересными находками были многочисленные остатки насекомых из нижне-юрских глин Каратау; но еще больший интерес представляет наша пермская энтомофауна (Тихие горы на реке Кама; Иватор в Архангельском крае), очень богатая (свыше 100 видов), обнаруживающая генетические отношения с северо-американской (Канзас) и с гондванской (Австралия). Эта фауна в особенности ценный материал дала по стрекозам, выяснив их эволюцию и разъяснив жилкование их крыльев; помимо того, установлен ряд новых отрядов, выяснено систематическое положение других и пр.

Исключительно интересный материал доставили наземные позвоночные. Уже в конце прошлого века было известно прославленное местонахождение пермских рептилий на Северной Двине. Позднее были открыты крупные местонахождения верхнетретичных млекопитающих на юге русской равнины, и затем целый ряд местонахождений млекопитающих и низших позвоночных в Средней Азии и других местах Союза. Систематические исследования, ведущиеся Академией Наук последние десять лет, постепенно выясняют картину наших местонахождений, столь разнообразных (у нас имеются остатки наземных позвоночных в осадках всех систем, от перми до четвертичных), ставящих нашу страну на одно из первых мест по богатству палеозоологического материала.

Местонахождения не только разрабатываются, т. е. производится сбор материала, но и изучаются. Изучение местонахождений имеет целью выяснение условий захоронения и образования танатоценозов. Это те задачи, которые стоят пред Палеозоологическим институтом в поле.

Остановимся затем вкратце на результатах научной обработки собранных материалов. Ею прежде всего выявлены основные формы, входящие в состав наших пермской и триасовой фаун, как среди стегоцефалов (двинуозавры, сеймурии), так и рептилий (парейазавры, дицинодонты, горгонопсиды и др.); разработана морфология этих форм, их экология, их систематическое положение. Установлена связь с другими одновременными фаунами и пути расселения. Установлены общие физикогеографические условия захоронения. Так мы подходим к восстановлению картин минувшей жизни, сменявшихся в давно прошедшие геологические века на площади нашего Союза. Далее, уже на материалах не только наших, но и одновременных им иностранных, — по коллекциям музеев Европы и Америки, — были поставлены и разрешены некоторые общие вопросы истории наземных позвоночных. Благодаря достигнутой нами высокой технике препаровки, — благодаря тому, что препаровка ведется не в слепую, а со знанием препарируемого объекта или даже самим специалистом, — удавалось открыть такие детали строения скелета или черепа, которые обычно теряются или выпадают из наблюдения. Эти детали позволили внести существенные поправки в господствовавшие филогенетические представления. Изучавшиеся у нас материалы относятся к сравнительно позднему в истории наземных позвоночных времени, когда отдельные их группы представляют хорошо обособившиеся между собой стволы, в частности — стегоцефалы далеко ушли в сторону от рептилий; поэтому среди наших фаун нет представителей общих предков рептилий и амфибий, как это думали раньше. Те отрезки ветвей родословного дерева, которые отвечают нашим пермским и триасовым слоям, не имеют пока продолжений вниз,

которые соединяли бы их на общих предках. Этих древнейших предков надо искать в более древних слоях, которые у нас пока не дали ископаемых остатков позвоночных. Судя по тем примерам таких находок, которые мы имеем на Западе, мы можем ожидать их у нас, напр., в отложениях продуктивной толщи подмосковного к.-у. бассейна или в других аналогичных слоях. Теоретическое значение таких находок было бы огромно. Поэтому области распространения указанных отложений должны быть предметом особого внимания поисковых партий Палеозоологического института.

С другой стороны, среди пермо-триасовых фаун встречаются первые предвестники высших позвоночных — млекопитающих. Одна из таких форм (*Permosynodon*) найдена на С. Двине; каждая косточка черепа этого животного несет переходные черты от рептильного типа к типу млекопитающего.

Юрские и меловые фауны наши пока не изучены. Между тем у нас имеются остатки наземных мезозойских позвоночных и часто в большом количестве, но известные местонахождения их обычно заключают лишь разрозненные части скелетов, перебитые из коренных скоплений цельных скелетов. Наше внимание должно быть направлено на отыскание этих коренных местонахождений, которые доставят несравненно более ценный научный материал.

Не доставили пока остатков позвоночных древнейшие третичные отложения. По соседству, в центральной Азии, эти отложения заключают интереснейшие фауны, которые, несомненно, имеются и у нас, и будут найдены при дальнейших поисках в пределах средней Азии.

Фауны млекопитающих у нас известны, начиная с верхнего олигоцена, из различных горизонтов, кончая различного возраста четвертичными слоями. Эти фауны в общем представляют ту же последовательность форм, как в Э. Европе. Наряду с этим, в средней Азии, они заключают немало и своеобразных форм, среди них, — как это нередко бывает в Азии, — гигантские формы. В особенности богатый материал доставляет так назыв. фауна гиппариона, местонахожде-

ния которой тянутся на протяжении ряда веков верхне-миоценовой и нижне-плиоценовой эпох, и таким образом дают материал для ее истории. Наши находки, при этом, значительно увеличили известную площадь распространения этой фауны.

Не останавливаясь на отдельных интересных формах, из которых наиболее замечательной является находка предковой формы ластоногих (*Semantor*), коснемся лишь двух семейств, для истории которых наши материалы дали наибольший материал: это — носороги и хоботные.

Для носорогов превосходные материалы из различных наших местонахождений, — большею частью цельные скелеты-уники, — позволили дополнить и уточнить историю целого ряда ветвей их родословного дерева; кроме того, они выявили новую ранее неизвестную своеобразную ветвь гигантских белуджигтериев, характеристика которой была дана нашим материалом, доставившим полный скелет-уникуму (индрикотерий), хотя и без цельного черепа, тогда как другие находки представителей той же ветви (Монголия, Белуджистан) состояли лишь из отдельных неполных частей скелета. Особый интерес представляет первый полный скелет примитивного верхне-олигоценового носорога Старого света (*Эпицетерий*); он впервые позволил и отграничить настоящих носорогов от различных боковых их ветвей, и сопоставить носорогов Старого света с одновременными родоначальными формами носорогов Нового света.

Для истории хоботных наш материал прежде всего устанавливает тот факт, что, после того как древнейшие формы их, появившиеся в с. Африке (меритерий, палеомастодон), переселились в Азию, они образовали здесь вторичный мощный центр развития, сразу давший разнообразные ветви, частью представленные крупными формами; и уже отсюда некоторые формы, большею частью мелкие их расы, расселились на Запад, в Европу, и позднее, на восток, в С. Америку. Приводить все детали этого процесса, иллюстрируемого иногда очень интересными и своеобразными формами, нет возможности.

Остановим внимание еще на одной области нашей работы. На обширных пространствах Союза в ближайшие к нам геологические эпохи обитали те травоядные и хищные млекопитающие, которые дали человеку материал для приручения. Ископаемые остатки этих животных, как и остатки тех из них, которые уже были приручены доисторическим человеком и встречаются вместе с утварью и орудиями в его стоянках, доставляют для истории домашних животных такой материал, какого нет более нигде в мире. Одной из актуальных задач является восстановление по этим остаткам истории домашних животных и выявление степени близости к ним родственных диких форм, которые могут быть использованы для доместикации. Эта задача в минувшем году введена в круг работ Палеозоологического института, тем самым включившегося, вместе с целым рядом других научно-исследовательских институтов, в комплексную разработку проблемы происхождения домашних животных.

Минувшая жизнь сохраняется в пластах земной коры не только в виде хорошо нам известных окаменелостей, т. е. остатков скелетов вымерших животных, но также в виде других „следов жизни“: это, прежде всего, следы в буквальном смысле, оставленные идущим или ползущим животным на мягкой почве; затем, материал для суждения о том, как протекала жизнь, при каких условиях существовали те или другие животные, дают, во-первых, наблюдения над взаимным положением в породе окаменелостей (так назыв. танатоценозы), и, во-вторых, изучение характера осадков, заключающих окаменелости. Область наблюдений над такими „следами жизни“ составляет особую отрасль палеозоологии, получившую название палеобиологии в широком смысле; она дает более широкие основы для биологического толкования формы, — открывает новые пути для восстановления картины минувшей жизни. Успехи палеозоологии за последние годы обязаны этому новому палеобиологическому методу изучения минувшей жизни. Палеобиологические наблюдения в поле, требующие большой биологической подготовки, не

ведутся геологами при сборе окаменелостей с стратиграфическими целями. Они требуют специальных экспедиций, которые впервые на площади нашего Союза организованы были в последние годы Палеозоологическим институтом. Эти экспедиции дали в высшей степени интересные материалы для восстановления картины жизни в девонский период; обширные материалы этих экспедиций еще находятся в обработке.

Таковы вкратце — в виде краткой голый схемы — основные достижения в области палеозоологии, полученные почти исключительно небольшими силами начинающего строиться Палеозоологического института. Они совершенно не отвечают тем колоссальным возможностям, которые представляют наши местонахождения, и использование которых составляет нашу задачу в ближайшие годы.

ЭВОЛЮЦИОННАЯ МОРФОЛОГИЯ И ГЕНЕТИКА

Проф. С. Н. БОГОЛЮБСКИЙ

Обе названные науки в той или иной мере разрешают вопросы общей эволюции органического мира. Обе стремятся найти ее закономерности в этом мире. Каждая идет своим путем, и, как это ни странно, до сих пор не идут в контакте. Оторванно разрешают свои вопросы: одна, о способах и принципах эволюции, другая о начальных факторах изменчивости. Здесь мы не будем касаться других научных дисциплин, решающих ту же проблему, так как считаем для данного времени наиболее актуальным разобрать две названные, в виду ряда моментов имеющих значение в области понимания законов наследственности при подъеме социалистического животноводства. Правда, существовало и существует течение, что генетика не решает вопросы эволюции и не занимается ими, но имеются и обратные факты, когда на генетику смотрели, как на единственную науку, объясняющую эволюцию, не говоря уже о том, что на нее опирались, анализируя эволюционные факторы.

Что представляет собою эволюционная морфология? Давно ли она выступила на сцену, и взамен чего и из чего? Вряд ли подлежит сомнению, что эволюционная морфология могла развиваться

особенно на советской почве и здесь оформить свои задачи и свое направление, сделавши большие успехи. Начало XX века может быть рассматриваемо, как время кризиса старой сравнительной анатомии, пережившей свой расцвет времени Гегенбаура, Видерсгейма, Фюрбрингера, Гадова и др. Блестящие разработки метамерного строения черепа, анализа строения и трансформизма конечностей, позвоночника и других органов взрослых животных дали весьма много для понимания этапов эволюционного развития позвоночных, но оставили в тени вопросы о способах самой эволюции. И мы видим, как в дополнение, вскоре переросшее по количеству работ основное сравнительно-анатомическое направление, развилась сравнительная эмбриология. Вдохновленная Мюллер-Геккелевской формулой „биогенетического закона“ сравнительная эмбриология разрешает вопросы отдаленнейших этапов и способов эволюции, чего не могла дать ни сравнительная анатомия, ни палеонтология. Теория гаструляции, происхождения мезодермы, строение первичных сегментов, развитие спинной струны, развитие сегментов головы в аспекте ее происхождения, анализ развития конечностей, с точки зрения их про-

исхождения и эволюции были главнейшими темами работ. Взаимные доказательства сравнительной анатомии и эмбриологии привели к большому количеству филогенетических построений позвоночных с гипотетическим восстановлением групп, не могших быть воскрешенными палеонтологией. Вспомним хотя бы эволюцию группы первично черепных животных, кожных дериватов, конечностей разных групп позвоночных. Но в ряде случаев группировка фактов приводила к самым фантастическим построениям, особенно в тех областях, где отсутствовал третий член — палеонтологический материал. Подсчеты числа сегментов головы развивающихся эмбрионов разных позвоночных, возникновение спинной струны вскрыли непримиримые противоречия в смысле выведения первичных позвоночных. Толкование начальных стадий развития конечностей, развития легких, позвоночника, почек и других органов приводило тоже к субъективному воззрению на этапы эволюции.

Причину подобного положения было отсутствие объективного критерия в объяснении наблюдаемых стадий и недостаточное критическое отношение к биогенетическому закону. Те же самые факты, на которых основывали этот закон, объяснялись самим же законом. Поэтому и получалось, что позвоночные по одним авторам произошли от разных классов червей, по другим от актиний, по третьим от гребневиков...

Малообоснованные спекуляции приводили естественно к разочарованию в самом методе сравнительной эмбриологии. Еще менее утешительным была область объяснения причин изменений, происходящих у эмбрионов в течение их онтогенеза. Это вызвало к жизни экспериментальную эмбриологию, захватившую огромное количество исследователей и приведшую к тому положению, что экспериментирование стало самоцелью и оторвалось от сравнительной эмбриологии.

Первая область, сохранившая преобладающим описательный характер, после разочарования в применении биогенетического закона к расшифровке эмбриональных процессов и восстановлению филогении, рано или поздно

должно было привести к новым установкам в сравнительной эмбриологии и сравнительной анатомии. В момент кризиса интенсивность исследований, количество морфологических работ относительно снижались, что особенно резко сказывалось при сопоставлении сравнительной морфологии и генетики. Если в генетике работы, вышедшие 5 лет назад считались старыми, то сравнительно-морфологические работы, вышедшие „20—30 лет назад были еще новы. Темпы той и другой науки резко расходились. Сравнительная анатомия и эмбриология казались для многих похороненными, исчерпавшими себя. Однако, вышло иначе. Выход из тупика был найден и обновленная морфология животных в виде эволюционной морфологии в настоящее время выступает вновь с актуальными и ясно поставленными проблемами. Не желая повторяться в изложении этих проблем, направляем читателя к статьям Северцова¹ и Матвеева,² где эти проблемы очерчены достаточно полно, и сконцентрируем внимание на более частной области, об отношении между расцветшей генетикой и эволюционной морфологией. Генетика имеет дело с животными в лице всех их внутренних и внешних признаков. Как принято признаки классифицировать? На внешние и внутренние. На качественные и количественные. На видовые, расовые, половые, возрастные, индивидуальные. На субстантные, меристические, морфологические, физиологические.

Со всеми ими имеет дело генетика. Со всеми ими имеет дело эволюционная морфология. Даже с физиологическими. Ведь функцию нельзя оторвать от формы, а форму от функции.

Генетика преимущественно или почти исключительно занималась признаками внешними, легко доступными для изучения наследования. Занималась ими, как статическими, на основе статистического метода. Она сторонилась от понимания признака, как процесса, брала его последнюю, замедленную в своем изменении стадию. Развила учение о хромосомах, генах и формально свя-

¹ „Природа“, 1932 г., № 11—12.

² „Природа“, 1933 г., № 3—4, стр. 103—113.

зала последние с признаками. Оставила всю обширнейшую и сложнейшую область от гена к признаку под знаком вопроса. Здесь она одна и решить вопроса не могла, так как эта область явно связана со сравнительной эмбриологией. Но последняя в своем обширнейшем багаже не имела в аспекте объектов изучавшихся генетикой. Генетика позвоночных животных свое внимание отдавала особенно грызунам и то лишь в части субстантных признаков, Генетика сельскохозяйственных животных имела больше дела с окраской и здесь достигла, как, например, для овец и практических результатов. Имеем мы и генетику признаков структурных: уши, рога, сережки, шерсть, пальцы, хвосты, гребни и др. И меристических — число сосцов, число пальцев, перьев. Работая над подобными признаками, генетика оказалась бессильной в разрешении вопросов наследования хозяйственно-полезных признаков, сплошь связанных с морфофизиологией: молочность, мясность, сальность, яйценоскость, скороспелость, неотеничность. Изучение их наследования требует проникновения внутрь животного, в его глубинные структуры, в его коррелятивные связи, в его конституцию. Во всех этих моментах, больше, чем в изучавшихся генетикой признаках — в окраске и рисунке — играет роль переплетенность гено- и фенотипических состояний. Словом, вопрос наследования их сводится не только к статистическому учету, но и к формообразованию. Для первого необходим громадный материал по вариациям разного рода внутренних признаков. По второму — изучение развития внутреннего расового, индивидуального и вторично полового признака, т. е. признака генетического порядка.

В направлении летальных и полuletальных явлений генетика могла доказать сначала косвенным путем факты нерождения предсказанных гомозиготных особей. Сущность этого явления до сих пор недостаточно ясна, но известен ряд фактов, например, при скрещивании желтых мышей, где происходит гибель части плодов, являющихся дегенерированными. Нами изучены летали у кур в форме развития голых цыплят, без

пуха и перьев или с их рудиментами. Такие случаи были на Центральной Генетической Станции. Цыплята эти в яйцах достигали полного развития, но никогда не вылуплялись. Причиной их гибели не был сам признак бесперости, но с ним оказывались связанными другие патологические признаки, как, например, слишком большой желточный мешок, недоразвитость кишечника, зобных желез или аномалии в конечностях. Особенно поразителен случай в задних конечностях, когда взамен голеней и бедер развивались единые своеобразные косточки, наряду с совершенно беспорядочным развитием мышц этих конечностей. В этом факте мы видим мутацию, так как явление наследственно, судя по проскальзыванию этой особенности в определенной линии кур. В таких случаях мы не можем считать летальностью самую бесперость кур вообще; а то, что с нею часто, хотя не всегда, слетены явления других аномалий. Дать полную картину этой и подобной летали могла бы эволюционная морфология, проанализировавшая отклонения от нормального развития. Собрать серии подобных эмбрионов дело очень сложное, но в наших условиях все же возможное.

В тесной связи с исследованием генетических деталей стоит вопрос понижения плодовитости при гибридизации. Там, где при генетическом учете предполагается наличие летального гена возможны более реальные объяснения, как например, в несоответствии величины развивающегося зародыша с яйцом и с количеством питательного желтка, что было констатировано Ньюманом у рыб и Кондыревым (1926 г.)¹ у кур. Последний автор, на основании анализа развивающихся гибридов между миноркой (крупная порода) и бентамкой (мелкая порода), пришел к выводу, что „степень гетерогенности определяет количество уклоняющихся, а следовательно и погибающих форм“. Гибридизация, по его мнению, создает генотипы, непригодные к механическим условиям их эмбриональной жизни. „Так же, как на-

¹ Кондырев, Л. В. К вопросу о биологическом значении индивидуального развития. ГИЭВ.

рушение обычных механических соотношений между весом зародыша и весом яйца влечет за собою гибель индивида, так же и гибель групп гибридов, обусловлена нарушением координации между комплексом возникающих генотипов и комплексом их условий развития". А это обещает дать новое в расшифровке сущности действия латентных факторов.

Здесь генетика смыкается с эволюционной морфологией. Последняя обладает колоссальным материалом по сравнительному развитию, по корреляциям, у самых различных групп позвоночных и лишь в незначительной мере у домашних животных.

Этот материал и должен быть теперь использован. Задача облегчается в настоящее время тем, что мы далеко продвинулись в области изучения морфологических закономерностей эволюционного процесса как в смысле знания способов эволюции, т. е. анализа картин изменения признака предка на признак потомка, (архаллакис, девиация, анаболия), так и в смысле принципов филогенеза (смена функций, расширение функции, субституция, фиксация фаз...).¹

В том и другом случае мы упираемся в степень приложимости биогенетического закона к развитию животных. Нам казалось, что легче всего его анализировать изучением развития, отличающихся признаков у очень близких групп, что и было сделано первоначально на амфибиях (1922—28 гг.).² Однако, поясним это примерами из последней своей практики.³ Пусть мы имеем исходные формы овец, одну с курдюком, другую с тощим хвостом. Оба признака генетические, т. е. изучаемые по их наследованию.

Признаки новые, возникшие в периоде домашнего состояния. Генетика

ставит вопрос о том, что получится при скрещивании этих типов, как будут в дальнейшем расщепляться гетерозиготные формы. Как создать тонкорунную овцу с курдюком? Морфолога интересует строение обоих типов, интересуется их развитие, где мы сталкиваемся, как со способом эволюции (способ образования нового типа хвоста), так и с принципами филогенеза (смена функций), когда хвост заменен курдюком, имеющим новую функцию (резерват жира) с утерей нормального признака подвижности. Генетика обнаружила здесь в наследовании некоторых типов хвоста (Адамец, Васин), существование полимерных генов удлинения и жиротложения. Но как эти гены действуют, на какой стадии развития это действие проявляется, какие процессы приводят ко взрослому состоянию — она ответить не может. Чтобы ответить расчленим проблему, принимая, что гибриднему состоянию предшествуют исходные формы: длинный хвост и курдюк. Без знания процесса их развития нельзя сказать о действии генов при гибридизации. В самом деле, исходные формы обуславливаются тоже некоторыми наследственными факторами (но о них сказать мы не можем без гибридизации), обуславившими при доместикационных мутациях новые формы на дикой короткохвостой тощехвостой овце. Таким образом, суждение о действии факторов при гибридизации распадается здесь на следующие этапы: а) — ♀ исходная родительская форма с анализом палингенетических и неогенетических моментов в ее развитии, б) — ♂ исходная родительская форма с тем же анализом и с) анализ гибридов первого поколения. Для всех, теперь изучаемых гибридов, эта последовательность необходима.

На двух первых этапах мы описываем онтогенетическую историю изучаемых признаков. Здесь сталкиваемся или с признаками доместикационными новыми, или же с признаками большей древности, или с тем и с другим. Но все равно, каждый из них имеет сложную историю. В ней имеют место рекапитуляции и филэмбриогенезы (в смысле Северцова). В ней мы устанавливаем приблизительный исторический процесс,

¹ Северцов, Матвеев.

² С. Н. Боголюбский. К морфологии подязычных аппаратов хвостатых амфибий.

Шахуляц, Р. Развитие висцерального скелета у *Amphibia apura* в моменты метаморфоза. Русск. Зоол. Журн. С. Н. Боголюбский. Типы хвостов и их развитие. Печатается в Трудах АН.

³ С. Н. Боголюбский. Труды Всесоюзного съезда по генетике, селекции и т. д. 1929 г.

шедший путем архаллаксов, девиаций, анаболий, процесс, имевший многократный характер. „Конечный“, изучаемый родительский признак тоже создан тем или иным путем. Например, длинный хвост овцы, образовавшийся из короткого, мутационным путем. По нашим данным, удлинение произошло путем изменения хвоста в ранних стадиях развития при первоначальной сегментации. Здесь мы видим сразу хвост с конечным числом сегментов. У короткого родоначального — 10, 11, 12, 13. У длиннохвостого — 20, 21, 22. Наблюдая это развитие, мы лишены возможности сказать, шла ли здесь эволюция медленно, сопровождаемая отбором т. е. $10 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 \dots$ или же она выразилась как $10 + 10$ сразу. Здесь не наблюдается рекапитуляции в числе позвонков в позднейшей стадии, как не наблюдается у эмбрионов и длинного хвоста предков млекопитающих или предков баранов. Следовательно, процесс новообразования хвостов у баранов по числу их шел путем архаллаксов, т. е. изменений на ранних стадиях развития. Это по числу сегментов. Но, если взять по признаку развития центральной нервной системы в хвосте эмбрионов, то оказывается, что она распространена в хвосте всех эмбрионов. У короткохвостых она короче, у длиннохвостых длиннее, с разным числом спинных ганглиев. Это явление рассматривается нами как рекапитуляция состояния предков, где хвост был активным органом движения. Нервн. система, как палингенетический признак, как провизорный орган зависит здесь от неогенеза; бывает то длиннее, то короче. Наблюдается процесс взаимопроникновения того и другого. Если мы, хотя бы и предположительно, знаем гены, обуславливающие короткий и длинный хвост, как это принимают в генетике ($V_{1/2/3} \dots v_{1/2/3} \dots$), то говоря о генах короткого хвоста, разумею весь ход процесса его развития. То же и длинного, где их факторам приписываем на ранней стадии развития эмбрионов овцы архаллаксы, приводящий к закладке сразу большего количества сегментов. Если возьмем для примера овцу с длинным ухом и безухую, то в первом

поколении она получает средней длины, гетерозиготное ухо. Для безухого родителя характерна задержка развития в возрасте приблизительно 3 месяцев, для длинноухого — удлинение срока, около 5 месяцев. В первом случае — явление остановки развития, вернее роста, что может быть рассматриваемо, как недочетка или аббревиация или отрицательная анаболия эволюционной морфологии. Длинное ухо, наоборот, положительная анаболия или надставка над ростом нормального уха. При скрещивании, гетерозиготное ухо средней величины, и в нем мы имеем взаимодействие того и другого фактора. К сожалению способ его развития пока неизвестен. В случае овечьего хвоста (короткого и длинного) мы имеем хвост средней длины, т. е. то же взаимодействие факторов, проявляющих свое действие на ранней стадии развития эмбриона, в то время как на примере уха видим действие в средней стадии развития. Следовательно, изменения падают только на те стадии, где данный орган нормально закладывается.

Способ девиации, отклонения в развитии, мы имеем, например, в грудинах овец, когда на цельной хрящевой грудине появляются окостенения. Они, как нормально во всех сегментах, бывают непарными и образуют цельный членник грудины. Но у домашних овец часто задние сегменты образуют парные окостенения, так что происходит отклонение способа развития от нормальных. Здесь несомненно появился новый доместикационный морфологический признак. Однако его генетическая природа не исследована, как и подавляющего количества внутренних признаков. Морфология может указать немалое количество их у домашних животных.

У кур в свое время (А. Н. Промптовым)¹ была проделана интересная работа по топографии крестцового позвонка, принадлежащего то 23, то 24, то 25 позвонку. Им были констатированы сдвиги вперед или назад от наиболее частого положения. При всей ценности исследования, статистические

¹ В томе — Генетика курицы — Центральной (Аниковской) Генетической станции.

генетические построения автора не вскрыли существа явления, а между тем способ закладки крестца в разных случаях и ход эмбрионального развития мог бы расшифровать и это явление.

Генетический анализ многих признаков с.-х. животных не привел к определенным результатам. Возьмем, например, характер шерсти или смушковые качества каракуля при скрещивании его с рамбулье и другими породами овец согласно опытам Адамца. Он описывает способность образования каракульского завитка, допуская весьма вероятным неполное доминирование признака в смысле Менделя и полагая, что наследование здесь обусловлено тремя одинаково действующими факторами (полимерия). Однако, это весьма предположительное представление не соответствует всей сложности образования каракулевого смушка, происходящего в течение его эмбрионального и постэмбрионального развития. Так, Положенцева,¹ проанализировавшая развитие шерсти у эмбрионов, определенно высказывается, что „без изучения истории развития и всех факторов в их связи и взаимодействий понять причины образования смушка невозможно“. И действительно, мы здесь имеем дело с непрерывным процессом изменений шерсти в течение всей жизни животного. В моменты формирования шерсти отмечены различия у разных пород овец, выражающиеся в замедлениях и ускорениях утолщения кожи у эмбрионов овец, начиная с 2-месячного возраста. Это различие выделяет мериноса от каракуля и курдючной овцы. Кожа мериноса быстрее достигает своего полного развития. Также различно направление развивающихся волос, тоже постепенно изменяющееся. Влияет на результат также время развития ости и пуха, как и их плотности. Исследование каракуля привело к заключению о наличии с одной стороны генов, определяющих характер шерсти и завитка, а, с другой, генов, определяющих общую конституцию животного, обуславливающую качество смушка в целом. Если же мы имеем

коррелятивную зависимость качества шерсти от конституции, то понять ее наследование и все связанные с ней признаки можем лишь, зная весь цикл развития признаков с его темпами, гетерохрониями и всеми филэмбриогенезами.

Эволюционная морфология смыкается с генетикой даже в таком избранном генетиками признаке, как окраска. Для иллюстрации укажу хотя бы на исследования В. В. Васнецова¹ по развитию окраски у костистых рыб, где автор находит две окраски, раннюю глубинную и более позднюю по времени появления, поверхностную. Его интересует первая всеми фазами своих изменений в течение индивидуального развития. Им отмечаются 4 фазы рисунка: 1) продольно-полосатый, 2) пятнистый, 3) правильными рядами, 4) расходящийся: а) поперечными полосами, б) неправильными пятнами, в) вторично продольными полосами. В процессе онтогенетического изменения рисунка автор видит палингенетические указания. Поскольку у разных видов одного рода уже замечаются во взрослом состоянии различия, очевидно мы можем при гибридизации их вскрыть не только статистику выражения факторов, но и самый способ достижения „конечных изменений“ которым предшествует длительный филогенетический процесс.

Визучении формирования признаков весьма существенным является познание коррелятивных связей между ними. В генетике накоплен некоторый материал по ним, выражающийся в теории сигнальных генов и в объяснении механизма связанности признаков, исходя из линейного расположения генов в определенных хромосомах.

В эволюционной морфологии материала по корреляциям накоплено гораздо больше. Но он стоит совершенно особняком от генетического, в силу того, что изучен на объектах, часто далеко стоящих от внимания генетиков, а, главное, основанного на внутренних органах, недоступных пока генетическому анализу.

¹ Каракульские смушки, под ред. проф. М. Ф. Иванова, Сельхозгиз, 1932.

¹ Печатается АН в Трудах Лаборатории эволюц. морфологии.

Но совершенно ясно, что с неизбежным углублением генетики во внутренние органы опыт по вскрытию корреляций должен быть использован. Не вдаваясь в глубину классификации корреляций и координаций (см. у Матвеева), скажем, что часть из них для нас является ясной по взаимной связи и может быть названа прямою, объясняемой функциональностью. Другая часть, на которую еще указывал Энгельс — неясная, непрямая.

Ходовыми примерами первой могут быть большие рога — мощные шейные мышцы — сильные остистые отростки и т. д. Второй — лунчатые зубы — срастание метаподий — жвачный желудок и т. д. Функциональную обусловленность второй доказать пока не удается и это похоже на связанность этих признаков с одною хромосомой, так как функционально, как нам кажется, они могут быть разделены, и появление одного из них не может фатально влечь остальных, как это имеет место в первом случае, где не требуется допущения многих факторов наследования, а лишь одного определяющего и влекущего прочие изменения. Из нашей практики ряд корреляций обнаруживается в черепах домашних животных, обладающих богатством расовых или типовых отличий. Изучая краниогенез чистых форм и гибридов, наблюдаем, как появление одного признака влечет за собою появление комплекса других. Так, например, прорезывание нового заднего зуба коррелятивно удлиняет челюсть; удлинение морды у собак и свиней вызывает выпрямление, изменение положения глазниц, слезных костей, развитие лобных пазух, образование теменной гребня в связи с сильной жевательной мускулатурой. Обратный процесс укорочения, до некоторой степени задержки в развитии, сохранения юных признаков, вызывает изгиб морды, поперечное положение ряда зубов, отсутствие гребней и т. д. Здесь мы видим прямую корреляцию. В морфогенезе черепа крупного рогатого скота (*Bos taurus*) определяющим моментом является распространение назад лобных костей, а коррелятивно с ними изменяются теменные кости; рога принимают по отношению ко всему че-

репу новое положение, и коррелятивно с ними, первично с лобными костями, изменяется вся конфигурация черепа в области затылка и височных ям. Гибрид зубр — дом. корова получает от последней усиление роста лобных костей, а от зубра характерное построение теменной зоны, что и определяет череп гибридов. Сводка и более подробное изучение прямых корреляций у разных видов позвоночных позволяет глубже проникать в наследование количественных признаков и расшифровывать свойства факторов, единичного определяющего и вспомогательных. На существование подобных указывает пример дискоррелятивных отношений верхней и нижней челюсти у бульдогов (*brachyprosopia superior*). В случаях прямых корреляций особенно трудно обойти вопрос о том, каким образом в ряде случаев дофункционально уже наследуются определенные структуры. Избежать этого вопроса, подводящего нас к проблеме унаследования „благоприобретенных признаков“, от которого в первое время так легко отмахнулась генетика, но в последнее время (Синнот и Денн) подошла осторожнее, нельзя. Необходимо поставить вопрос во всей его широте.

Интересные наблюдения А. Машковцева¹ о дофункциональных и постфункциональных структурах легкого у амфибий могут быть взяты в расчет при решении подобных вопросов для домашних животных, где роль функциональности часто имеет определяющее значение.

Из работ Машковцева мы заключаем о большой сложности данного вопроса, когда у одних видов „конечная“ структура развивается постфункционально, а у других подобная же структура дофункционально. Следовательно, определенные фазы, вызванные функцией, фиксируются и нам требуется найти факторы и способы этой фиксации у потомства, идущие путем ли случайных мутационных совпадений или же превращением постфункционального в префункциональное. Другими словами, углубить вопрос о взаимоотношении

¹ Печатаются в Трудах АН по Лаборатории эволюц. морфологии.

индивидуальных и филетических корреляций (координаций Северцова). Из прочих вопросов нашей темы остановимся на проблеме роста, под которым разумею непрерывное изменение пропорций линейных, объемных, весовых.

Генетика роста очень сложна. Типы роста крайне разнообразны. Стоит вспомнить разные случаи скороспелых форм. Случаи гетерозиса при межрасовых и межвидовых скрещиваниях. Академиком Шмальгаузену накоплен громадный материал по росту животных в эмбриональный и постэмбриональный период. Им анализированы константы параболического роста разных позвоночных животных. Им особенно подробно разбираются взаимоотношения между формой роста и ходом дифференцировки. Он констатирует, что рост падает при усиленной дифференцировке, причем скорость дифференцировки есть величина постоянная, измеряемая отношением скорости роста индифферентных масс к константе роста, последняя есть $k = \frac{i}{\epsilon}$

(ϵ — скорость дифференцировки и i — скорость роста индифферентных тканей). Шмальгаузену у птиц удалось установить, например, что фактор массы (m) т. е. величина закладки, повлек за собою пропорциональное изменение величины тела на всех стадиях развития (перепелка по сравнению с курицей). В других случаях масса не изменяется, зато изменился фактор интенсивности (k). Скорость дифференцировки тканей связана с длительностью самого роста, особенно эмбрионального. Большая форма дольше растет и медленнее дифференцируется (утка — гусь). Вполне понятно, что подобные углубленные морфологические анализы помогут расклассифицировать факторы роста, часто понимаемые, как однозначные.

Малигоновым в 1923—1928 гг. определены типы роста, задержанного и усиленного у разных пород домашних животных. По его мнению, в росте разных органов и тканей выявляются специфические энергии роста. О том, насколько необходим морфологический анализ действия генетических факторов, Малигонов указывал (1927 г.), давая картины

смещения пропорций роста органов при замедлении и ускорении их развития у разных типов с.-х. животных, доходя до физиологических причин, наблюдаемых различий: „Поскольку, однако, эти влияния сказываются одновременно на всех тканях и органах, создавая явления либо неотений, либо повышенной возмужалости — постольку надо допускать, что здесь речь идет о генах, обуславливающих ассимиляцию различной степени интенсивности. С этой точки зрения неотеничные формы — это формы со слабой ассимиляцией. Повышенно-возмужалые формы — с усиленной ассимиляцией“.

Сведение действия генов к степени ассимиляции разных тканей и органов, конечно возможно было лишь при детальном анализе морфологических процессов роста.

Подходя теперь к явлению мутаций (геновариаций), вскрытых генетикой, мы должны их уже расклассифицировать, исходя из данных эволюционной морфологии.

В самом деле мы имеем мутации, возникшие разными способами: 1) анаболий — положительных или отрицательных, 2) девиаций, 3) архалаксисов и других способов.

В мутациях типов хвостов мы можем констатировать наверное 2 последних способа. В мутации грудины — второй. В мутации голых цыплят, — в конечностях, повидимому, архалаксис; в перьях — отрицательную анаболию, задержку в развитии, как и в безухости овцы.

При комбинациях, мы, сопоставляя развитие признаков гибрида с исходными формами, можем ясно видеть, как факторы обуславливают те или иные способы полученных изменений. В силу этого генетику необходимо строго отдавать отчет, если он хочет проникнуть глубже в мутационное явление — к какому из эволюционно-морфологических типов относится данная мутация. И может быть в некоторых случаях сходная по „конечному“ результату мутация окажется по типу развития различной.

К числу интересных для изучения мутаций можно, например, отнести выделенное Малигоновым явление эмбриона-

лизма, т. е. сохранения эмбриональных пропорций взрослыми животным, что констатируется для разных с.-хоз. форм.

Значимость сравнительно-эмбриологического изучения генетических признаков осознано и на дрозофиле, где в последние годы даются анализы сравнительного развития нормальных и мутировавших признаков.

Из иностранной литературы нельзя не коснуться статьи Иоллоса 1931 г.,¹ поставившего тоже перед собой задачу переброски моста от эволюционной морфологии к генетике. Особенно интересно, что он использует для своих заключений примеры нашей литературы, академика Северцова, приводимые последним для иллюстрации редукции органов. Примером служат конечности ряда рептилий со все более ослабленными конечностями и удлинением туловища.

Иоллос находит сходства в способах исчезновения органов у дрозофилы (глаза, крылья) и у ряда рептилий в их конечностях. В том и другом случае, первые же эмбриональные зачатки исчезающих органов уменьшены в соответствии степени их рудиментации. Как для дрозофилы, так и для рептилий исчезновение указанных признаков он объясняет определенным направлением изменения единого гена, причем гармоничную, в соответствии со скелетом, редукцию мышц и нервов конечностей он объясняет регуляционной способностью всего организма, а не наличием каких-либо еще генов. Иоллос полагает, что и прогрессивные мутации в эволюции животных можно объяснять подобным же

образом. По его мнению, точным изучением исследования подобных определенно направленных мутаций, например, с разностепенной индивидуальной редукцией органа при учете окружающей среды, можно перебросить мост от морфологии к генетике.

Подводя итоги краткому изложению нашего вопроса, можем поставить некоторые параллели. Независимыми путями шли до сих пор генетика и механика развития. Между ними, кажется, было больше недоверия, чем взаимодействия. С одной стороны организаторы (Шпемана), с другой — гены. Вспомним зависимость окрасок от порога раздражения (Шульце, Ильин), вторичные половые признаки, эндокринные железы... Но на поле работы по поднятию живодводства взаимодействие этих дисциплин сильнее бросается в глаза. И мы не сомневаемся, что это поле, широкое и трудоемкое, неизбежно даст место и эволюционной морфологии. И работа на нем будет такова, что селекция животных ближайшего будущего использует накопленный опыт морфологов, и в ее аспекте произведем первый синтез. И нужно надеяться, что этот синтез не за горами, и широкие перспективы работы в СССР позволят поставить его в степени, не доступной капиталистическим странам, обладающим малым материалом для исследований, материалом, ограниченным структурой хозяйства.

Осуществление синтеза возможно при комплексных работах специалистов, что позволит расшифровать то, что отдельные дисциплины при своих блестящих достижениях сделать не в состоянии. И тогда управление животным, для его преобразования в хозяйственных интересах, будет поставлено на еще большую высоту.

¹ Victor Jollos. Genetik und Evolutionsproblem. Zoologischer Anzeiger.

ДОСТИЖЕНИЯ ЭВОЛЮЦИОННОЙ МОРФОЛОГИИ ЗА 15 ЛЕТ

Проф. Б. С. МАТВЕЕВ

Последние 15 лет являются крупной датой не только для Советского Союза, но и для Западной Европы и Америки. Великая русская революция, поставившая нашу страну на рельсы социалистического строительства, произвела коренной перелом и в развитии научной мысли.

Конец XIX столетия для морфологии позвоночных животных явился периодом развития филогенетического направления. Тройной метод морфологического исследования, установленный Геккелем (сравнительная анатомия, палеонтология и эмбриология) оказался чрезвычайно плодотворным. Морфологическое исследование и построение филогенезов в конце XIX столетия было основным методом исследования. Особенно много сделано в морфологии позвоночных. Основные генетические соотношения между различными группами позвоночных животных и основные филогенетические теории были построены в конце XIX столетия работами Гексли, Э. Геккеля, К. Гегенбаура, О. и Р. Гертвигов, К. Рабля, А. Дорна, фан Вая, К. и М. Фюрбрингеров, Осборна, Циглера, В. и А. Ковалевских, Заленского, В. М. Шимкевича и других.

Первые годы XX столетия характеризуются, с одной стороны, не менее плодотворным продолжением филогенетического исследования, а с другой, накоплением большого критического материала, указывающего на недостатки точности методов морфологических исследований. Блестящие по своему замыслу сравнительно-анатомические теории Гегенбаура поставлены под сомнение.

Точно так же последовательный анализ процесса индивидуального развития поставил под сомнение основную установку биогенетического закона Э. Геккеля. Эмбриологи отказываются видеть в эмбриональном развитии последова-

тельное повторение (рекапитуляцию) этапов развития взрослых предков. Нарастает критика биогенетического закона и отказ ряда эмбриологов от пользования им при своих исследованиях. Выдвигается новое экспериментальное направление В. Ру, а затем Шпемана и его учеников, которые создают новую экспериментальную эмбриологию — физиологию развития. Наконец, открытие де Фризом, Корренсом и Чермаком (1901) законов Менделя вызывают пышный расцвет новой науки генетики, увлекшей за собою большую армию исследователей.

В Западной Европе в области морфологии образуется некоторый застой. Только палеонтологи продолжают искать новых путей исследования. Палеонтология постепенно перестает быть подсобной наукой при исторической геологии, помогавшей определять своими руководящими ископаемыми стратиграфическое положение слоев. Выдвигается новое палеобиологическое направление в палеонтологии, начало которого было положено русским палеонтологом В. О. Ковалевским и продолжалось бельгийским палеонтологом Долло.

Задачей этого направления является изучение соотношения между организацией ископаемых животных, их образом жизни и условиями среды, в которых обитали животные. Это новое направление в палеонтологии, кроме отыскания родственных связей между животными, привело к установлению общих биологических закономерностей, весьма важных для эволюционного учения. За последние 15 лет, благодаря блестящим исследованиям О. Абеля в Германии, Г. Ф. Осборна и Грегори в Америке и акад. П. П. Сушкина у нас в Союзе, получен целый ряд весьма важных теоретических обобщений.

Застой в развитии морфологических исследований значительно менее коснулся Советского Союза. Русские морфологи продолжали заниматься морфологическими исследованиями и продолжали искать новых путей исследования. В первую очередь подвергнулся переоценке сравнительно-эмбриологический метод морфологических исследований.

Как было указано выше, сравнительно-эмбриологический метод изучения эволюционного процесса, как его формулировал Геккель в основном биогенетическом законе в начале XX века, был поставлен под сомнение. Расчленение всех эмбриональных процессов, данное Геккелем, на палингенетические — повторяющие историческое прошлое, и ценогенетические — нарушающие этот процесс повторения прошлой истории, оказалось недостаточным. В зародыше высшего животного нельзя видеть полную рекапитуляцию — повторение строения его низшего взрослого предка. Накопленный очень большой материал по развитию разных животных не укладывался в рамки Геккелевского закона. Созрела необходимость в переоценке основного положения.

Начало этой переоценки было сделано А. Н. Северцовым, сначала в его речи в 1910 г. „Эволюция и эмбриология“, а затем в „Этюдах эволюционного учения“ в 1912 г. А. Н. Северцов доказал, что при невозможности в развитии высшего позвоночного находить полное восстановление его предков, можно определенно видеть повторение — рекапитуляцию в отдельных органах и признаках. Далее он выделяет особую категорию эмбриональных процессов, названных филэмбриогенезами, которые как палингенезы влияют на эволюцию органов взрослых животных, но как ценогенезы являются эмбриональными процессами, изменяющимися у новых поколений течение индивидуального развития.

Филэмбриогенезами называются наследственные эмбриональные изменения строения органов животных, нарушающие течение исторического хода развития и изменяющие строение взрослых животных. Теория филэмбриогенезов, разработан-

ная в последующие годы, дала теорию появления новых признаков в течение эволюционного процесса и явилась весьма важным обобщением, которое поставило на твердую почву эмбриологический метод в морфологии и дополнило биогенетический закон Геккеля. Как указывалось выше, основная установка теории филэмбриогенезов дана А. Н. Северцовым на русском языке за 2 года до империалистической войны. Поэтому этот новый этап в истории морфологических исследований остался в Западной Европе неизвестным и лишь в последующие годы появился совершенно самостоятельно ряд работ (Седжвик, А. Нэф), развивающих ту же мысль о значении эмбриологических изменений для эволюции органов. Эта мысль была в основном высказана еще в 1864 г. Ф. Мюллером, но до последнего времени оставалась неразработанной. Кроме того, еще следует отметить, что теория филэмбриогенезов явилась разработкой основных законов эмбрионального процесса, высказанных еще К. фон Бэром в 1828 г. (закон Бэра).

За последние годы работами А. Н. Северцова (1927—31), В. Франца (1927—31), В. Гарстанга (1922), Г. де Беера (1930), А. Нафа (1917, 1931), И. Ежикова (1930), Б. Матвеева (1929, 1932) теория филэмбриогенезов или, иначе говоря, теория о соотношении между эмбриологией и эволюцией (онтогенез и филогенез) разработана в совершенно стройную теорию, которая может быть положена в основу морфологических исследований.¹

В настоящее время весьма удобно подвести итоги успехам эволюционной морфологии, так как в 1931 году вышла капитальнейшая сводка последних достижений в этой области в книге акад. А. Н. Северцова „Морфологические закономерности эволюции“ (Morphologische Gesetzmässigkeiten der Evolution. G. Fischer, Jena, 1931). Насколько крупным событием явилась эта книга в морфологической литературе, можно судить по многочисленным отзывам,

¹ См. реферат проф. В. А. Догеля о работе А. Н. Северцова: О соотношения между онтогенезом и филогенезом. „Природа“, 1928, № 1.

появившимся в текущем году за границей. Все рецензенты — Г. де Беер, Л. Плате, Наук, Неймайер и др. отмечают, что книга А. Н. Северцова является новым этапом в морфологии, открывающим новое направление.

Основная установка нового направления в морфологии заключается в отказе от чисто описательного сопоставления сравнительно-анатомических данных о строении животных. Построение филогенезов, явившееся основной задачей морфолога филогенетического направления, в настоящее время является лишь необходимым рабочим материалом, дающим возможность из этих филогенезов вывести общее заключение о закономерностях эволюционного процесса.

Попытаемся в нескольких словах дать характеристику основных направлений в современной морфологии.

ТЕОРИЯ ФИЛЭМБРИОГЕНЕЗОВ

Теория филэмбриогенезов разбирает соотношения между онтогенезом и филогенезом и устанавливает пути появления новых признаков в течение эволюционного процесса. Основная мысль заключается в том, что новые признаки появляются не у взрослых животных (теория Вейсмана-Геккеля), но в онтогенезе путем изменения строения органов зародышей потомков на различных стадиях индивидуального развития. Эти эмбриональные изменения возникают в течение морфогенеза на разных стадиях развития (Ф. Мюллер), различным образом отражаются на взрослых формах и дают различные типы рекапитуляций — повторений признаков предка в онтогенезе потомка. В настоящее время можно наметить следующие типы филэмбриогенезов, дающих различные виды рекапитуляций. Первый тип эмбриональных изменений затрагивает конечные стадии морфогенеза, когда к последней эмбриональной стадии предка у потомка прибавляются новые стадии развития. Этот тип носит название надставок¹ — анаболий (А. Н. Северцов). При анаболии происходит полная рекапитуляция, в раз-

витии отдельных органов потомка повторяются признаки, принадлежащие взрослому предку.

Второй тип эмбриональных изменений — отклонения, девиации (Ф. Мюллер, В. Франц, А. Н. Северцов, де Беер) затрагивают средние стадии развития; развитие потомка на средних стадиях уклоняется по новому пути. При этом происходит лишь частичная рекапитуляция — зародыш потомка повторяет признаки зародыша предка, но не его взрослое состояние (случай К. фон Бэра).

Третий тип — первичное изменение эмбрионального зачатка на самых ранних стадиях развития — архалаксис (А. Н. Северцов), при котором развитие органа потомка с самого начала идет по новому пути и не происходит совсем рекапитуляции признаков предка в развитии потомка.

Три вышеназванных типа эмбриональных изменений объединяются общим направлением в эволюции органов, их последовательным прогрессивным изменением. Неменьшую роль в эволюции играет обратное развитие, когда в развитии потомка происходит выключение стадий развития, присущих предку. Это выключение также может захватывать либо конечные стадии развития, либо средние стадии развития, либо начальные стадии развития.

Отсюда еще новые три типа эмбриональных изменений, характеризующихся общим направлением выключения стадий развития, присущих предку, чем нарушается процесс рекапитуляции признаков предка в онтогенезе потомка. Таким образом, четвертый тип характеризуется выпадением конечных стадий развития, присущих предку в индивидуальном развитии потомка — отрицательная анаболия или аббревация, сокращение.¹

Пятый тип эмбриональных изменений — выпадение средних стадий развития происходит при ускоренном развитии — акцелерация (Б. Матвеев) — отрицательная девиация.

¹ Другие авторы этому типу дают другие названия: *Hinausschreiten* (Ф. Мюллер), *Prolongation* (Е. Менерт, В. Франц), *Hypermorphosis* (Г. де Беер).

¹ Этому явлению разные авторы дают различные наименования — аббревация (В. Франц, Б. Матвеев), отрицательная анаболия (А. Н. Северцов), эпистаза (Эймер), неостения (А. Нэф, де Беер), фетализация (Больк).

Шестой тип—выпадение начальных стадий филогенетического развития — отрицательный архалаксис (Б. Матвеев, А. Н. Северцов).

В последние годы (1930, 1931) А. Н. Северцов применил теорию филэмбриогенезов к явлению редукции органов и наметил два пути редукции органов: 1) процесс рудиментации, при котором, вследствие отрицательного архалаксиса через уменьшение зачатка на ранних стадиях развития, и отрицательному архалаксису через выпадение начальных стадий развития органа, — происходит уменьшение органа потомка. 2) Процесс афанизии, когда орган вначале развивается нормально, а потом редуцируется, вследствие выпадения конечных стадий развития.

Все указанные выше типы эмбриональных изменений являются филэмбриогенезами, т. е. изменениями исторического хода эмбрионального развития, изменяющими не только само течение эмбрионального процесса, но и отражающимися на строении взрослого животного. Кроме этих типов, в последнее время обращено внимание на нарушение исторического хода развития в онтогенезе вследствие ускорения и замедления скорости развития, — т. е. явлениям гетерохронии. Де Беер в своей книге „Эмбриология и эволюция“ (Embryology and Evolution, 1930) большое внимание уделяет этим процессам и указывает на их значение для эволюции органов. Б. Матвеев (1929) описывает особый случай вторичной рекапитуляции признаков, вследствие явления гетерохронии.

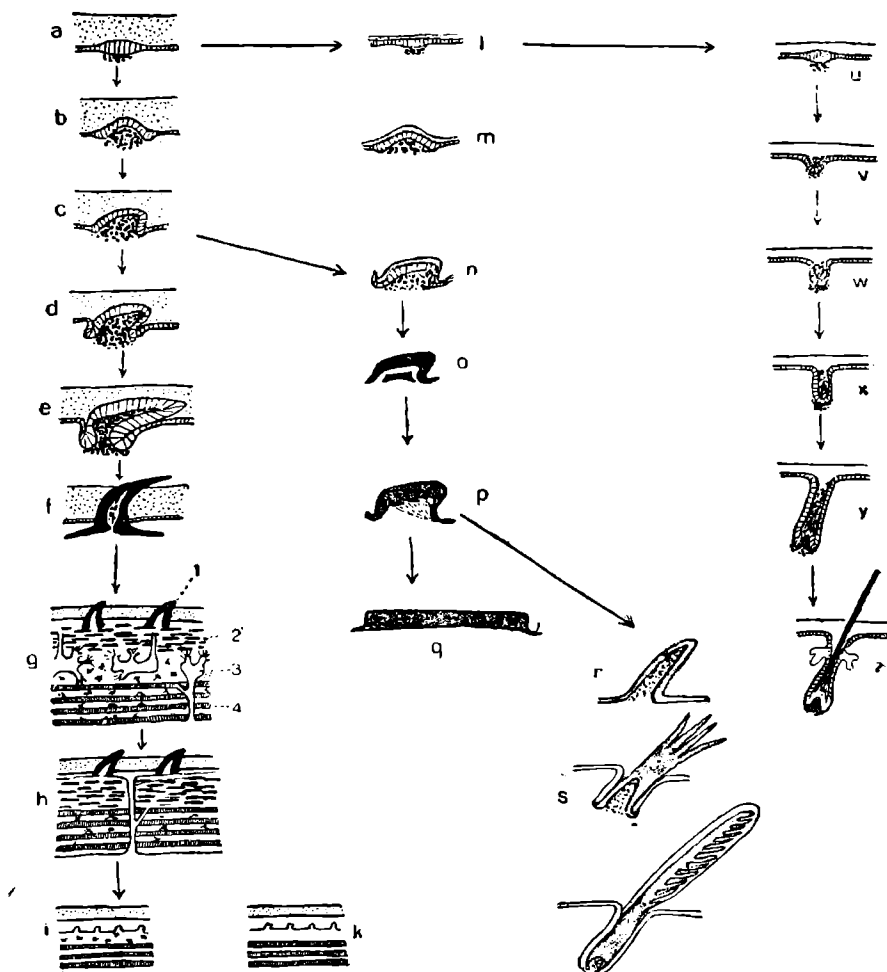
Наконец, в последнее время коренным образом изменилось отношение к эмбриональным процессам, носящим название ценогенезов, как каким-то процессам, мешающим исследователю устанавливать филогенетические построения на эмбриологических данных. Эмбриональные приспособления в виде различных провизорных эмбриональных органов, функционирующих только в зародышеском состоянии и не сохраняющихся у взрослых животных, представляют собою чрезвычайно интересную область исследования, до настоящего времени еще недостаточно исследованную. Во многих случаях ценогенезы

(как, например, зародышевые оболочки млекопитающих) оказываются гораздо более старыми органами, чем органы, характеризующие современное положение животного в эволюционном ряду. Они имеют свою историю, свою эволюцию, часто протекающую совершенно самостоятельно от эволюции взрослого животного.

Таким образом, из вышеизложенного становится ясным, насколько в настоящее время, за последнее время, за последние 15 лет, изменилась основная установка так называемого биогенетического закона — закона о рекапитуляциях. Э. Геккелем в его биогенетическом законе была сформулирована лишь незначительная часть эмбриональных процессов. Современные морфологи вернулись к более старому определению Ф. Мюллера (1814), в схематичной форме более полно сформулировавшего значение онтогенеза для эволюции, чем биогенетический закон Э. Геккеля.

Формулировка Э. Геккеля, что онтогенез есть отражение филогенеза, как какое-то механическое накопление исторических процессов в эмбриональном развитии должна быть оставлена. В. Франц (1927) говорит: „вместо выражения онтогенез есть.. филогения, мы должны в будущем говорить обратно — филогения есть.. онтогенения. Мы можем филогению объяснить как изменения онтогении, потому что эти последние являются первичными“. Гарстанг (1922) говорит: „онтогенения не повторяет филогению, она творит ее“.

Мы можем иллюстрировать, как эти различные типы филэмбриогенезов применяются к эволюции органов на следующем примере. На фиг. 1 представлена таблица филогенетического развития костных и роговых чешуй, перьев и волос позвоночных по работе Б. Матвеева, переисследовавшего филогенез этих органов с точки зрения теории филэмбриогенезов. Рисунки *a, b, c, d, e, f* представляют стадии онтогенетического развития плакоидных чешуй рыб. Схема *g* представляет строение сложной чешуи костных кистеперых рыб (*Polyphterus*). Сложное строение этих чешуй из четырех слоев костной ткани (1—плакоидный зуб, 2—ганоин, 3—космин, 4—изопедин) предста-



Фиг. 1. Филогенетическое развитие костных и роговых чешуй, перьев и волос позвоночных по данным истории развития. *a, b, c, d, e, f* — стадии развития плакоидных чешуй акул; *g* — схема строения чешуи *Polypterus* (из Л. Плате); *l* — плакоидный зуб, *2* — ганоин, *3* — космин, *4* — изопедии; *h* — схема строения чешуи *Lepidosteus* (из Л. Плате); *i* — схема строения чешуи *Amia* (из Л. Плате); *k* — схема строения чешуи костистых рыб; *l, m, n, o, p* — стадии развития роговых чешуй рептилий; *q* — преобразование роговой чешуи в щиток змей; *r, s, t* — схемы развития пера птиц; *u, v, w, x, y, z* — схемы стадий развития волоса.

вляет собою ряд этапов дальнейшей филогенетической дифференцировки первичной костной чешуи, путем ряда надставок, анаболий на развитие плакоидной чешуи. Ряд схем *h, i, k* изображает последовательное упрощение строения чешуй: через американских панцирных щук (*Lepidosteus*) к американской ильной рыбе (*Amia*) и кончается чешуей костистой рыбы (*k*), состоящей из костной бесклеточной пластинки. Филогенез этого упрощения объясняется последовательным вып-

дением начальных стадий развития. Рисунки *l, m, n, o, p, q* представляют ряд онтогенетического развития роговых чешуй рептилий. Ряд стадий *l, m, n* идентичны стадиям *a, b, c*, они рекапитулируют ранние стадии развития костной чешуи рыб, но затем происходит отклонение — девиация, как это показано стрелкою, и последующее развитие *o, p* и *q* идет по новому пути; стадии костной чешуи их предков (*d, e, f*) не рекапитулируются и развивается новый орган — роговая чешуя рептилий. Слож-

ная дифференцировка чешуевидного зачатка пера в сложное разветвленное перо (рисунки *r, s, t*) представляет собою новый ряд надставок-анаболий на развитие чешуевидного органа у предков птиц. Наконец, рисунки *u, v, w; x, y, z* представляют развитие волоса, идущего с самого начала развития иным путем, чем развитие других дериватов кожи, так как происходит отклонение развития волоса по типу раннего первичного изменения зачатка — архалаксису. Только первая стадия развития *u* может быть сравнена с зачатком роговой чешуи *l*, а через нее и с зачатком чешуи рыб *a*, как это указано стрелками.

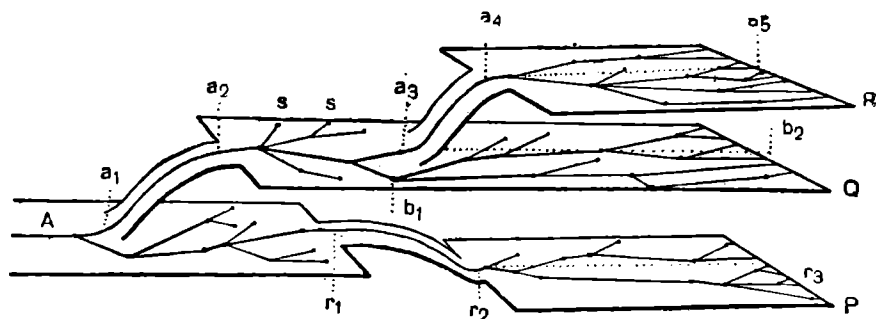
Указанное направление в морфологии оказалось чрезвычайно плодотворным. Оно привело к коренному пересмотру основных филогенетических построений в эволюции позвоночных животных старого филогенетического направления. В настоящей статье мы не имеем возможности остановиться подробнее на этих новых филогенетических построениях, исправляющих основную ошибку прежних построений, заключавшуюся в том, что многие признаки, характеризующие строение ныне живущих низших форм, считались признаками, присущими отдаленным предкам ныне живущих высших форм, в то время как очень многие признаки, характеризующие современные низшие формы, являются признаками более поздними, развившимися у них самостоятельно. Так, А. Н. Северцовым в ряде работ и окончательно в книге „Морфологические закономерности эволюции“ (1931), на основании собственных исследований и исследований учеников, восстановлен подробно филогенез низших предков позвоночных животных и построено радословное дерево, подкрепляемое новыми исследованиями палеонтологов (Стеншио, Киер). В ряде работ А. Н. Северцовым, И. И. Шмальгаузен, В. Васнецовым, С. Крыжановским, А. Н. Дружининым, Г. С. Шестаковой пересмотрен вопрос о происхождении парных конечностей позвоночных животных как парных плавников рыб, так и конечностей наземных позвоночных. Б. С. Матвеевым пересмотрена теория метамерии головы, А. Н. Северцовым разработана теория происхожде-

ния костного черепа и эволюция костных образований в коже рыб, Б. Матвеевым и А. Н. Северцовым разобрана эволюция хрящевого черепа. Н. Храниловым — морфология Веберова аппарата рыб, им же и Н. Николукиным — морфология черепа костных рыб. С. В. Емельяновым пересмотрена эволюция позвоночника и ребер, Л. А. Машковцев переисследовал филогенез мочеполовой системы, В. Васнецов — происхождение плавательного пузыря и легких, М. Курепина — органов обоняния, С. И. Лебедин — развитие полукружных каналов разных позвоночных. С. Крыжановский и А. Рындзюнский занимались кровеносной системой, Б. Матвеев переисследовал с точки зрения теории филэмбриогенезов вопрос о происхождении волос, пера, роговых и костных чешуй различных позвоночных, Д. Третьяков и А. Н. Северцов — эволюцию костных чешуй. Кроме того следует отметить ряд работ С. Н. Боголюбского по анализу развития признаков мелких систематических групп и признаков доместикационных.

МОРФОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ТЕОРИИ ЭВОЛЮЦИИ

Большой новый фактический материал по филогенезу позвоночных животных, полученный в последнее время работами, главным образом, советских морфологов, дал возможность А. Н. Северцову в последние годы разобрать морфобиологические теории эволюции и дать сводку направлений эволюционного процесса и принципов или типов филогенетических изменений. Эта область теоретических обобщений, разрабатываемая, как было указано, палеонтологами, среди морфологов оставалась мало затронутой. А. Н. Северцов в своей книге „Морфологические закономерности эволюции“ уделяет большое внимание морфо-биологическим теориям и дает сводку направлений и принципов эволюционных изменений.

Теория филэмбриогенезов дала нам теорию появления новых признаков в течение эволюционного процесса. Однако, сейчас же поднимается вопрос, почему одни группы животных филогенетически изменяются, другие же (так называемые низшие) остались с очень



Фиг. 2. Схема соотношения ароморфозов, идиоадаптаций и дегенераций для эволюции потомков какой-либо формы *A*; $a_1 - a_2$ и $a_3 - a_4$ — повышение организации благодаря ароморфозам; $s, s, b_1 - b_2$ — периоды идиоадаптаций в плоскости *Q*. a — период идиоадаптаций после ароморфоза $a_3 - a_4$ в плоскости *R*; $r_1 - r_2$ период дегенерации и r_3 — новый период идиоадаптаций в плоскости *P*.

древних времен мало изменившимися, несмотря на нередко широкое распространение.

Анализ филогенетических изменений, происходивших в течение эволюции, показывает, что общий процесс эволюции может быть определен как процесс приспособления, адаптации, т. е. приспособления структуры и функций органов к изменениям окружающей среды, происходившим в данный период времени. А. Н. Северцов (1925) прежде всего устанавливает основное различие между понятиями биологического и морфо-физиологического прогресса. Биологический прогресс определяется следующими признаками: увеличением численности какой-либо группы животных или растений, расселением на новые места (увеличение ареала географического распространения) и распадением на новые подчиненные систематические группы, вследствие приспособления к новым условиям существования. Биологический прогресс приводит к вымиранию, вследствие уменьшения численности состава вида, уменьшения ареала распространения и уменьшения числа подчиненных систематических групп.

А. Н. Северцов наметил четыре пути, которыми достигается биологический прогресс, сопоставление которых друг с другом дает возможность понять различные направления приспособляемости организмов к условиям существования.

1. Морфолого-физиологические прогрессивные изменения организации животных — ароморфозы.

2. Развитие приспособлений в узком смысле этого слова — идиоадаптации.

3. Развитие эмбриональных приспособлений — ценогенезы.

4. Путь физиологической и морфологической дегенерации органов.

АРОМОРФОЗ И ИДИОАДАПТАЦИЯ

Ароморфозами А. Н. Северцов называет морфолого-физиологические прогрессивные изменения организации животных, когда происходит изменение строения органа или его функции, повышающее интенсивность жизнедеятельности. Так, например, при эволюции наземных позвоночных такими ароморфозами для рыбообразного предка являлись появление нового органа — легкого, служащего для дыхания воздухом, почему животное могло выйти на сушу, а также изменения конечностей из плавников в ходильную лапу. Эти изменения дали возможность животным перейти к новому образу жизни, широко расселиться на до тех пор необитаемой позвоночными суше.

Идиоадаптацией называются всевозможные приспособления организмов к различным условиям среды, причем сложность организации и интенсивность энергии жизнедеятельности в общем не повышается. Благодаря этому, несмотря на ряд изменений, животные остаются на прежнем уровне высоты организации. Примером может служить приспособленность различных млекопитающих

к разным способам передвижения: бегание (копытные), летание (летучие мыши), рытье (кроты), плавание (тюлени, моржи, китообразные). Несмотря на самую различную функцию и форму движения передние конечности остались построенными по тому же типу — лишь изменилось соотношение. Таким образом, общий процесс приспособления А. Н. Северцов расчленяет на два понятия: идиоадаптации являющиеся количественными изменениями, не повышающими качественную сторону признака; ароморфозы, наоборот, качественные изменения, дающие некоторый скачек вперед, приводящий к новому расцвету приспособлений в узком смысле слова, т. е. идиоадаптации. Прилагаемая схема (фиг. 2) из книги А. Н. Северцова иллюстрирует указанный процесс соотношения ароморфозов и идиоадаптаций.

В биологической литературе всегда фигурировал процесс усовершенствования. В руках доэволюционных биологов, сторонников лестницы существ, отмечалось совершенствование строения в ступенях лестницы природы, как приближение к высшему совершенству — божественному творцу. Идея усовершенствования имеет идеалистический характер также и у Ламарка, как одного из первых эволюционистов; сохраняется идеалистическое представление и в принципе усовершенствования, выставленном Э. Геккелем и защищаемом Л. Плате (1928) и В. Францем (1920). А. Н. Северцов в своей теории ароморфозов подводит реальную, материалистическую базу под это понятие. Ароморфоз не есть совершенствование по какому-то определенному предназначенному пути. Это есть морфо-физиологическое изменение, повышающее жизнедеятельность при данных условиях существования. Меняются данные условия существования, и приспособление, которое мы называем ароморфозом, теряет свой характер. Так, например, при переходе к наземному образу жизни водных рыбообразных предков, процесс развития легкого, давшего возможность от водного дыхания перейти к воздушному — явился весьма важным ароморфозом, обусловившим целый ряд других коррелятивно связанных и не связанных

изменений. Очевидно, данному явлению сопутствовали определенные благоприятствующие изменения условий существования. Для пелагической рыбы развитие органа воздушного дыхания было бы ненужным приобретением, так как рыба прекрасно приспособлена к водному образу жизни. Следовательно, имелись условия, благоприятствовавшие переходу на сушу; медленное обмеление и высыхание водоемов, появление суши, покрытой богатой растительностью, недостаточность газообмена в заболоченных водоемах и т. д. — вот моменты, благоприятствовавшие появлению наземных позвоночных. Органы воздушного дыхания рыб, включая сюда и легкие кистеперых рыб (*Polypterus*) и двудышащих (*Dipnoi*) не являются ароморфозами, это типичные специальные приспособления, не затрагивающие общей организации животного.

С другой стороны, приспособительные изменения одного и того же порядка, которое мы при сопоставлении более крупных систематических категорий между собою называем идиоадаптациями, т. е. приспособлениями в узком смысле слова, при сопоставлении более мелких систематических групп могут являться ароморфозами, т. е. изменениями качественно повышающими высоту организации и активность жизнедеятельности.

Так, например, при сопоставлении отрядов млекопитающих мы называли идиоадаптациями различные приспособления передних конечностей к различным функциям (бегание копытных, плавание китообразных, полет — летучих мышей и т. д.). Однако, при сопоставлении отдельно копытных между собою, преобразование пястных костей в опсалоп является ароморфозом, повышающим активность жизнедеятельности. Точно так же для летающих млекопитающих: при сопоставлении белки летяги с летучей мышью — преобразование конечности в крыло будет ароморфозом. Следовательно, ароморфозы и идиоадаптации есть два понятия, друг другу сопутствующие и взаимно переходящие друг в друга, что полностью доказывает отсутствие какой-либо идеалистичности в понятии ароморфоз.

Ценогенезы. Развитие эмбриональных приспособлений является безусловным фактором биологического прогресса. Так, например, развитие зародышевых оболочек (амиона, аллантаиса) в яйцах рептилий и птиц, давшее возможность наземным позвоночным откладывать яйца на сушу, явилось крупным прогрессивным изменением, позволившим потомкам первичных земноводных расселиться по суше, что показывает богатая фауна мезозойских рептилий.

Разнообразие эмбриональных приспособлений чрезвычайно велико, они встречаются во всех группах животного царства. Вспомним различные формы личинок разнообразных водных беспозвоночных животных, смену личиночных поколений червей и разнообразных членистоногих. Во всех случаях они являются эмбриональными приспособлениями, повышающими численность данного вида, не изменяя строения взрослых форм.

Таким образом, это совершенно особая область морфологии, имеющая свою историю, свою самостоятельную эволюцию. Как указывалось выше, учение о ценогенезах является весьма интересною областью, еще недостаточно исследованной, и перед морфологом в будущем стоит большая задача разобраться в этих сложных и интересных явлениях.

Дегенерация. Процесс физиологической и морфологической дегенерации (упрощения) органов во многих случаях является мощным фактором биологического прогресса. По своему существу этот процесс противоположен понятию морфолого-физиологического прогресса (ароморфозу), имеющего важное значение для биологического прогресса. Значение дегенерации органов для биологического прогресса чрезвычайно велико. Вспомним дегенеративные изменения органов при переходе от свободно-подвижного к сидячему образу жизни, и изменение органов от активного к паразитному питанию. Всем известно значение в морфологии рудиментарных органов, позволяющих восстанавливать генетические связи между различными группами животных.

Однако, само явление редукции орга-

нов оставалось до последнего времени чрезвычайно мало изученным. Лишь в последние годы (1931) этому вопросу посвятил специальное исследование А. Н. Северцов и специальную главу в книге „Морфологические закономерности эволюции“. Выше указывалось, что, разбирая процесс редукции органов с точки зрения филэмбриогенезов, А. Н. Северцов установил два типа редукции—процесс рудиментации и полной редукции (афазия). Б. Матвеев выдвигает еще как особый тип редукции—процесс заимствования материала у соседних зачатков при развитии сериальных органов (пример—редукция боковых пальцев в конечностях копытных).

Наконец, А. Н. Северцов разбирает основные признаки редукции органов с точки зрения принципов или типов филогенетического изменения органов.

ПРИНЦИПЫ ФИЛОГЕНЕТИЧЕСКОГО ИЗМЕНЕНИЯ ОРГАНОВ

Важным этапом в морфологии является разработка принципов или типов филогенетических изменений органов, данная в цитированной выше книге А. Н. Северцова. Еще в 1875 году А. Дорн установил принцип смены функций, имеющий большое значение при филогенетических изменениях органов. В 1886 году Клейненберг обосновал принцип субституции органов—замещение одного органа другим при филогенетических изменениях (пример—замена хорды хрящевыми, а потом костными позвонками). Наконец, А. Плате (1912) формулировал принцип расширения функций как особый путь филогенетических изменений. До последнего времени эта интересная область морфологических закономерностей оставалась сравнительно мало затронутой. Лишь в ближайшие годы Д. М. Федотов открыл новый принцип субституции функций и, наконец, в 1930—1931 гг. эти принципы были разработаны А. Н. Северцовым, найдены еще восемь новых принципов и дана их морфо-физиологическая классификация. Таким образом положен весьма солидный фундамент разбору соотношения между формой и функцией органов, области, представляющие громадный

интерес. Нет возможности в настоящей статье останавливаться подробно на разборе этих, в настоящее время двенадцати, принципов филогенетических изменений, тем более, что значительное место этим изменениям отводится в специальной статье А. Н. Северцова¹ „Естественный подбор и филэмбриогенез“.

ЗАКОН КОРРЕЛЯЦИИ

Нам осталось отметить разработку еще одной чрезвычайно важной области закономерностей эволюционного процесса, проделанную за истекшие годы, об изучении законов корреляции. Закон соотношения органов, установленный еще Ж. Кювье в 1812 г., играет громадную роль в самых различных областях зоологии. Он является основным законом для палеонтологов при реконструкции ископаемых животных. Коррелятивные изменения органов играют существенную роль при сравнительном изучении органов взрослых животных, и являются основным моментом в анализе процессов морфогенеза в течение индивидуального развития. Неменьшую роль играют корреляции для физиологов и механиков развития, так как функции органов неразрывно связаны с их формой, и внутренние коррелятивные связи связывают целый комплекс органов между собою. Кроме того, при анализе признаков генотипических и фенотипических, решение вопроса возможно только при точном знании коррелятивных взаимоотношений. Неоднократные попытки систематического изучения различных многообразных типов корреляции (Дарвин, Бехер, Плате, Дюркен, Домбровский, А. Н. Северцов) не могут считаться достаточно законченными. В настоящее время намечаются три области исследования: 1. Индивидуальные корреляции. 2. Физиологические корреляции. 3. Филетические корреляции (А. Плате) или координации (А. Н. Северцов).

Морфология занимается изучением филетических корреляций (Плате), координаций (А. Н. Северцов), так как эти корреляции связаны с эволюцией органов.

Обзор филетических корреляций дан в 1926 г. Б. А. Домбровским. Автор исследует коррелятивные отношения на одном

сложном, но им подробно исследованном случае, именно корреляциях между слуховыми косточками наземных позвоночных и дает классификацию им исследованных корреляций. Корреляций он делит на три группы: первая группа элементарные корреляции, когда система органов изменяется вполне согласованно, причем эти изменения количественного порядка. Этот тип корреляций встречается у отдельных индивидуумов, видов и отчасти родов. Вторая группа — конструктивные корреляции, когда происходит весьма сильное изменение строения и формы органов, обычно связанное со сменой функции; такие корреляции связаны с изменениями качественного порядка. Они характерны для более крупных систематических групп (отрядов, семейств, родов). Третья группа — тектонические корреляции, когда в коррелятивную цепь включается новый фактор. Этого рода корреляции характеризуют крупные систематические группы (классы, подклассы и частично отряды).

Особую главу посвящает эволюции филетических корреляций также А. Н. Северцов в книге „Морфологические закономерности эволюции“. Он также на многих примерах анализирует понятие филетической корреляции — называемых им координациями, и дает их классификацию.

А. Н. Северцов подходит к анализу филетических корреляций, называемых им координациями с точки зрения морфобиологической теории эволюции, исходя из положения, что эволюция есть процесс приспособления. Органы наружные (экзосоматические) стоят в определенных соотношениях с условиями среды. Координации состоят в том, что орган координирован со средой — это будут первичные изменения (проталаксысы). Внутренние органы, не связанные с внешней средой (эндосоматические органы) координированы с наружными органами и так или иначе отвечают на изменения наружных органов, образуя вторичные изменения (дейталаксысы). Между различными органами существует сложная координационная сеть, связанная с изменениями наружной среды. Соответственно этому А. Н. Северцов

делит координации — филетические корреляции на две группы. 1. Морфо-физиологические координации, когда сеть органов связана друг с другом функционально. 2. Топографические координации, при которых органы друг с другом непосредственно функционально не связаны, а связаны лишь местоположением. Дальнейший анализ на многих примерах морфо-физиологических координаций позволяет А. Н. Северцову различать координации количественного порядка, когда отношения между органами остаются теми же, но меняется интенсивность функции органа, а с другой стороны, координации качественного порядка, когда происходит качественное изменение функции (смена функции, субституция). Таким образом, А. Н. Северцов анализирует коррелятивные соотношения с точки зрения морфо-биологической теории эволюции, с точки зрения различных принципов филогенетических изменений.

Однако, мы не можем считать, что закон корреляций в настоящее время является достаточно разработанным. Эволюция новых изменений происходит преимущественно не во взрослом состоянии, а в онтогенезе, когда еще не установилось правильной цепи координаций с внешней средой. Отсюда следует, что вопрос о коррелятивных соотношениях между различными органами должен быть разработан с точки зрения теории филэмбриогенезов. Таким образом, перед морфологами в этой области впереди еще большое неизведанное поле для исследования.

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ МОРФОЛОГИЯ

Новое, чрезвычайно интересное направление в морфологии, возглавляется киевским морфологом М. М. Воскобойниковым. Обычно морфологи при своем исследовании пользуются мертвыми объектами, что отрывает их построения от организма в его целом, от организма как цельное сочетание формы и функций слагающих его органов. М. М. Воскобойников и его ученики разбирают строение органов в связи с их функциями на живом объекте, изучая строение аппа-

рата в его действии. Этот новый подход при изучении аппарата дыхания рыб дал чрезвычайно ценные, новые данные о процессе дыхания у рыб, совершенно меняющие наши прежние представления. Оказывается процесс дыхания рыб есть сложная сеть разрезающих и нагнетательных насосов, понять которые можно только при изучении живых объектов.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МОРФОЛОГИЯ

Наконец, при обзоре достижений морфологии в СССР, нельзя не отметить выдающихся исследований по экспериментальной эмбриологии киевского академика И. И. Шмальгаузена. Большинство экспериментальных эмбриологов, возглавляющих новую науку — механику развития, чрезвычайно мало обращает внимания на соотношения процессов индивидуального развития к процессу эволюции органов в течение истории. И. И. Шмальгаузен своими исследованиями о росте, устанавливая закон онтогенетического роста, создавая теорию роста, непосредственно разбирает факторы роста, обуславливающие филогенетическое изменение величины тела у животных. Таким образом, его экспериментальные исследования затрагивают наиболее трудную и мало разработанную область онтогенетических процессов, дающих весьма много ценных данных для установления закономерностей эволюционного процесса.

Подводя итоги краткому обзору достижений эволюционной морфологии за последние 15 лет, в частности в СССР, мы видим, что за последнее время в морфологии наметилось новое направление, к которому независимо пришли и палеонтологи, и сравнительные анатомы, и эмбриологи. На фундаменте филогенетического направления в морфологии, ставящего своей задачей установление генетических соотношений между различными группами животных и построение филогенетических деревьев, постепенно строится в значительной мере силами советской науки новое здание закономерностей эволюционного процесса, без которого понимание эволюции невозможно.

ГИДРОСООРУЖЕНИЯ И БИОЛОГИЯ РЫБ

М. И. ТИХИЙ

Если использование водной энергии достигло за границей 7—8% (1928 г.) от средней выявленной мощности, то в нашем Союзе освоение водных ресурсов к 1933 г. еще не превысило 1%. Так еще слаба утилизация наших запасов, несмотря на Волховстрой, Днепрострой и другие сооруженные гидроэлектрические станции.

Та установка, которая была дана В. И. Лениным более 11 лет тому назад о ведущем, определяющем и организующем начале электроэнергетики, была осуществлена полностью в первом пятилетии.

Перед Союзом стоит огромная задача освоить гидроресурсы в ближайшие пятилетия.

По сообщению Н. Копылова валовое количество гидроэнергии определяется в 190 млн. квт., по В. Родевичу — 172 млн. квт.¹ На первые места выдвигаются: Кавказ, Ленско-Байкальский район, Поволжье Туркестан... Северо-западный район, вместе с Мурманом, обладает мощностью свыше 1.2 млн. квт.

В начале пятилетки план использования рек охватывал водоемы, значение которых в рыболовстве страны сравнительно невелико (Волхов, Свирь, средняя Кура, Рион и др.), только Днепрострой вносил глубокие изменения в рыболовстве днепровских промысловых рыб, количество улова которых определяется в 330 т. ц. Осуществление гидростроительства поставило принципиальные вопросы о воздействии их на биологию рыб, и они частично разрешались или ставились на разрешение. Острота конфликтов ослаблялась нашим плановым подходом к разрешению их с точки зрения общего народнохозяйственного эффекта от сооружений. Велико было значение для страны заковывания и обуздания Волхова, Днепра и др. рек, чтобы останавливаться перед изменением в биологии местных рыб, значение которых ничтожно в общем балансе страны.

Когда внимание гидротехников перебралось на равнинные реки (Волга, Урал, частично нижний Днепр, низовья Терека, Кура и пр.), на реки, несущие свои воды в наши внутренние, богатые рыбой, моря, естественно было ожидать в таком случае воздействия на промысловых рыб в районах уже первенствующего для СССР значения. Проблема Волгостроя (плотина у Жигулевских гор) и Большой Волги, а еще раньше Кур-Араксинская проблема орошения Миасско-Муганских степей, заострили вопросы о рыбе, поставили их, наравне с другими вопросами общего значения, перед комплексным разрешением поставленных энергетических задач.

Идея реконструкции р. Волги, возникшая

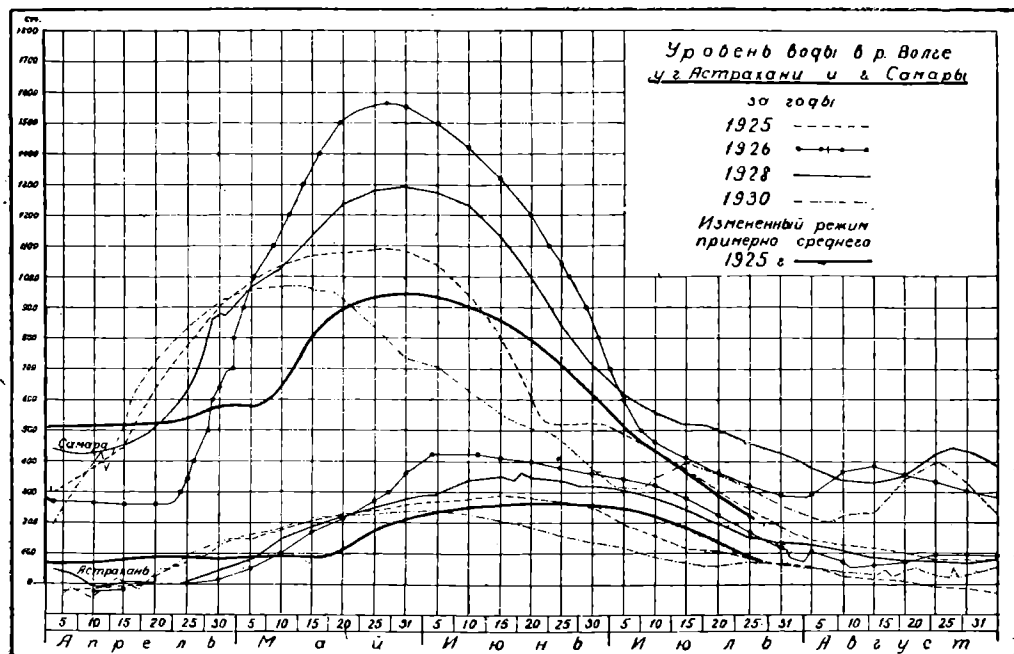
в 1931 г., создала эпоху, поворотный период изучения вопросов, связанных с изменениями в водоемах, в результате воздействия технических сооружений. Превращение р. Волги в ряд слабопроточных озерно-речных водоемов со сбросом части вод на поля орошения — эта проблема своим исключительным теоретическим размахом мобилизовала научные силы и инженерную мысль по целому ряду отраслей народного хозяйства, привлекла общественное мнение к интересам и вопросам рыбного хозяйства, так как нарушение стока Волги отражалось на районе, поставляющем до 40% рыбы во всем Союзе. Это не р. Волхов с 3 тыс. ц сига, это не р. Свирь с 600 ц лосося... Это река, поставляющая от 2.2 до 4.9 млн. ц рыбы разных сортов, от экспортных до сортов широкого потребления...

Какое же воздействие оказывают сооружения на биологию рыб? Что предпринималось и можно предпринять в целях ослабления возможного влияния, и нет ли путей возможно безболезненного разрешения в наших условиях столкновения интересов между изменениями в стоке рек и сложившимся укладом рыбного промысла? Казалось бы, за граница, опередившая нас, должна была дать ответы на возникающие затруднения, но дело в том, что наше рыбное хозяйство наполовину базируется на реках, впадающих во внутренние моря, и в силу этого оно специфично. Дело в том, что наши реки еще изобилуют массой проходных рыб, совершающих сотни-километровые переходы по рекам, и в этом отношении с трудом сравнимы, напр., с реками Западной Европы.

Получение энергии, улучшение транспорта, сброс воды в плодородные степи при недостатке осадков — эти потребности стимулируют утилизацию рек, но проблемы должны решаться комплексно, путем определения баланса всех изменений в системе реки, с учетом удельного веса рыбы в стране. Нельзя сказать, чтобы в этом отношении было все благополучно: имеются случаи недостаточного учета изменений в условиях существования рыб, игнорирования их даже при превращении в жизнь начальных проектов реконструкции р. Волги (Средволгострой).

Итак, плотины в корне меняют характер стока реки, нормальный график расхода воды изменяется путем регулирования, чаще всего задерживаются весенние воды, т. е. снижаются или снимаются паводки и ослабляются весенние разливы вод. Последнее следствие от постройки сооружений особенно учитывается с народнохозяйственной точки зрения, так как оно обуздывает стигию, наносящую ежегодно большой вред населению и государству, но тот же весенний подъем вод создает условия, необходимые для размножения пресноводных рыб и развития их

114 ¹ Известия Гидрологического института, 1932, № 44—45, стр. 13.



Фиг. 1. Кривые уровней у г. Самары и г. Астрахани за выборочные годы и вычисленные уровни, с учетом влияния на сток р. Волги плотины в районе Жигулей („Волгострой“).

молоди. Для наших долинных рек это следствие является наиболее существенным, почти непреодолимым при разрешении противоречий. Оно заостряется для таких рек, как Волга с ее влиянием на Каспийское море — этого садка Союза.

Сооружением плотины преследуются создание подпора для использования его в энергетических целях, а для равномерного по возможности распределения энергии во времени создается водохранилище, в которое превращается река выше плотины. Задержка вод в верхнем так называемом „бьефе“, ежегодное его наполнение и является причиной снятия части паводковых волн. Влияние этого снятия сказывается на всем протяжении реки. Значение этого фактора мы выдвинули впервые на практике проектирования Волгостроя (плотина в Жигулях) в 1931 г., и в проблеме Большой Волги он занимает одно из первых мест при определении последствий от сооружений на условия существования рыб р. Волги, включая и устье. Вот это косвенное воздействие на рыб низовьев наиболее существенно, так как в устьях рек в большинстве случаев происходят основные биологические процессы у проходных и прудовых рыб, с которыми сопряжено, пока, преимущественное использование запасов рыбы.

Вот цифры уловов по районам р. Волги в 1930 г.

	тыс. ц
Нижегородский край	17.5
Татреспублика	14.5
Средне-Волжский край	19.8
Нижняя Волга (без дельты)	146.1
Дельта и море	3330.0

Коренная Волга сама по себе играет весьма малую роль, так как количество населяющих ее рыб, если судить по использованию, исчисляется сотнями тыс. центнеров рыбы и составляет несколько процентов по сравнению с низовьями Волги и прилегающей частью моря. Зато ослабление паводка после сооружений отражается на всем протяжении реки ниже по течению, больше или меньше, но независимо от места сооружения.

Прилагаемый график свидетельствует об изменениях в уровнях Волги по сравнению с нормальным ходом кривых, при предполагаемом осуществлении Жигулевской плотины с подпором в 19.75 м (+44.75 м от уровня Балт. моря). Сравнению подвергнуты кривые у г. Самары (вернее в районе так называемой деривации) и у г. Астрахани, из которого явствуют значительные изменения в естественном паводке, порядка 4 м в начале мая и повышение во второй половине лета. Соответственно с запозданием на 15—20 суток, меняется характер кривой у Астрахани, с повышением ранне-весеннего уровня (первая половина мая) до 1 м и снятием 30—40 см пика паводка. Расстояние в 1300 км и рельеф местности в дельте Волги сглаживают резкость изменения кривых, но сглаживание, понижение весеннего подъема воды на 30—40 см означает уменьшение заливания волжской поймы, приблизительно на 8—10%. Площадь дельтового займища определяется в 840—850 тыс. га, из которых на реку и пойменные водоемы приходится около 130 тыс. га. Кроме того, займища в районе так называемой Волго-Ахтубинской поймы, т. е. в районе от Астрахани до Сталинграда, зани-

мают около 650 тыс. га, из которых на воду падает около 120 тыс. га.¹

Разлив Волги охватывает свыше 1 млн. га пространства, при чем степень заливания, в зависимости от стояния паводного уровня, определяется S-образной кривой; поэтому первые плотины на Волге, со снижением астраханского паводка на несколько процентов его высоты, коренным образом еще не изменяют условия заливания волжской дельты. Последующие сооружения плотин на Волге у Самары, Камышина, Чебоксар, на Каме у Чистополя и пр. будут вызывать снижение весенней кривой у Астрахани *срещенно* со всеми вытекающими отсюда последствиями.

Паводок связан с ходом наших основных массовых пород (вобла, сельдь, сазан), которые икрометут в районе дельты, где и выкармливаются их молодь в течение первых 1½—2 месяцев жизни. В настоящих условиях от площади разлива обычно зависит величина приплода, кормящегося затем в северном Каспии. Уменьшение разлива влечет за собой сокращение площади нереста и выкормки молоди рыб массового значения. При осуществлении орошения, напр., заволжских степей, сток Волги не только перераспределяется, но уменьшается абсолютно на 22—24 млн. м.³, что составляет от 9 до 10% стока от среднего года. Мы сталкиваемся в этом случае с последующим понижением уровня Каспия, которому при осуществлении одной Камышинской плотины еще не грозит осолонение в ближайшее время, все же это понижение определяется 6—7 см в год. Понижение на 1 метр (по проф. Н. Книповичу) вызывает сокращение береговой зоны на 32% в районе северной части Каспийского моря. Понятна мысль о добавочном питании Волги водою или из Азовского моря, что нужно отбросить по рыбохозяйственным соображениям (разрушение азовского рыболовства) или из бассейнов северных рек (верховья рр. Печоры, Сухоны, Сев. Двины), что допустимо в принципе. Дальнейшая регулировка стока Волги, использование вод Куры, Аракса, Терека на орошение степей, реконструкция р. Урала, использующегося в своем верхнем и среднем течении² путем отвода вод на орошение земель Казахстана — все это указывает на дальнейшие перспективы использования вод и в то же время на будущий качественный и количественный состав рыб.

Регулировка стока и изъятие вод из рек на орошение — эти факторы являются наиболее существенными при изменении общих условий существования рыб в долинных реках. Эти косвенные последствия должны преимущественно учитываться при разработке мероприятий, ослабляющих их воздействие на биологию рыб. При этом возникает побочные вопросы об изменении твердого стока, поскольку свыше 80% его проносится паводками (Волга) и при заливании дельтовых и пойменных пространств сносятся в море органический субстрат и плодородный ил, являющиеся источниками фосфора и азота в водоеме. Ведь изменение стока, подъем вод в реке — это изменения, которые надо оценивать

геологической меркой. По данным Волховстроя естественная эрозия дна р. Волхова определяется несколькими сантиметрами в столетие: плотина поднимает воду на 9—11 м (!). При реконструкции наших мощных рек мы совершаем геологический переворот, и целесообразно будет искать ответы для определения последствий этого переворота на рыб в свидетельствах геологии, четвертичного периода, в частности, близкого к нашей эпохе по фаунистическому составу животных.

1. Гидростроительства поставили и заострили теоретические вопросы по биологии рыб.

На чем зиждется, напр., богатство рыбных запасов в Волго-Каспийском или Урало-Каспийском районах? На предустьевых и проходных рыбах, из которых первые (вобла, лещ, судак и др.) нерестуют в нижней и средней части волжской дельты (в р. Урале нерестилища в основном располагаются выше дельты реки), где имеются основные нерестилища воблы (80—90% производителей), леща и сазана (до 60%), судака (20—25%) и большей части второстепенных пород.¹ Воздействие на эти породы зарегулированного стока в результате постройки плотин ясно: уменьшение и даже осушение мест нереста и выкормки молоди. Утрачивается возможность большинству этих пород (кроме сазана) совершать нерест, который протекает у каждой рыбы в специфических условиях. После ряда лет мы должны будем констатировать потерю предустьевых пород при отсутствии паводка.

Можно ли предполагать, что освобождающиеся кормовые ресурсы моря не будут использованы? Нет, конечно, только трудно дать прогноз, кем они будут использованы. Ведь главная кормовая площадь — это северная часть Каспия и чревато последствиями абсолютное уменьшение площади этого богатейшего водоема. До этого момента, нам кажется, предустьевые рыбы должны будут заменяться морскими и солоноводными формами (пузанки, судак, приспособляется сазан, акклиматизируются кефаль и черноморский анчоус), используя биомассу дна и планктона.

II. Гидростроительства заострили еще и другую большую проблему — о значении твердого ежегодного стока для кормовой продуктивности, в данном случае, дна Северного Каспия. Считается до последнего времени, что от кубатуры стока и степени разлива зависит продукция биомассы примыкающего участка моря (напр., Кура и Волга).

На разрешение ставится следующая проблема. Уже глубоко прорабатывается реконструкция р. Урала с установлением в его верхней и средней части от 7 до 9 плотин, 28 шлюзов, с изъятием 3 млрд. м³ воды в год. Ежегодный сток р. Урала определяется средней величиной в 9 млрд. м³. Возникает вопрос о влиянии этой реконструкции на рыб р. Урала и Урало-Каспийского рыбопромыслового района, при чем учитывается недостаток в воде для мощного строительства в пределах западного Казахстана и Средне-волжского края. Нет сомнения, что воздействие регулировки Урала весьма отразится на современном хозяйстве в Уральском районе, но возникает вопрос о влиянии проблемы

¹ Данные Волго-Ахтубийского бюро, Саратов, 1931.

² Возможно и в нижнем.

¹ По материалам мелиоративного бюро Волжской рыбохозяйственной станции.

на восточную часть северного Каспия. Будет перераспределение стока воды, уменьшение весеннего и годового твердого стока, уменьшение выноса органического вещества в мелководный район моря, т. е. ослабление кормовой базы для рыб.

Чтобы ответить на этот вопрос, приходится решать не легкие вопросы влияния р. Урала на район, т. е. оценить по биологическому признаку деление промысловых вод Каспия, так как в Урало-Каспийский рыбопромысловый район входит кроме Гурьевского, Эмбенский, Денгизский районы и Мангышлак. Выясняется, что собственно влияние р. Урала на запасы рыб локализуется в лучшем случае в первых двух районах, и уже в Эмбенском мы имеем свои биотипы среди рыб, и распространяет зависимость всего Урало-Каспийского района от р. Урала не приходится. Вместе с тем весь этот район доставляет 34—37% от общей продукции северного Каспия¹ и массы рыбы нагуливаются в восточной части северного Каспия, дают лучшие приросты, нежели волжские рыбы; сюда не проникает волжская вода, и опреснение от Волги не проникает к северо-востоку, поскольку можно судить по недостаточным данным солености у А. Лебединцева и проф. Н. Книповича. Таким образом, у нас два района: Волго-Каспийский со средним стоком в 245 м³ и колебаниями от 151 до 386 м³ в год, и Урало-Каспийский со средним стоком в 9 м³, плюс сток р. Эмбы, сток много меньший уральского. Таким образом, сток р. Урала и Эмбы составляют от стока р. Волги 2.1—3.0%, а только в локализованных биологически Гурьевском и Эмбенском районах добыча составила в 1931 г. 1470 тыс. ц, т. е. 45% по отношению к улову всего (включая Денгизский район Казакстана) Волго-Каспийского района (3253 тыс. ц). Наши рассуждения просты, но выводы требуют заключения: из сопоставлений вытекает, как будто без сомнений, что не опреснение, не вынос твердого стока (который ничтожен в Урале по сравнению с Волгой) обуславливает продукцию района.

Можно думать, что р. Урал после трансгрессии Каспия, вынес такое количество органического субстрата, которое достаточно для круговорота жизни в восточной части северного Каспия и его высокой продукции.

Гидростроительство принуждает ревизовать наши основные установки по главнейшим теоретическим вопросам, связанным с биологией рыб, с целью выяснять влияние сооружений, уточнять это влияние и отыскивать равнодействующее решение. Оно трудно в тех случаях, когда разбираются реки и снимается весь паводок, так как тогда уничтожаются естественные разливы.

Наши богатые рыбные запасы требуют к себе внимания при распределении вод на различные нужды государства. Наличие паводка, быть может уменьшенного, мыслится необходимым по крайней мере для данной стадии состояния наших анилий. Задача использовать условия, создаваемые перераспределением стока вод, может решаться путем мелиоративного, окультуренного использования меньшей площади разлива весенних вод, создания заплывованных участков в дельтах

с возможностью регулировать выпуск рыб, охранять нерест и задерживать скат молоди до необходимых сроков.¹ Этот путь позволит более бережно расходовать воду для нужд рыболовства. Эта мысль вытекает из тематических программ изысканий в связи с Камышинской плотинной; она нуждается в дальнейшей разработке, в опытах и детализации². Акклиматизация чисто морских рыб является второй мерой использования запасов моря, создавая этим замену возможного уменьшения проходных и предустьевых рыб. Это длительное мероприятие диктуется еще необходимостью в активизации чисто морского лова, которая поставлена как проблема ближайших лет. Косвенное воздействие плотин на рыбное население низовьев оказывается наиболее существенным, но плохо учитывавшимся до сих пор.

III. Гидротехнические сооружения оказывают прямое воздействие на проходных рыб, кроме того вдали от морских мест нагула и совершающих передвижения на тысячи километров (белорыбца). Среди наших рыб, вступающих в конфликт с сооружениями, надо указать на семгу, лососей, сигов, наконец, осетровых, вырезуба (р. Буг), сельдей (р. Дон) и др. рыб. Существует мнение, что пропуск рыб через сооружения есть мера достаточная для компенсации воздействия вооружений на проходных и др. рыб. Заграница, в частности Германия, в широкой степени применяет устройство рыбоходов, с целью пропуска не только проходных (лосось на Рейне, на Везере), но и прочих, преимущественно, карповых рыб, которые совершают местные передвижения по реке. На установках р. Некара (у Ladenburg и у Wieblingen) наблюдения в 1928 и 1930 гг. показали наличие некоторой тенденции у тудных (местных) рыб идти по рыбоходу при повышении летней температуры.³ Опыты нельзя еще признать убедительными, все же пропуск плотвы, усачей, окуня и шук осуществлялся. Разрешение рыбоходом затруднений, вытекающих из перераспределения реки, в условиях заграждения, преследует при пропуске местных рыб не столько биологические, сколько экономические задачи. Дело в том, что рыбоход способствует распределению естественных запасов тудных рыб, которое нарушает плотина. В связи с нарушением возникают иски и тяжбы владельцев верховых участков к электрическим компаниям, и рыбоход спасает положение последних. Речь идет о местных речных рыбах, так как пропуск проходных и заграждением диктуется уже биологическими требованиями.

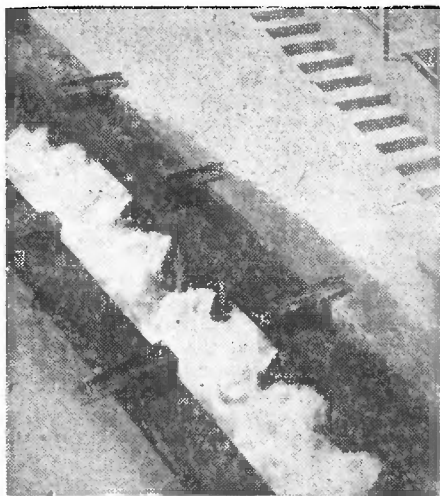
Несмотря на столетнюю давность строитель-

¹ Работы специальной бригады по проработке проблемы Волги в 1931 г.

² Программы были составлены в 1932 г. уч. спец. А. И. Александровым (Астрахань). В статье „Гидротехнические сооружения и рыбное хозяйство“ (За сою. рыбное хозяйство, № 8—9, 1932), А. Кичагов выдвигает этот и другие вопросы и указывает решения без ссылок на решения соответствующих бригад и материалов исследовательских институтов.

³ W. Koch. Aufstiegskontrollen an Fischpassen. Deutsche Wasserwirtschaft, XXV, 1930, № 11, S. 251. Также намечалась связь с подъемом воды.

¹ 1776 тыс. ц рыбы в 1931 г. и 917 тыс. ц в 1932 г.



Фиг. 2. Часть пролета в рыбоходе Земо-Авчальской плотины. Виден поток воды, заполняющий все пространство между зубьями и доходящий до верху в виде боковых струй.

ства рыбоходов, искусство их постройки еще не освоено в достаточной степени, но главной причиной многих неудач является ненаучный и неглубокий подход к решению вопроса: одностороннее строительство без привлечения био-

логов и практиков-рыболовов. Там, где это условие соблюдалось, строились удовлетворительные рыбоходы (Ballisodare в Ирландии, Gideåbaska близ Grundsunda в Швеции и мн. другие). На р. Везере у Брэмена были построены рыбоходы нескольких систем, из которых два действуют удовлетворительно.

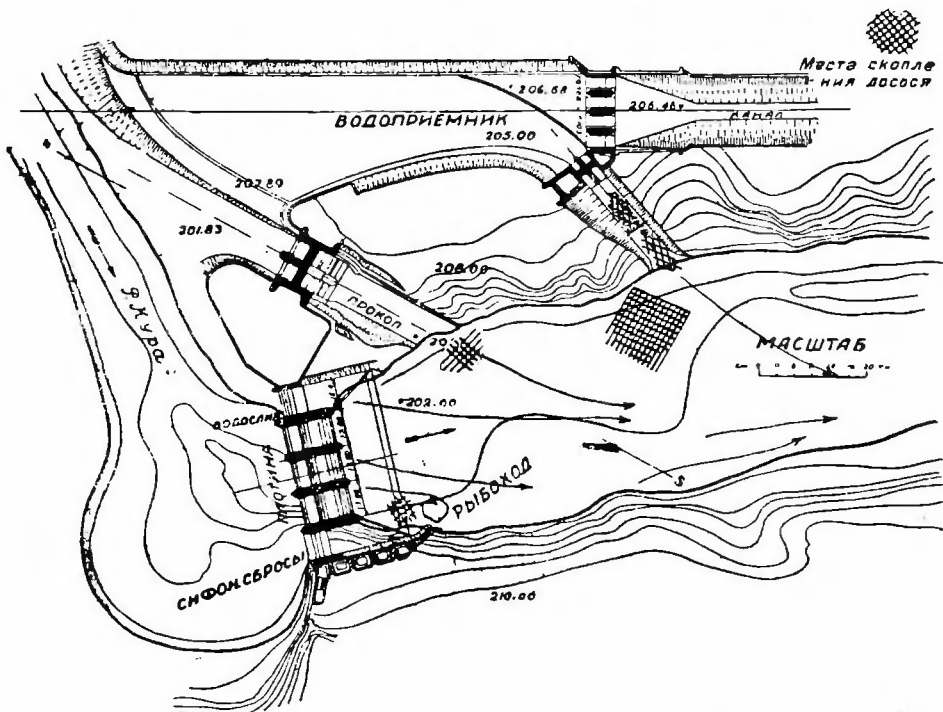
Чем выше установка и шире, мощнее река, тем труднее разрешить рыбоходную задачу. Интересно проводимое в настоящее время строительство плотины на р. Колумбии у Rock Island (600 км от устья). В плотине, протяжением в 700 м, строится три рыбохода для тихоокеанской чавычи.¹

Из систем рыбоходов действуют удачно так называемые лестницы, т. е. ряд понижающих уровень на 12—30 см бассейнов, разделенных перегородками с соответствующими вырезами для стока воды.

Построенные в СССР рыбоходы неудачны из-за применения системы инж. Дениля при крутом уклоне. Рыбоходы у нас имеются на р. Волхове, на р. Буге (плотина близ г. Александровска), на р. Куре (Земо-Авчальская плотина). По идее инж. Дениля устроенные зубцы в рыбоходе должны ослаблять поток, что и происходит при небольших уклонах. Приведенная фотография свидетельствует о неправильном решении вопроса на Земо-Авчальском рыбоходе, где уклон в 2.2 вызывает бурные водовороты в рыбоходе.

В наших условиях положение осложняется тем, что нет опыта по пропуску таких рыб, как осе-

¹ Engineering News Record CVIII, 1932.



Фиг. 3. Схема устройства Земо-Авчальской плотины на р. Куре (близ г. Мцхета) и распределение лосося в районе сооружений.

щадью 400 тыс. га, в половодье разливающийся до 500 тыс. Площадь водоема у Ярославля — 61 тыс. га, у Камышина (при подпоре в 25 м) — 622 тыс. га (1).

Эти водоемы с изрезанной береговой линией будут иметь значительную береговую зону: площадь до 10 м глубины будет составлять свыше 25% от общей площади водоема (по водоему Жигулевской плотины). В водоеме Камышинской плотины глубины до 5 м будут составлять около 39% (240 тыс. га). Вот цифры заливания после постройки Ярославской плотины (данные проекта Средвологостроя).

Вода	Луг	Лес	Пашня	Неудоб- ные	Всего
10.8	17.7	5.6	12.2	14.3	60.6 тыс. га

Из этого перечня видно, что заливается около 50% культурных угодий (луга и пашня), угодий, заливание которых несет с собой богатое развитие бентоса и планктона. Изыскания в связи с Жигулевской плотиной поставили на обсуждение и разрешение эту проблему в 1931 и 1932 гг. и проработка, конечно, еще не законченная, дала показательные результаты. Были подняты вопросы о гидрофизических условиях в будущем водоеме, условиях течения и возможного продуцирования биомассы. Прилагаемый график наглядно демонстрирует всю разницу в условиях течения вод между современной р. Волгой и будущим водоемом.

Течение уменьшается до нескольких сантиметров в секунду, вместо нормальных полуметровых скоростей. По данным экспертизы Средвологостроя (П. Иванов) скорости близ Василевской плотины (Нижегородский край) будут измеряться 1—3 мм в секунду. Подобные скорости, по данным той же экспертизы, достаточны для того, чтобы нарушать стратификацию слоев и создавать так назыв. турбулентное движение.¹ Поэтому расширения русла в условиях р. Волги не будут подходить под понятие озера в строгом смысле этого слова. Возможна стратификация в боковых ответвлениях и на отдельных глубоких ямах (напр., близ Ставрополя, где будут ямы глубиной до 40 м). Это чрезвычайно важные заключения гидрологов позволяют ставить прогноз о благоприятном газовом режиме будущего водохранилища и вентилировании дна, но зато с охлаждением глубоких слоев до 1—2°. Ослабление течения позволяет проводить аналогию с воложками и затонами р. Волги, биомасса в которых в несколько раз, а в отдельных случаях в десятки раз выше, нежели в обычных биотопах речного русла. На основании работ А. Бенинга, определяли повышение бентомассы минимум в 2½ раза (Б. Грезе, М. Тихий 1931 г.). Требования хозяйственников ответить на поставленный нами самими вопрос о рыбопродукции будущих водоемов, должны были быть удовлетворены, и в районе будущего водоема Жигулевской плотины возможная рыбопродукция нами была принята в 50 кг на 1 га, вместо 22 кг в современной средней Волге (вместе с озерами). В связи с увеличением площади общее увеличение промысловой рыбо-продукции определяется в 200 т ц, вместо 25 тыс. ц, т. е. в 8 раз. Проф. Д. Ласточкин, работавший в районе

Кинешмы, в связи со Средвологостроем, полагает на основании 115 количественных определений бентомассы в 1932 г., что произойдет увеличение последней в 10 раз.¹

В районе р. Мологи это увеличение определяется 5—8-кратным количеством. Эти факты весьма существенны, так как вопрос год тому назад принципиально был неясен и вызывал сомнения. Учитывая трудность освоения, песчаные наносы, которые будут выклиниваться в верхних участках водоемов и ухудшать характер грунта, и, кроме того, сравнительно учитываемая рыбопродукция различных озер, не представляется все же возможным, до новых исследований, повышать указанную выше цифру рыбопродукции будущего водохранилища. Второй вопрос, не менее принципиальный и интересный — это определение срока необходимого для создания вышеуказанных благоприятных условий развития бентоса. Последние данные инж. Б. Полякова² вносят значительные коррективы в величину твердого стока, определяя его в районе Самары в 130 млн. м³, вместо фигурирующих в статьях по р. Волге 10—22 млн. м³. В данном случае учитываются мелкие фракции ила, размерами < 0.01 мм, что раньше упускалось при подсчетах. Расчеты показывают, что заиление будет происходить уже в первые годы, заиление необходимое для развития фауны *Chironomidae*, *Oligochaetae* и пр. Еще неясны вопросы о смене бентоса, выключении потамофильных форм и перемещении бентоса.

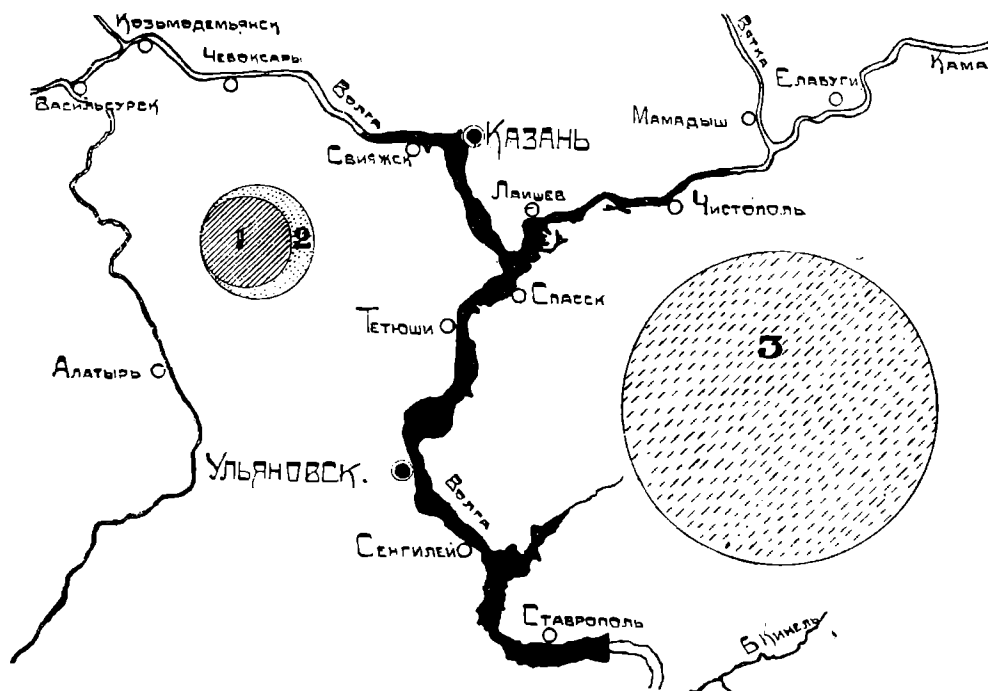
V. Проектировки подняли на разрешение принципиальные вопросы по гидробиологии высокого значения. Совершенно ясно, что в наших руках еще далеко недостаточный материал, но гидростроительства сдвинули с места важные вопросы, которые, как оказалось, необходимо еще вентилировать.³

Подпор вод заливает места икрометания осетровых, напр., на рр. Волге, Днепре, изменяя силу течения на них. Этим самым, по всем имеющимся данным, отпадает возможность самого акта икрометания. Как известно, стерлядь, прекрасно растет в непроточных водоемах, но не размножается в них. Таким образом, плотины не только преграждают путь осетровым или лососевым, но часто изменяют все условия для икрометания — цель продвижения по реке этих рыб. Для проходных рыб мы стремимся поставить искусственное разведение у сооружений, что касается стерляди, то здесь положение осложняется малым количеством особей со зрелыми половыми продуктами. По данным А. Безбаскина в создании благоприятных условий икрометания стерляди играет большую роль величина pH и установлены пределы, выше и ниже которых получаются лишь уродливые формы. Это сочетание речного течения, величины pH, кислорода, подъема вод учитывается стерлядью и нарушение одного слагаемого влечет за собой нарушение икрометания и дальнейшего размножения рыбы. Возможно

¹ Отчет о работах за 1932 год (in litteris).

² Известия Института Гидротехники, IX, 1933 (печатается).

³ Должно отметить хотя бы одну постановку проблемы превращения реки в озерно-речной водоем.



Зачернена площадь будущего водохранилища, при отметке 19.75 м.

Фиг. 5. Схема будущего водохранилища Волго-Казанского водохранилища, современная рыбопродукция р. Волги в этом районе и возможная, после образования водоема. 1 — официально учтенный улов в 1930 г., 2 — валовой улов в том же году, 3 — возможная продукция после освоения водоема.

Условные обозначения.

Настоящий водоем



Общий улов 2517 т.



Учтенный улов 1566

Будущий водоем



Весь улов 20000 т.

ослабить это воздействие путем применения, введенных в практику, ускоряющих созревание половых продуктов средств (так наз. гравидан, опыты с окунем, а на р. Волге — с осетровыми в 1932 г.).

Водоем Днепростроя дает ответы на многие выдвигаемые строительством вопросы. Водохранилища не смогут полностью компенсировать изменения, производимые в условиях существования рыб низовьев рек, но использование их (водохранилищ), как бы передвинет базы снабжения рыбными продуктами с низовьев в среднее и верхнее течения рек, хотя бы частично изменяя форму снабжения на более ценные виды товара (свежее). Это качественное значение новообразованных водоемов весьма существенно.

Объем статьи препятствует рассмотрению других сторон воздействия сооружений на водоемы и населяющих их рыб. При орошении возникают возможности для создания культурных прудовых хозяйств; при дешевой электроэнергии неубыточна механическая подача воды в искусственные пруды.

Как было указано, наиболее трудно урегулировать воздействие на низовья. Мыслится более рациональное мелиоративное использование уменьшенного разлива и с трудом намечаются дорогостоящие гидротехнические мероприятия при полном разборе весенних вод. Отсутствие гипсометрических карт низовий рек и достаточного опыта по мелиорированию затрудняют прогнозы, требуют исследований широкого порядка. Ревизуются биологические обоснования рыбного хозяйства, пластичность биологических приспособлений у рыб, изменяется физиология водоемов и вносится в стихийное, по большей части, рыболовство больше организующего начала. Все это в том случае, если своевременно будут учитываться строительством плюсы и минусы, получаемые при сооружениях и будут ставиться соответствующие изыскания.

Ленинградский Институт
Рыбного Хозяйства

История науки

НЕКОТОРЫЕ ПАРАЛЛЕЛИ ИЗ ИСТОРИИ ХИМИИ

Проф. М. А. БЛОХ

I

В трудах Маркса, Энгельса и Ленина нет специальных работ по химии, но в их работах, в особенности в „Диалектике природы“ Энгельса и в „Материализме и эмпириокритицизме“ В. И. Ленина встречаются поразительные по меткости отдельные характеристики эпох и вопросов химии.

Напомню, что еще задолго до Крукса, Винклера, Вальдена, Маркс указывает на экономическое значение химии и в частности отбросов.

„Каждое завоевание в области химии не только умножает число полезных веществ и число полезных применений уже известных веществ, вызывая таким образом рост капитала и расширение сферы его приложения. Прогресс химии научает также вводить экскременты (отбросы) производства и потребления обратно в круговорот процесса воспроизводства и создает таким образом материю нового капитала без предварительной затраты капитала“ (Капитал, т. I, 478).

Также нельзя обойти историю химии примеч. 89 „Капитала“ Маркса (стр. 281) в главе „Машины и крупная промышленность“ о необходимости написания такой истории технологии, которая представляла бы собою „историю образования производительных органов общественного человека, историю этого материального базиса каждой особой общественной организации“. „... по выражению Вико, „человеческая история тем отличается от естественной истории, что первая сделана нами, вторая же не сделана нами“.

Моя работа по истории химии приучила меня пользоваться по возможности первоисточниками, и, обратившись к ним, я неожиданно нашел совпадение некоторых взглядов на этапы развития химии таких далеких по своему мировоззрению людей, как Энгельс, с одной стороны, Chevreul, Hoffmann, Mieli и Metzger с другой, — совпадение, лишний раз, показывающее, насколько Энгельс опередил свое время.

Не останавливаясь на точной характеристике исторического развития алхимии, данной Энгельсом (Диалектика природы), указывающего, что без алхимии не было бы химии, напомним выдвижение им значения Бойля.

„Бойль делает из химии науку“ (Диалектика природы, 40) и далее он замечает: „Химия эмансипировалась от алхимии, только благодаря теории флогистона“ (I. с., 88).

Не менее интересна оценка Энгельсом роли Лавуазье. Вот, что он по этому поводу пишет: „... в естествознании мы достаточно часто встречаемся с теориями, в которых реальные от-

ношения поставлены на голову, в которых отражение принимается за объективную реальность и которые нуждаются поэтому в подобном перевертывании. Такие теории довольно часто господствуют долгое время. Подобный случай представляет нам учение о теплоте, которая почти в течение двух столетий рассматривалась, как особая таинственная материя, а не как форма движения обыкновенной материи; только механическая теория теплоты произвела здесь необходимое перевертывание. Тем не менее физика, в которой царила теория теплорода, открыла ряд важных законов теплоты... Точно также в химии теория флогистона своей вековой экспериментальной работой добыла тот именно материал, с помощью которого Л. сумел открыть в полученном Пристли кислороде реальный антипод фантастического флогистона, что дало ему возможность отвергнуть всю эту флогистическую теорию. Но это не означало вовсе, что были отвергнуты опытные результаты флогистики. Наоборот, они сохранились, была только перевернута их формулировка, — переведена с языка флогистона на современный химический язык“ (I. с., 73—74).

Лавуазье является таким образом, по мнению Энгельса, блестящим завершителем эпохи флогистона, заканчивающим сборительный период в химии.

„В химии, говорит он, новая эпоха начинается с атомистики {поэтому не Лавуазье, а Дальтон — отец современной химии}“ (I. с., 115).

И он же, далее, намечает новейшую стадию развития химии в сторону изучения белков и ферментов.

... „Благодаря этим трем великим открытиям,¹ пишет Энгельс — основные процессы природы объяснены, сведены к естественным причинам. Здесь остается добиться еще только одного: объяснить возникновение жизни из неорганической природы... Химия все более и более приближается к решению этой задачи, хотя она и далека еще от этого“ (I. с., 216).

Перейдем к упомянутым выше историкам химии; остановимся прежде всего на Шевреле. Известно, что этот знаменитый химик, проживший 103 года (1786—1889), открыл реакции омыления, послужившие основой развития жировой

¹ К ним Энгельс причисляет: открытие механического эквивалента теплоты (Робертом Майером, Джоулем и Кольдингем), органической клетки (Шванном и Шлейденом) и теорию развития Дарвина.

промышленности, в особенности — мыловаренной, и положил начало производству стеариновых свечей; мало известно, что Шеврель предвидел явления изомерии и что он также был выдающимся физиком (замечательные исследования по теории красок); и совершенно забыто, что он был автором ряда книг, посвященных научной методологии, философии и истории химии¹.

Значительная часть трудов Шевреля, кроме того, затеряна в различных, мало доступных периодических изданиях (напр., *Journal des Savants*, Paris 1851 и сл.), при чем до сих пор никто не занимался систематическим изучением их.

Прежде всего назовем его труд „*Histoire des connaissances chimiques*“,² вышедший в 1866 г., и являющийся только введением к более значительному и обширному труду, лишь небольшой отрывок которого увидел свет. Этот отрывок „*Résumé d'une histoire de la matière depuis les philosophes grecs jusqu'à Lavoisier inclusivement*“³ издан в 1878 г.

Шеврель разделяет историю химии (до смерти Лавуазье) на следующие периоды:

Первый заканчивается основанием музея в Александрии (от 285 до 247 г. до нач. н. эры). Если в него и не входит ни один подлинный документ, относящийся к самой химии, то он охватывает представления о материи, созданные греческими атомистами, Платоном, Аристотелем и их последователями.

Второй период начинается основанием музея в Александрии (285—247 до нач. н. эры). В него входят труды Плотина (Plotin) и Гебера, относящиеся к IX веку нашей эры.

Третий период начинается десятым веком и охватывает время до Бехера (Becher).

Четвертый период — Бехер и Сталь (Georges Ernest Stahl). Гипотеза Сталя о флогистоне.

Пятый период начинается трудами Ньютона (1717 г.), Etienne'a Francois Geoffroy (1718 г.) и охватывает химические работы Lavoisier. Он заканчивается 1794 г.⁴

¹ Edmund O. v. Lippmann был одним из немногих химиков, в своих исторических работах упоминающий Шевреля (ср. „*Entstehung u. Ausbreitung der Alchemie*“, т. I, 1919, особенно стр. 495, 654, а также ряд его др. работ). В моем Биограф. Справочн. химиков, 1929, т. I, 122) я цитировал эти работы Шевреля, но заслуга настойчиво обратить внимание историков знания на них принадлежит Hélène Meitzer (Archeion, vol. XIV, № 1 (1932), 6—11: „Eugène Chevreul, historien de la chimie“).

² Париж, Gide, in 8°. Эта же работа появилась в том же году у Guérin под названием: „*Introduction à l'étude des connaissances chimiques. Connexions des Sciences du domaine de la philosophie naturelle exposées conformément à la méthode a posteriori ou expérimentale sous le double rapport de l'analyse et de la synthèse*“.

³ Didot, in 4°.

⁴ Chevreul включает в пятый период (Résumé, стр. 25 и сл.) следующих лиц: а) химиков: Boerhaave, C. de la Garaye, Beccaria, Venel; б) приверженцев Stahl'я: немцы — Pott, Margraff; шведы — Bergmann, Scheele; французы — G. Rouelle, H. M. Rouelle, Macquer; англичан — Priest-

Таким образом, в противоположность мнению большинства историков знания и некоторых философов, Шеврель приписывает Ньютоновской философии преобладающее влияние на возникновение и обновление химических доктрин.

Шеврель указывает на то, что теоретические выводы, сделанные Лавуазье, перевернули самую манеру восприятия состава или структуры различных материальных субстанций, хотя в то время никто этого ясно не почувствовал. Для старых ученых, как Бехер и Сталь, да и для многих современников Лавуазье, элемент был последней стадией „духовного анализа“ (*analyse mentale*) качеств изучаемого тела; таким образом, элементы, являвшиеся носителями определенных свойств, сообщали их сложным или „смешанным“ телам, составной частью которых они являлись; если во время какой-нибудь реакции исчезало одно из свойств вещества, то следовательно элемент, его сообщавший, переместился; такова была роль не только флогистона, но и всякого элементарного начала; таким образом, опыт вскрывал природу элементов без необходимости и возможности изолировать их. Химический анализ, введенный Lavoisier, является уже не перечислением свойств, а материальным разложением субстанции на более простые тела, и точные взвешивания подтверждают, что сумма весов составных частей или простых тел равна весу сложного тела, из которого они получены.

Однако, Шеврель не согласен с большинством историков химии, ведущих начало химии, как науки, от Лавуазье, и пытается анализировать его творчество и причину его славы на фоне всей эпохи. По мнению Шевреля, проницательный ум Лавуазье сумел сделать окончательные выводы из философии Ньютона о материи и из открытия газов... Лавуазье таким образом блестяще завершает эпоху в истории химии.

Вопрос о роли и характере творчества Лавуазье тесно связан с переоценкой теории флогистона за последние 10 лет.

П. И. Вальден в своем докладе в Немецком Химическом О-ве „*Berliner Chemiker und chemische Zustände im Wandel von vier Jahrhunderten*“ (Ber. d. d. chem. Ges. 1930, 87—106) пишет (стр. 93): „Не было ли толкование Сталя в конце концов последовательно правильным, если рассматривать непосредственное физическое явление (при изучении теплоты или света), как существенное, а изменение материи, как вторичное, побочное? Последнее лишь тогда стало первичным, когда познали кислород, как вещество, и получили его. Нас заставляет задумываться основная идея Сталя, что металлы — сложные тела — разве по прошествии ста лет Дэви, Берцелиус не высказывали ту же идею? И так же мы должны задумываться над фактами, что Марграф, Шееле, Пристлей, Кевендиш и т. д. сделали свои классические открытия, будучи убежденными флогистиками.“¹

ley, Cavendish. б) приверженцев Ньютона: Newton, Geoffroy, Black, Richter, Lavoisier. Chevreul упоминает также: Jean Rey ум. в 1645, Jean Mayow (1645—1679) Etienne Hales (1677—1761).

¹ Сталь в сущности различает теоретическую и экспериментальную химию „*Fundamenta chy-*

В Sitzungsberichte d. preuss. Ak. d. Wiss. 1931, LVIII—LXVI (1931) мы находим доклад Hofmann'a на тему „Finden und Forschen in der älteren Chemie bis zur Phlogiston-Theorie von Stahl“, в котором он доказывает, цитируя упомянутое мнение П. И. Вальдена, что с точки зрения физико-химика „очищенная“ теория флогистона (поскольку физики во времена Карно считали теплоту едва весомым или не весомым (практически) веществом, поскольку затем теплота рассматривается, как одна из форм энергии практически не весомой массы, и сам Сталь принимал флогистон за едва весомое вещество) — теории химической энергии. Он приходит к заключению, что „немецкий врач Георг Эрнст Сталь основал научную химию“.

Это заключение напоминает нам о том значении национального фактора, который не мог не сыграть своей роли в различных буржуазных историях химии при оценке роли того или другого учения.

Известно, что сам Лавуазье решительно возражал против утверждения, что его учение представляет собою учение французской школы химиков: „Cette théorie n'est donc pas connue; je l'entends dire la théorie des chimistes français, elle est la mienne et c'est une propriété, que je réclame auprès de mes contemporains et de la postérité (ср. Berthelot. La révolution chimique, Lavoisier, p. 142 (1890)).¹

В 1843 г. известный немецкий историк химии Копп, беспристрастие которого общепризнано, пишет: „Anhänglichkeit an das hergebrachte System und nationales Vorurtheil vereinigen sich, um gegen jede Neuerung in der Verbrennungstheorie Widerstand zu leisten... erst gegen das Ende des vorigen Jahrhunderts, ein Jahrzehnt später als in Frankreich, wird die antiphlogistische Theorie in Deutschland zur herrschenden“.²

В 1868 г. Вюрц (Würzt) в своем знаменитом „Dictionnaire de chimie“ пишет: „La chimie est une science française“. — „Vainement un grand esprit, George Ernest Stahl, avait essayé au commencement du XVIII siècle de lui donner une base scien-

tiæ dogmaticæ et experimentalis,“ Nürnberg, 1723). В своей книге „Zymotechnia fundamentalis“ (1697) он таким образом высказывает следующие мысли о брожении (гниении), повторяющиеся у Либиха в 1839 г.: Тело, находящееся в состоянии гниения, легко может вызывать его в другом, еще не гниющем теле; такое уже находящееся в состоянии внутреннего движения тело может очень легко втянуть в такое внутреннее движение другое тело, еще находящееся в состоянии покоя, но склонное к такому движению.

О Стале ср. очерк Richard'a Koch'a в Bugge's „Buch der grossen Chemiker“, T. I, 1929.

¹ „Эта теория ведь неизвестна; эта теория не французских химиков, а моя собственная, на которую я предъявляю свои права перед моими современниками и потомством“.

² „Привязанность к прежней системе и национальные предрассудки объединились в деле сопротивления введению каких бы то ни было новых веяний в теорию горения... только примерно в конце прошлого столетия, — на десятилетие позже, чем во Франции, — антифлогистонная теория и в Германии получила общее признание“.

tifique. Son système ne put résister à l'épreuve des faits et à la critique puissante de Lavoisier.¹

В 1910 г. Оствальд, тот же самый, который в 1914 г., забыв интернационализм науки, подписал „манифест 93“, ответил на эту фразу Вюрца: „... Вюрц претендует на то, что химия — французская наука; сегодня никто не позволит себе сказать, что она принадлежит определенной стране. Различные народы внесли и вносят свою долю в создание науки“ (Fondements énergétiques de la civilisation. Paris, 1910, p. 135).

Полемика между французскими и немецкими химиками неоднократно обострялась. Ср., напр., M. Delacré, Histoire de la chimie. René Lote, Les origines mystiques de la science allemande, p. 91—93.

Вопрос о роли Лавуазье в истории химии был предметом ряда докладов в Section d'histoire des sciences du Centre international de Synthèse (18. XI. 1931) Hélène Metzger и Aldo Mieli.²

Как указывает сама Metzger, она, не зная о работах Шевреля, пришла к своим отличным от обычно принятых взглядам³ во многом сходным с идеями последнего. Не будучи знакома с его „Résumé d'une histoire de la matière“ и, следовательно, не находясь под влиянием Шевреля, Metzger в 20-х годах этого столетия пришла к таким же выводам, которые некоторым мыслителям могли показаться столь же новыми, как и парадоксальными.

В последнем упомянутом докладе и работах Metzger подробно останавливается на опровержении мнения, что до Лавуазье не существовало химии,⁴ напоминая слова Либиха: „Прежде чем взвешивать, надо знать, что взвешивать“, и на влиянии идей Ньютона на развитие химии.⁵

А. Миели (Mieli) — независимо от Metzger — в ряде работ (с 1906 г.)⁶ различает период от Бойля до Лавуазье (включ.) — пневматический и период атомистический — после Лавуазье (ср. выше замечание Энгельса). В своем последнем докладе он приходит к заключению, что открытие кислорода не было заслугой Лавуазье, а что „celui-ci réside surtout dans la façon de laquelle il a su comprendre

¹ „Химия — французская наука... Тщетно великий ум Георга Эрнста Сталя пытался подвести под нее в начале XVIII века научную базу. Его система не могла устоять под натиском фактов и могучей критики Лавуазье“.

² Archeion, 1932, № 1.

³ Archeion, IX (1928), 243—256, 433—461; XI (1929), 13—15, 190—197; ср. H. Metzger: „Newton, Stahl, Boerhaave et la doctrine chimique“, 1930. „Les doctrines chimiques en France du début du XVII à la fin du XVIII siècle. Première partie. 1923.“

⁴ Ср. также P. Walden. Mass, Zahl, und Gewicht in der Chemie der Vergangenheit. 1931. Русск. перевод П. М. Немзера под ред. М. А. Блох готов к печати. Гос. Техн.-Теорет. Изд.

⁵ Ср. E. Bloch. Einfluss u. Schicksal der mechanistischen Theorien in der Chemie. Studien z. Gesch. d. Ch. Festgabe Edmund O. V. Lippmann. Herausg. von Jul. Ruska. 1927, 204—207. — Das chemische Affinitätsproblem, geschichtlich betrachtet. Isis, 1926, vol. VIII, 1, 119—157; данные о 17-ом столетии он опубликованы в двух статьях в Isis. T. I.

⁶ Page de storia della chimica, 1922. — Lavoisier. Profilo, 1916. — Le rôle de L. dans l'histoire

les faits connus à son époque, et de la manière, qu'il a su élaborer leur théorie".¹ Он настойчиво подчеркивает, что, относя Лавуазье к типу ученого, „qui a su par un génie d'organisation et de synthèse, ordonner logiquement des faits déjà connus, mais qui, dans les conceptions antérieures, offraient des difficultés ou semblaient se contredire",² он его не считает гением³ 2-го порядка.

Миелли анализирует многочисленные проблемы, затрагиваемые Лавуазье. — Это прежде всего проблема элемента, определение, которое создано Бойлем (Boyle)⁴ и Юнгиусом (Jungius)⁴ и окончательно развито Лавуазье.

Затем проблема дыхания, горения. Миелли проводит параллель между Лавуазье и Каннишцаро и указывает, что на ряду с учеными, резюмирующими работы эпохи, существуют ученые-инициаторы новых идей, никогда не завершающие эпохи, например, Дальтон (ср. у Энгельса), но его определение атомных весов были ошибочно, и он возражал против закона Гэ-Люссака.

Интересна еще дальнейшая параллель, проводимая Миелли. Лишь введение Кеплером эллиптических орбит, через сто лет после того как Коперник высказал свое представление о системе мира, обосновало гелиоцентрическую идею.

Но никто не скажет, что работы Дальтона или Коперника были не нужны. Но это ученые другого рода, чем Лавуазье или Каннишцаро.

Ничего нет более ложного, говорит Миелли, чем утверждение: „La chimie est une science française. Elle fut créée par L. d'immortelle mémoire". В современной форме химия суще-

des Sciences. Archeion, 1932, № 1, 51—56. Scientia, 1916, f. 4; 1917, f. 9 et 12; 1918, f. 1; 1914, f. 3.

¹ „...а что последняя заключается скорее в форме, в которой он делал понятными факты, уже известные в его время и в его способе изложения теории".

² „... который умел, благодаря своему организаторскому таланту и способности к синтезу, привести в логическую связь уже известные факты, но которые в их внутренней концепции натакаивались на ряд затруднений или казались противоречивыми".

³ В серии „Ostwald's Klassiker der exakten Naturwissenschaften" № 229 (1929) вышла работа Бойля „Der skeptische Chemiker" (перев. Eduard u. Moritz Färber). П. И. Вальден указывает, как один путь химической мысли ведет от учения Сталя к флогистикам Кевендишу, Пристли, Шееле и от них — к Лавуазье и Дальтону, а другой — от элемента Парацельза „соль" к Rouelle'ю, Wenzel'ю и Рихтеру, т. е. к стехиометрии и к Берцелиусу. (Ср. P. Walden, Rob. Boyle u. der „skeptische Chemiker". Z. angew. Ch., 1930, 199. 200).

⁴ P. Walden — I. c. Ср. также о Jungius'e: „Naturforschung u. Naturlehre im alten Hamburg". 1927. — Festschrift der Hamburgischen Universität anlässlich ihres zehnjährigen Bestehens. Beitr. zu Jungius-Forschung. Im Auftrage der Jungius-Kommission herausg. v. Ad. Meyer. 1929. — Hans Schimank. Zur Gesch. d. exakten Naturwiss. im alten Hamburg. 1928. — Joachim Jungius. Zwei Disputationen über die Prinzipien (Teile) der Naturkörper. Herausg. von Ad. Meyer. 1928.

ствовала уже за 2 столетия до Лавуазье и изучала проблемы, окончательное разрешение которых составило славу Лавуазье. Лавуазье не открывает эпохи, он славно завершает одну из важнейших в истории химии эпох. В сочинениях Лавуазье собраны результаты трудов двух столетий.¹

Нельзя не удивляться, видя по прошествии десятков лет, как Шеврель, Гофман, Меттгер, Миелли приходят к переоценке эпох химии, прозорливости Энгельса. Часто указывают, что Энгельс, интересуясь успехами химии, всегда бывал в курсе новейших достижений, благодаря своей дружбе с известным химиком-органиком К. Шорлеммером.² Однако, просмотрев исторический очерк возникновения и развития органической химии, написанный последним, мы в нем не нашли никаких указаний на то, чтобы Шорлеммер разделял взгляды Шевреля на роль Лавуазье.

Изучение истории химии убеждает нас, что и одно открытие нельзя называть самостоятельным в полном смысле слова. Каждое открытие обуславливается потребностями времени и подготавливается предшествовавшими работами.

Понятно, что какое-нибудь открытие могло быть сделано одновременно несколькими лицами, потому что при известных условиях оно необходимо должно было последовать; весьма естественно, что эти условия могли действовать на нескольких лиц; также понятно, что, перефразируя слова Г. Коппа, высказанные им в введении к его „История химии", мы признаем науку за целостный развивающийся организм, а ученых — за органы, а не за повелителей науки.

Абсолютно точное разграничение отдельных эпох химии, конечно, невозможно, и сама теория флогистона является прекрасным примером того, как иногда история крушения теории является не менее, если не более поучительной, чем история самой теории, и ученый, являющийся как бы фокусом, в котором собирается наследие предшествовавших эпох, в то же время помогает открывать новые страницы в истории. Размышления над гранями, хотя бы динамическими, таких эпох способствуют лучшему проникновению в понимание эпох прошлого и настоящего, генезиса научной мысли.

Этими немногими историческими справками и сопоставлениями мы позволим себе закончить нашу небольшую статью.

¹ Многочисленные работы о Лавуазье опубликованы М. Speter'ом, оспаривающим преувеличивающую роль его (Lavoisier und seine Vorläufer, 1910, см. его очерк в Bugge, „Buch der grossen Chemiker, 11, 1930), и A. v. Meldrum'ом (Eighteenth Century. Revolution in Science — The first phase. 1930. Ср. их полемику (Archeion, 1932, № 2).

Наконец, следует упомянуть работу М. Meyerson'a „De l'explication dans les sciences". Ср. также М. А. Блох. Антуан Лоран Лавуазье.

² C. Schorlemmer. The Rise and Development of Organic Chemistry. Manchester and London. 1879 (франц. перев. Claparède: Origine et Développement de la Chimie Organique. Paris. 1885. — Переаб. изд. на нем. яз.: Der Ursprung und die Entwicklung der organischen Chemie. 1889.

Новости науки

АСТРОНОМИЯ

Новый метод определения силы тяжести упругими маятниками. В 1931 и 1932 гг. появился ряд статей¹ в докладах Парижской Академии Наук и других французских журналах двух ученых — Хольвека (Holweck) и Лежея (Lejay). В этих статьях они сообщают об опытах по определению силы тяжести с помощью совершенно нового принципа наблюдения упругих маятников. В течение двух лет им удалось значительно усовершенствовать первоначальную идею, и последние сообщения в декабре 1932 г. в французском физическом обществе и в Парижской Академии Наук показывают, что им удалось преодолеть трудности, окончательно разработать метод и построить прибор, во много раз превосходящий по простоте, точности и быстроте обычный метод наблюдения свободных маятников, которым пользовались и пользуются до сих пор у нас и за границей.

Основная идея метода и прибора заключается в следующем: вертикальный кварцевый стержень (см. фиг. 1), длиною около 10 см, снизу укреплен на тонкой плоской пружине и может совершать периодические колебания около вертикального положения. Очень тонкая пружина сделана из „элинвара“ — сплава, отличающегося тем свойством, что упругость его мало меняется с изменением температуры. Маятник при движении находится под влиянием двух сил: с одной стороны упругой силы пружины, которая стремится вернуть его в вертикальное положение равновесия и, с другой стороны, под влиянием силы тяжести, которая начинает действовать на стержень маятника, как только он выйдет из вертикального положения.

Элементарная теория показывает, что период качания такого упругого маятника будет равняться

$$T = \pi \sqrt{\frac{l}{\gamma - g}} \quad (1)$$

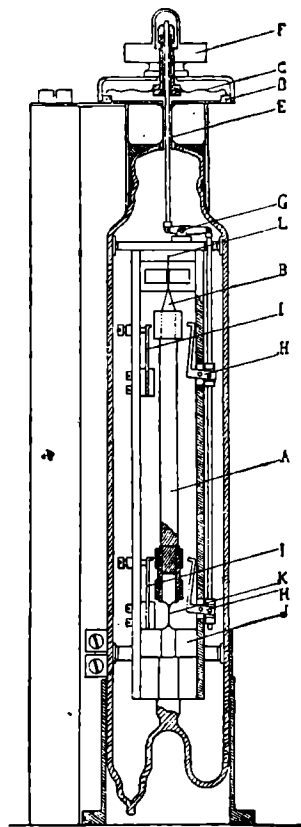
где l — длина, g — ускорение силы тяжести и γ — коэффициент, связанный с упругими свойствами пружины. Из формулы (1) следует основная формула метода для определения силы тяжести

$$g = \gamma - \frac{K}{T^2} \quad (2)$$

где g и $K = \pi^2 l$ суть постоянные прибора. Эти постоянные можно найти на основании наблюде-

ний в опорных пунктах с известными значениями силы тяжести.

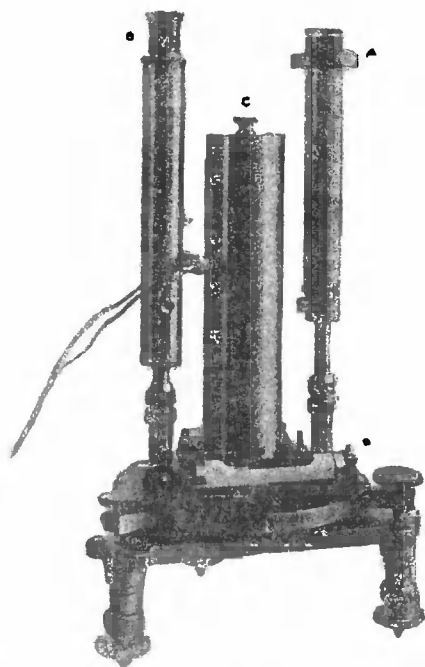
Уменьшая толщину пружины, удалось достигнуть увеличения периода маятника до 6 сек. времени. Это повлекло к увеличению точности наблюдений и к значительному ускорению наблюдений. Для достижения точности в определении силы тяжести до 0,001 см достаточно было период такого маятника определять с точностью до 0,001. Для достижения той же точности при обычных наблюдениях свободных маятников приходится вести наблюдения до 0,0000001. Само собой



Фиг. 1.

Схема первоначальной модели упругого маятника. A, B — кварцевый стержень; J, K — основание маятника с пружиной из элинвара; E, G, H, J — арретирное приспособление; C, D — мембрана для передачи движения с помощью винта; F — арретирное приспособление; L — приспособление для наблюдения периода качания маятника.

¹ C. R. de l'Académie des Sciences de Paris, 1931 и 1932 гг. Bulletin bi-mensuel, № 332, 1932, Société Française de Physique и др.



Фиг. 2.

Новая модель 1932 г. прибора для определения силы тяжести. А — микроскоп для наблюдения периода качания маятника; В — микроскоп для отсчета температуры и освещения; С — маятник; D — уровень для установки прибора

разумеется, что из-за такой повышенной точности в наблюдениях обычных маятников, приходится вести наблюдения в течение целых суток, вводить поправки за температуру, давление, амплитуду, ход часов, качание штатива и т. п. В новом методе наблюдений почти никаких поправок вводить не приходится.

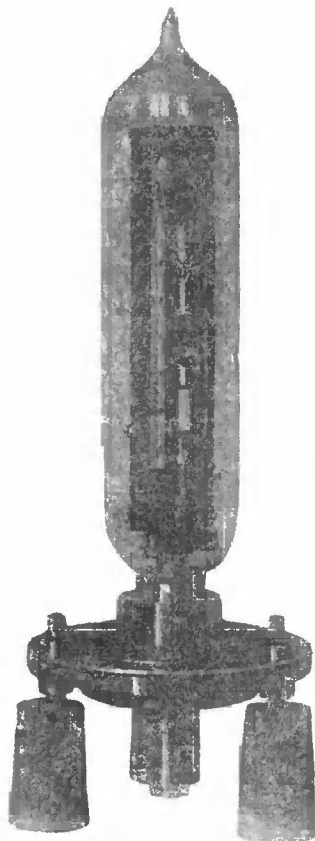
20 июля 1932 г. была закончена четвертая модель нового прибора (см. фиг. 2 и 3) со всеми усовершенствованиями, которые вытекали из целого ряда опытных исследований. Период маятника в Париже был $T=6.35$. Для наблюдения периода качания маятника пользовались обычным методом, отмечая с помощью хронометра прохождение маятника через положение равновесия в поле зрения микроскопа. Полное наблюдение занимало около 10 минут. Шесть-восемь подобных серий давали возможность определить период маятника с точностью до 0.0001, а, следовательно, силу тяжести с точностью меньшей „миллигала“ или 0.001 см. Наблюдения на одной точке с установкой и укладкой инструмента занимали от 2 до 3 часов.

Самым интересным является вопрос, как ведет себя упругая плоская пружина маятника с течением времени, и каково влияние температуры. С этой целью были произведены подробнейшие исследования. Для изучения изменений в упругом действии пружины, в течение пяти месяцев подряд (с июля по ноябрь 1932 г.) произво-

дились наблюдения на четырех опорных станциях. В это же самое время, тем же прибором, производились полевые наблюдения, и прибор перевозили по железной дороге на расстояние 1500 км, затем на автомобиле более, чем на 7000 км. В таблице 1 приведены результаты повторных наблюдений на четырех опорных пунктах.

Из этой таблицы мы видим, что период маятника за все время изменялся только в пределах нескольких единиц четвертого знака, т. е. в переводе на силу тяжести можно сказать, что изменения периода маятника не вызывали в силе тяжести изменений даже на один миллигал. Это исключительный по точности результат, по сравнению с обычной картиной, которую мы наблюдаем с маятниками Штернека. Там возможны иногда изменения в длине маятника до 50 миллигал.

Из этих же повторных исследований выяснилось постепенное, пропорционально времени, изменение упругих свойств, примерно на один миллигал в течение недели. Эти изменения



Фиг. 3.

Вид центральной части прибора для определения силы тяжести. Маятник на упругой пластинке качается в стеклянной колбе под вакуумом.



Фиг. 4.

Наблюдения с новым прибором. Определение силы тяжести в Париже производят Хольвек и Лежей.

учтены, и в таблице 1 все наблюдения приведены к 23 июля.

Таблица 1

Дата	Периоды маятника			
	Париж	Гасе	Ку-терье	Ла-Барбе
21—22 VII	6.3476	—	—	—
25 VII,—2 VIII . .	6.3476	—	—	—
6—11 VIII	—	—	—	6.3234
24 VIII	—	—	6.3319	—
27 VIII	—	6.3377	—	—
28 VIII,—4 IX . .	—	—	—	6.3231
5—14 IX	6.3476	—	—	—
15 IX	—	6.3373	—	—
16 IX	—	—	—	6.3231
19 IX	—	—	6.3320	—
21 IX	—	—	—	6.3334
27 IX	—	—	—	6.3235
27 IX	—	—	6.3317	—
1—2 X	6.3476	—	—	—
16—17 X	6.3470	—	—	—
9 XI	6.3476	—	—	—

Температурный коэффициент был определен из специальных наблюдений и оказался для периода около 0.003 на один градус, т. е. достаточно отсчитывать температуру с точностью до 0.2°. Поправка за давление отсутствует, ибо маятник заключен в стеклянный сосуд и колеблется в безвоздушном пространстве. Поправка за амплитуду не принимается во внимание, а для обеспечения точности в каждой точке наблюдают при одной и той же начальной амплитуде. Поправка за ход часов не имеет практического значения, и хронометр может иметь колебание в суточном ходе до нескольких секунд времени.

С помощью нового прибора (см. фиг. 4) в течение сентября 1932 г. Хольвек произвел гравитационную съемку в области к юго-западу от Парижа и обнаружил существование очень крупной отрицательной аномалии около Алинона.

В течение октября и ноября Лежей произвел наблюдения на севере Франции. Этот ряд наблюдений примыкал к ряду Хольвека и бельгийским наблюдениям, произведенным с обычными штернековскими маятниками. Всюду получилось прекрасное совпадение.

Для обработки наблюдений пользовались формулой (2) с численными коэффициентами.

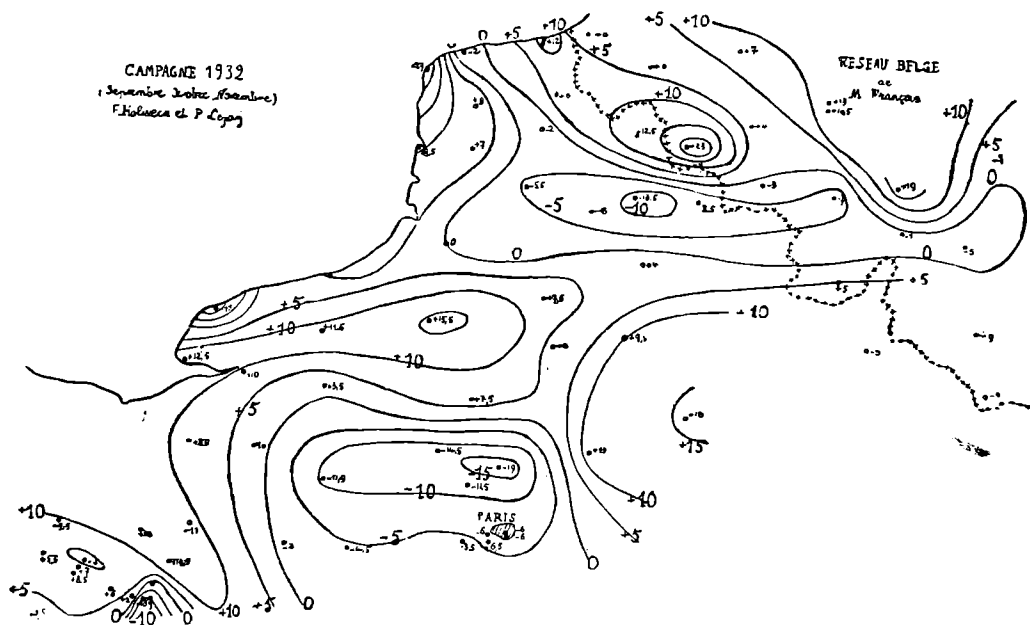
$$g = 986 \cdot 430 - \frac{221 \cdot 0}{T^2} \quad (3)$$

Численные коэффициенты были определены на основании трех опорных пунктов: Париж ($g = 980.941$), Лион ($g = 980.629$) и Дюнкер ($g = 981.168$). Наблюдения в опорных пунктах с точностью до миллигала удовлетворяют формуле (3). Всего было определено около 75 точек, и проведен ряд специальных исследований о которых было упомянуто выше. Результаты наблюдений 1932 г. вместе с проведенными изогаммами показаны на прилагаемой карте (см. фиг. 5).

Этот успех с новым прибором для определения силы тяжести, точность, простота и быстрота наблюдений сразу же обратили на себя внимание председателя французского Комитета геодезии и геофизики Перье (Perrier), и последний в своем докладе предлагает закончить составление общей гравитационной съемки Франции исключительно пользуясь новым методом.

В своем последнем письме ко мне, директор Астрономической Обсерватории Ци-Ка-Вей Лежей пишет, что с подобным прибором сейчас начинается общая гравитационная съемка в Китае близ Шанхая.

Стоимость определения одной точки новым прибором во Франции оценивается в 200 франков (около 16 руб.). Цена самого прибора выражается в сумме 15 000 франков (1200 руб.), и полный комплект оборудования, т. е. два прибора (для контроля) и добавочная аппаратура стоит 40 000 франков (или около 3200 руб.). Эти цифры указывают на большую экономическую выгоду нового метода, не говоря уже о том, что новым прибором при общей съемке возможно каждые сутки делать по две точки, а при специальных работах на коротких расстояниях



Фиг. 5.

Результаты общей гравитационной съемки северной Франции, полученные с помощью нового прибора в 1932 г. Изогаммы — линии равной аномалии в силе тяжести — проведены через 10 миллигал (0.010 см/сек^2).

можно, при полной нагрузке, довести число точек до пяти в сутки.

При современных наблюдениях с маятниками Штернека с большим трудом удастся сделать 10 точек в месяц.

Б. Нумеров.

Ленинград
Астрономический институт

Шаровые звездные кучи во внегалактических туманностях. Шарообразные звездные кучи, в числе около сотни, находятся в нашей Галактической звездной системе.

Изучение их привело Шапли (Shapley) к ряду важных выводов о форме и размерах последней, а также помогло ему, из изучения распределения шаровых куч, вывести положение динамического центра всей Галактической системы.

Шаровые кучи представляют собой скопления множества звезд более или менее сферической формы.

Эта форма и особое распределение звезд внутри каждой кучи, вместе с замечательным подобием куч друг другу, делает их, как, сказано уже выше, мощным средством изучения тех больших образований, в которые они входят ингредиентами.

Значительные черты сходства между нашей Галактикой и внегалактическими туманностями позволяют, по аналогии, ожидать существования групп шаровых куч и в последних.

Ближайшими к нам внегалактическими образованиями являются знаменитые Магеллановые

Облака, представляющие каждую пеструю смесь многообразных видов звезд, газовых туманностей и звездных скоплений.

И действительно, еще задолго до нашего времени, когда была обнаружена „вне-галактическая“ природа Магеллановых Облаков, был зарегистрирован ряд „шаровых“ куч в обоих Магеллановых Облаках. Однако, только фотографическая пластинка смогла окончательно разрешить этот вопрос, и в настоящее время Шапли смог с уверенностью насчитать две безусловно шаровые кучи в Малом Магеллановом Облаке и 8 в большом.

Вопрос о еще 20, повидимому, также шаровых кучах подвергается сейчас исследованию.

Первоначальное решение вопроса о природе этих образований в Магеллановых Облаках зависело от структурных соображений, но дальнейшее изучение показало, как и должно было рассчитывать, что и другие характеристики этих образований, как интегральные спектральный тип и яркость, размеры и некоторые другие находятся в согласии с характеристиками подробно изученных шаровых туч, принадлежащих к нашей звездной системе.

Однако, Магеллановы Облака не могут быть названы типичными представителями внегалактических образований.

Дело в том, что во первых, расстояние их от центра Галактической системы невелико сравнительно с расстояниями других внегалактических образований. Эти Облака, ближайшие из внегалактических туманностей, занимают промежуточное место по своей „галактической“ природе

я, возможно, как это и делает Шопли, считать их более тесно-связанными с Млечным Путем, чем это допускается относительно „чистых“ внегалактических туманностей.

Однако, дело обстоит не только и не столько так.

Магеллановые Облака принадлежат к классу неправильных внегалактических туманностей, довольно редкому и скорее не характерному для последних образований, как хорошо известно читателям „Природы“ (см., напр., нашу статью в № 9, 1932 г.).

Огромное большинство внегалактических туманностей принадлежит к классам спиральных или эллиптических туманностей. Поэтому, наличие шаровых куч в Магеллановых Облаках имеет, конечно, меньший космологический интерес, чем имело бы возможное наличие их во внегалактических туманностях других, более типичных и распространенных классов.

Появившаяся в июльской книжке текущего года „The Astrophysical Journal“ работа крупнейшего специалиста по внегалактическим туманностям Габла (Hubble) дает, повидимому, положительный ответ на вопрос о том, являются ли шаровые кучи нормальными, конституентами больших звездных образований, находящихся во внегалактической области.

Исследованию Габла была подвергнута преимущественно знаменитая Большая Туманность Андромеды, являющаяся одним из изученнейших объектов среди всех внегалактических туманностей, благодаря своей близости к нам и большим размерам. Именно в ней (а также в Большой Туманности, в Треугольнике) были впервые найдены принадлежащие этим звездным системам отдельные звезды, что и дало Габлу возможность в его, составивших эпоху, исследованиях определить расстояние, размеры и яркости этих туманностей и тем, в частности, окончательно укрепить „островную теорию Вселенной“.¹

Как предварительный основной вывод, в пользу которого Габл привел в своей новейшей работе ряд веских аргументов, и вытекает признание того, что 140 открытых Габлом туманных объектов в Большой Туманности Андромеды являются шаровыми кучами, о которых было сказано выше.

Большой опыт Габла в работе над такими трудными объектами, как лежащие на пределе видимости 60" и 100" Маунт-Уилсоновских рефлекторов области внегалактических образований, дает значительное основание надеяться что дальнейшие исследования подтвердят это замечательное открытие.

Сообщим вкратце его содержание.

Поводом к открытию послужило, повидимому, то обстоятельство, что около М 31² число слабых (и более отдаленных, чем М 31) туманностей невелико, в то время как на М 31 число туманных объектов, внешне сходных с этими слабыми внегалактическими туманностями, наоборот аномально-велико.

Более детальное рассмотрение на пластинках большого масштаба показало затем, что эти туманные объекты отличны от обычных слабых внегалактических туманностей, равно как и от звезд в М 31. Эти объекты малы, но имеют, однако, заметные размеры: от 10" до 4" в диаметре. Яркость их сильно увеличивается к центру каждого объекта. Форма их вполне симметрична, круглая. Число их порядка 140 (замечательна близость к числу галактических шаровых куч — 93). Яркость этих объектов от 15 до 18 звездной величины, т. е. невообразима мала.¹

Кроме высокой плотности числа этих объектов на один кв. градус неба по сравнению с плотностью числа внегалактических туманностей, в пользу того, что в лице этих объектов мы имеем не слабые внегалактические туманности 15—18 величины, а подчиненные М 31 образования, говорит также симметричное распределение всей группы объектов относительно ядра этой спиральной туманности.

Далее, форма их решительно круглая, в то время как большинство внегалактических туманностей решительно спиральные или змееподобно-эллиптические. Габл приводит в своей работе еще ряд убедительных аргументов в пользу субординации этой группы Большой Туманности Андромеды; но и сказанного, полагаем, достаточно, чтобы убедиться, что эта сторона проблемы уже теперь более или менее установлена. Но, если субординация этих объектов относительно Большой Туманности Андромеды не вызывает особых сомнений, то вопрос о природе этих образований обстоит не так просто. Уже сейчас, правда, найден ряд черт сходства этих шаровых образований с галактическими шаровыми звездными кучами. Так, например, линейные диаметры объектов в М 31 оказались от 4 до 16 парсеков,² в то время как размеры галактических шаровых куч того же порядка составляют в среднем 35 парсеков и изменяются от 6 до 50 парсеков. Таким образом, очевидно, что, хотя нет полного совпадения, но есть частичное. Примерно так же обстоит дело и со второй, наряду с диаметрами, важнейшей характеристикой этих объектов — их абсолютной яркостью. Ранги абсолютных яркостей их одинаковы, но галактические шаровые кучи на 1.5 величины в среднем ярче, чем объекты в М 31.

Опять-таки и здесь нет полного совпадения, но частично объекты обеих групп совпадают по яркостям. Указанные различия и приводят, несмотря на ряд замечательных черт соответствия с галактическими шаровыми кучами у новооткрытых объектов, всю проблему, пока, скорее еще в провозную стадию.

Лишь дальнейшие исследования покажут в чем смысл найденных и, повидимому, реальных различий: в том ли, быть может, что свойства систем шаровых куч, однородных внутри себя, отличны от системы к системе, и тогда возникнет ряд интересных вопросов о причинах этого, об эволюционном смысле этих отличий и связи их с возрастом „матери“ внегалактической туманности. И. и, быть может, будет найдено, хотя это представляется сейчас, правда, скорее менее

¹ См. цитированную нашу статью.

² Сокращенное название Большой Туманности Андромеды — номер ее в каталоге Мессье (Messier).

¹ Самые слабые объекты, доступные 100" рефлектору, всего на две величины слабее.

² Парсек = 3.26 световых лет = 3. 1.10¹⁸ см.

вероятным, другое объяснение природы этих образований: например, что они суть туманные узлы (может быть, скорее газовой или пылевой природы), наподобие известных образований в спиральных ветвях многих спиральных туманностей.

Как бы то ни было, проблема поставлена перед наукой. Плодотворность ее может иллюстрировать также и тот факт, что уже сейчас Габл указывает, что им подозреваются и другие внегалактические туманности, в смысле нахождения там аналогичных туманным объектам в М 31 образований. Он перечисляет не менее 5 таких туманностей. В знаменитой туманности М 33 (в Треугольнике), в частности, он нашел 12—15 объектов этого типа, которые в среднем слабее объектов в М 31 на 1.5 звездных величин.

На то, какое значение могут иметь эти новооткрытые образования для изучения структуры других галактик (и тем самым, для выяснения структуры и нашей галактической системы и ее места в мироздании) может служить указанием тот важный и вполне новый вывод, который делает Габл из изучения распределения этих туманных объектов в М 32. Он считает, что это распределение дает размеры всей системы М 31 порядка 100 000 световых лет.

Важно отметить, что до открытия Габлом этих объектов, размеры М 31 определялись цифрой значительно более низкой: 45 000 световых лет. Таким образом, эта исключительная по своим размерам спиральная туманность, возможно, еще больше. Интересно указать, что и размеры Млечного Пути, примерно, утроились после введения в рассмотрение системы галактических шаровых куч, а также, что, если этот вывод Габла подтвердится, им будет, в некоторой степени, нанесен удар новой и весьма интересной в ряде отношений, так называемой сверхгалактической гипотезе Шапли.¹ Большой важности вопросы встают перед специалистом по звездной астрономии при чтении работы Габла. Нет оснований для сомнений в том, что эта проблема будет в ближайшие годы продвинута настолько, что результаты ее смогут иметь не малое значение в ряде структурных и эволюционных задач Большой и Малой Вселенных.

М. Эйзенсон.

ФИЗИКА

Звуковые волны как дифракционная решетка (Доклад Лейпцигской Академии 9 мая 1932 г. П. Дебай).² По теории Л. Бриллюэна (Brillouin)³ рассеяние света в твердом теле можно

¹ Об этой гипотезе см. перевод статьи Шапли в „Мироведении“, 1931 г., а также нашу статью в „Человеке и Природе“, 1930 г.; в чем связь между открытием Габла и этой гипотезой, сейчас мы не можем распространяться; укажем только, что большие размеры М 31 по провизорной оценке Габла заставляют признать, в противовес Шапли, что разрыв между туманностями и нашей системой не настолько велик, как считал Шапли.

² P. Debye. „Schallwellen als optische Gitter“. Berichte über die Verhandlungen der Sächsischen Akad. d. Wiss. zu Leipzig, Math.-Phys. Klasse, 84, 125, 1932.

³ L. Brillouin. Ann. de Physique, 88, 1921.

рассматривать как Брагговское отражение от тепловых, упругих волн. В существенном, теория Бриллюэна не отличается от ранее выдвинутой теории Эйнштейна (Einstein).¹

В обеих теориях для объяснения рассеяния света привлекаются флуктуации плотности тела. Но Бриллюэн опирается на тот факт, что тепловые движения соседних атомов зависят друг от друга, и предлагает себе движение атомов (молекул), как суперпозицию звуковых волн совершенно так же, как это делает Дебай (Debye) для выяснения теплоемкостей. Главнейшие предположки теории Бриллюэна могут быть сформулированы так.

1) Рассеянный луч происходит вследствие оптического отражения первичного падающего луча от звуковых волн, надлежащим образом направленных, а именно так, что фронт звуковой волны образует разные углы с падающим и рассеянным лучом. Все другие звуковые волны значения не имеют.

2) Из всех таких звуковых волн в свою очередь имеют значение только те, для которых расстояние между плоскостями одинаковых фаз (т. е. длина волны) выбрано так, чтобы отраженный луч мог усиливать себя интерференцией.

Другими словами: длина звуковой волны должна играть роль расстояния между молекулярными плоскостями в формуле Брага

$$2\lambda \sin \theta/2 = \lambda$$

(λ — длина звуковой волны, λ — длина волны падающего луча, θ — угол между падающим и рассеянным лучом).

Для случая обыкновенного рассеянного света интерес этой интерпретации состоит в том, что при отражении вследствие конечной скорости звука должен наблюдаться эффект Доплера (Doppler). Я думаю, что этот эффект и был доказан экспериментально Гроссом (Gross)² и Мейером и Раммом (Meyer und Ramm).³ Интересно, что эффект возникает в жидкостях, чем и демонстрируется взаимная связь соседних молекул, находящихся в тепловом движении.

Во время посещения Массачусетского Института технологии в Кембридже (Mass. U. S. A.) мне пришла в голову идея испытать брагговское отражение на искусственных звуковых волнах. Опыты были произведены совместно с Ф. В. Сирзом (F. W. Sears) из названного института и соответствующий доклад был сделан в Вашингтонской Академии Наук в апреле 1932 года. Кристалл кварца был снабжен электродами, к которым подводилось переменное напряжение с частотой в несколько миллионов герц. Кристалл был погружен в жидкость (бензол, толуол, четыреххлористый углерод и т. д.), налитую в продолговатый сосуд с плоскими боковыми стенками. Звуковые волны длиной в несколько сотых долей миллиметра распространялись таким образом вдоль сосуда. Перпендикулярно к направлению распространения звука через боковые стенки сосуда пускался параллельный пучок лучей. Источником лучей служила освещаемая щель, находящаяся в главном фокусе выпуклой линзы. За сосудом

¹ A. Einstein. Ann. d. Phys., 33, 1275, 1910.

² Gross. Z. f. Phys., 63, 685, 1930. Naturwiss., 18, 718, 1930. Nature, 126, 201, 400, 603, 1930.

³ Meyer und Ramm. Phys. Z., 33, 270, 1932.

помещалась вторая линза, которая собирала параллельный пучок в фокальной плоскости. Первоначальным намерением было доказать существование брагговского отражения лучей, для чего падающий луч пускался под надлежащим углом к фронту звуковых волн. Однако, тотчас же было обнаружено новое явление. Пока звуковых волн нет, в фокальных плоскостях можно, естественно, обнаружить только изображение щели. Коль скоро включаются колебания, по обе стороны от центрального изображения щели возникают дифракционные картины, которые вполне аналогичны дифракционным картинам от обыкновенной оптической решетки — цвета следуют один за другим в обычном порядке и на равных расстояниях друг от друга. Число порядков зависит от интенсивности звуковых волн. Удалось наблюдать более 20 порядков по обе стороны от центральной картины. Вообще интенсивность явления очень велика, так что оно может быть продемонстрировано на экране для большой аудитории. Угловые расстояния между порядками зависят от длины звуковых волн, которая играет роль константы решетки. Изменению частоты колебаний отвечает и изменение расстояний порядков друг от друга. При употреблении ртутной лампы в качестве источника первичных лучей на экране получаются линии ртути. Это явление дает возможность чрезвычайно просто измерять скорость звука, т. е. отношение волн света и звука получается в результате простого измерения углов. Это можно видеть по изменению расстояний между порядками при перемене жидкостей, например, на четыреххлористый углерод, при сохранении частоты колебаний. Остается еще вопрос о том, какое отношение имеет явление к брагговскому отражению. Теория, которая будет развита в другом месте, и опыт приводят к следующему воззрению. При существующих обстоятельствах пространственное распределение звуковых волн не так велико, чтобы имело место брагговское отражение в строгом смысле. Это идет рука об руку с тем фактом, что по обе стороны от центрального изображения получаются изображения различных порядков. Что остается от настоящего брагговского отражения — это тот факт, что распределение интенсивности зависит существенно от относительных направлений света и звука. Только когда оба луча друг другу перпендикулярны, распределение интенсивностей оказывается симметричным. Описанное явление зафотографировано. Снимки и подробное сообщение будут опубликованы в другом месте.

Перевел А. Шубников.

ГЕОЛОГИЯ

О переносе кремнекислоты посредством надкритического водяного пара. На контактах изверженных горных пород с известковистыми и под осадками происходит, как известно, весьма частое и весьма значительное обогащение осадков кремнекислотой. В результате на месте карбонатов извести, магнезии и подосадочных соединений развиваются здесь: волаа тонит CaSiO_3 , диопсид CaMgSiO_6 , эпидот, везувиан, гранат и

другие специально контактные силикаты. Весьма любопытный вопрос о том, в какой же именно форме переносится магматическая кремнекислота на такого рода контактах, остается до сих пор открытым.

Большой интерес в связи с этим и подобными явлениями представляли недавние эксперименты голландских ученых Ньёвенбурга (Nienwenburg) и Блюмендала (Blumendal) над растворимостью SiO_2 в надкритическом водяном паре и над переносом ее в такого рода растворах. В начале (1930)¹ эти эксперименты состояли в том, что тигелек с SiO_2 нагревался в бомбе в атмосфере надкритического пара и определялась происходившая при этом убыль в весе SiO_2 . В дальнейших опытах (1931)² нагревались в тех же условиях, помещенные раздельно в двух тигельках, с одной стороны, SiO_2 , а с другой — окислы различных металлов. В результате переноса SiO_2 с надкритическим паром образовывались на краю тигля с окислами те или иные соответственные силикаты.

Насколько велики были происходившие в опытах голландцев потери SiO_2 от такого ее переноса показывают нижеследующие цифры, относящиеся к нагреву различных форм SiO_2 в течение 24 часов при 395°C и при давлении в 300 атмосфер.

Кварц	526 мгр
Тридимит	204.5 "
Кристобалит	1180 "
Аморфная SiO_2	295.3 "

Попытки повторить опыты голландских ученых столь поразительными видимыми успехам, предприняты были известным G. W. Morey'ем в Вашингтоне (1932).³ Полученные им данные, однако же, довольно резко расходятся с данными Nienwenburg'a и Blumendal'а.

Морею в его экспериментах применена была стальная бомба с диаметром внутренней камеры с 16 мм; высота камеры 48.2 мм, объем 9.7 куб. см. На серебряном крючке подвешивались здесь два золотых тигелька, по 15 мм глубиной; в одном из них была SiO_2 , а в другом ZnO ; поперечное сечение тигельков полукруглое, в 12 мм диаметром. Оба тигелька, подвешенные рядом друг с другом, давали, таким образом, общее круговое сечение. Верхние уровни тиглей приходились на 7 мм ниже верха камеры. Объем золота в тиглях 0.2 куб. см. За вычетом его свободный объем камеры 9.5 куб. см; 85% его или 81 куб. см — ниже верхнего уровня тиглей. Так как критический объем воды 3.086 куб. см на 1 г (крит. $t = 374.11^\circ\text{C}$, крит. $p = 218.53$ атм.), то уже 3.08 куб. см достаточно, чтобы наполнить при критической температуре жидкостью всю камеру и залить ею тигли; чтобы избежать этого обстоятельства, количество воды, применявшееся во всех опытах, было значительно меньше, а именно — 2.5 куб. см. Давление развивавшегося пара при критической температуре, было меньше 176 атм., а при 400° — меньше 183 атм.

Результаты, полученные Морею, приведены в нижеследующей табличке:

¹ Rec. trav. Chim. Pays-Bas, vol. 49.

² Там же, т. 50. Цитир. по реф. в Miner. Mag. и по Морею (см. ниже).

³ Transact. of the Amer. Geophys. Union, 1932.

№	Температура	Продолжительность нагрева	Изменение в весе в граммах	
			SiO ₂	ZnO
1	400°	24 часа	—0.0001	+0.0002
2	400°	5 дней	—0.0003	—0.0003
3	415°	5 „	+0.0029	±0.0000
4	415°	24 дня	—0.0005	—0.0007
5	490°	5 дней	—0.0004	—0.0002

Хотя, как видим, некоторая убыль SiO₂ в общем и наблюдается, но, во-первых, она не обязательна, а во-вторых, и во всяком случае, она крайне незначительна и не идет ни в какое сравнение с потерями голландцев.

В чем же заключается причина столь сильных расхождений между данными голландской и американской лабораторий? Морей видит ее в недостаточно отвечающих цели условиях опытов Ньюенбурга и Блюмендала. Так, в примере, приведенном выше, указывается давление 300 атм. при 395°С. Но очевидно, что это возможно только тогда, когда в бомбу внесено больше воды, чем это соответствует ее критическому объему, в условиях полного заполнения тигля жидкостью ниже критической температуры. Создается, таким образом, возможность переноса SiO₂ в жидкости, а не в паре.

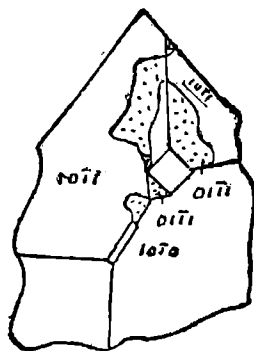
В итоге эксперименты и критика Морей несколько расколачивают нас и подрывают наше доверие к опытам Ньюенбурга и Блюмендала. В то же время, однако, они ничего и не решают окончательно. По заявлению Морей опыты его продолжают. С большим интересом мы будем ожидать опубликования их результатов.

Д. Белянкин.

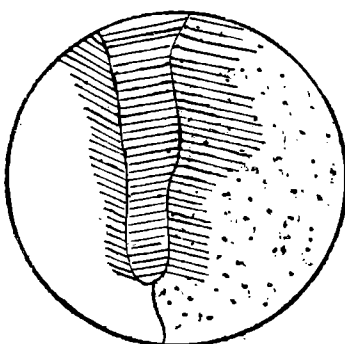
МИНЕРАЛОГИЯ

О термических условиях образования кварца. (Реферат статьи О. Мюгге из Ztschr. f. Krist., Bd. 82 N. 5/8 1932). На основании своих работ от 1907 и 1921 гг. О. Мюгге приходит к заключению, что гексагональный кварц (высокотемпературный) при переходе в тригональный (низкотемпературный) как правило превращается в двойник по (1010). Этот переход сопровождается не распадом элементарной ячейки, а некоторым смещением атомов, которые переводят каждую ячейку в одно из двух равновероятных положений по Швейцарскому закону. Величина и ограничение областей обоих положений зависят от случая, причем не исключена малая вероятность получения монокристалла, что было доказано автором экспериментально: после нагревания выше 573° и охлаждения из 98° монокристаллов кварца только один остался монокристаллическим, все остальные оказались двойникованными. Как особенно существен-

ный момент автор отмечает, что границы двойника в большинстве подверженных опыту кристаллов пересекают грани тригональной бипирамиды (1121) или трапецеэдра. Из этого опыта он сделал следующий вывод и проверил его на кристаллах из месторождения, заведомо низкотемпературного кварца: если границы двойника, ни на одном из большого числа кристаллов исследуемого месторождения, не пересекают указанные грани (фиг. 1), то температура образования кварца ниже 573°; если же (обратный вывод) грани двойника хотя бы на одном кристалле данного месторождения пересекают указанные грани, то это служит категорическим доказательством высокотемпературного происхождения кварца.



Фиг. 1.



Фиг. 2.

При отсутствии этих решающих вопросов границей трапецеэдра или бипирамиды автор руководится зависимою конфигурацией полей двойника с естественной штриховкой грани на ромбеэдре или иногда и на призме, выражающейся для низкотемпературного кварца, либо хотя бы в частичном перекрытии полей двойника штриховкою, либо переломом линий штриховки (фиг. 2). Однако автор предостерегает против обратного вывода: если этой зависимости не наблюдается, то это не является доказательством высокотемпературного происхождения кварца. Исследуя кристаллы горного хрусталя из альпийских жил и из мигматитических пустот кислых глубинных и поверхностных пород всевозможных месторождений (около 20), О. Мюгге определяет столь простым методом температуру образования кварца ниже или выше 573°, поддерживая свои экспериментальные выводы иногда парагенетическими данными.

Ек. Цинзерлинг.

Вант-Гофф и дегидратация гипса; полу-гидрат и „растворимый ангидрит“. В литературном обзоре № 7 журнала „Керамика и Стекло“ напечатана была за подписью М. Ю. статья „К исследованию гипса“. Она представляет собой пересказ соответственной статьи в Tonind. Ztg. (1932, № 29), являющейся, в свою очередь, изложением доклада д-ра Данса о системе „Суль-

фаты кальция — вода". Согласно оригиналу мы находим здесь следующие строки:

"Многочисленные работы системы „Сульфаты кальция — вода", появившиеся вслед за классическим трудом Вант-Гоффа, к сожалению, не достаточно точны и следовательно заложенная в их основу критика не дает ясности, а скорее запутывает вопрос. Но нужно отметить, что пока не обнаружено ни одного явления, расходящегося с мнением Вант-Гоффа".

Это в начале статьи, а в конце ее:

"Проф. Эйтель характеризует работу Вант-Гоффа как надежнейшее руководство в проблемах гипса".

Проф. Эйтель, как узнаем из оригинала, был председателем того собрания, на котором состоялось выступление д-ра Данса (в доме Гарнака в Далеме близ Берлина).

Несмотря на авторитетное, таким образом, подкрепление со стороны проф. Эйтеля, с мнением д-ра Данса нельзя полностью согласиться. В той обширной литературе, какую мы имеем в настоящее время по вопросу о системе $\text{CaSO}_4 - \text{H}_2\text{O}$, или, что то же, о дегидратации гипса, содержатся, наряду с прочими, также и данные, отнюдь не укладывающиеся в классическую схему Вант-Гоффа. Позволим же себе остановиться несколько подробнее на этом предмете.

В результате дегидратации гипса, $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, образуется, как известно, при температуре около 100° полугидрат, $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$, переходящий затем постепенно, при дальнейшем повышении температуры, в пределах примерно от 100 до 200° , в безводный сульфат, CaSO_4 , или ангидрит.

Ангидрит этот, однако, как установлено было уже А. Потылицыным (1883), отнюдь не тождествен с настоящим природным ангидритом, но отличается от него и кристаллографически, и физикохимически, как соединение с большим молекулярным объемом и более способное к реакциям. Вырисовываются, таким образом, как будто бы четыре отдельных и самостоятельных формы известкового сульфата; они приняты были также и Вант-Гоффом вместе с его учениками, при чем ангидрит Потылицына получил у них название „растворимого ангидрита". В нижеследующей табличке выписаны означенные 4 формы сульфата с их равновесными температурами по Вант-Гоффу:

Переход	Температура
Гипс-ангидрит	$63.5—66^\circ$
Гипс — „растворимый ангидрит"	93°
Гипс — полугидрат	107°

Из четырех названных форм три несомненно самостоятельны как особые кристаллографические решетки: гипс, полугидрат и природный ангидрит. Что же касается „растворимого ангидрита" то уже самая постепенность перехода к нему от полугидрата через непрерывное удаление воды вызывает известные сомнения. Насколько же в действительности самостоятелен он от полугидрата?

Примерно полтора десятка лет тому назад занимались этим вопросом Ш. Лешателье и Б. Богич (1915), причем они получали известковый сульфат посредством воздействия сернистого аммония на азотнокислую известь. Оказалось при

этом, что, если нагревать в замкнутом сосуде обе эти соли, взятые в молекулярном отношении и с количеством воды, равным по весу сумме обеих солей, то при 120° образуются хорошие кристаллы полугидрата. Применяя в тех же условиях более высокие температуры, до 175° , Лешателье и Богич наблюдали укрупнение тех же кристаллов. Как показала их микроскопия, они были не только гомогенны, но и все время тождественны между собой, между тем как содержание воды в них убывало следующим образом: при 140° — $\text{CaSO}_4 \cdot 0.5\text{H}_2\text{O}$, при 150° — $\text{CaSO}_4 \cdot 0.46\text{H}_2\text{O}$, при 160° — $\text{CaSO}_4 \cdot 0.37\text{H}_2\text{O}$ при 175° — $\text{CaSO}_4 \cdot 0.30\text{H}_2\text{O}$. Кристаллы, получавшиеся при $120—130^\circ$, легко присоединяли к себе воду, а синтезированные при $140—150^\circ$, — уже много труднее. Соотношения, как видим, весьма напоминают то, что мы имеем в случае дегидратации цеолитов.

В 1919 г. (и несколько ранее) опубликованы были по вопросу о гипсе и его дегидратации весьма интересные работы Годфруа, изучавшего продукты обезвоживания на поверхности кристаллов гипса. Продукты эти представляли из себя иглы и розетки, отвечавшие кристаллам полугидрата. Они были одноосны и принадлежали, по всей вероятности, к гексагональной системе (шестиугольные поперечные разрезы). При нагревании до $120—130^\circ$ полугидрат переходил в растворимый ангидрит, без какого-либо изменения кристаллической формы, но лишь с уменьшением светопреломления и довольно сильным возрастанием двупреломления вещества. В нижеследующей (стр. 135) табличке приводим данные, относящиеся, по Годфруа, ко всем четырем формам известкового сульфата (с дополнениями из учебной литературы).

В приведенной табличке обращает на себя внимание не только тождество кристаллической системы у полугидрата и „растворимого ангидрита", не только близость констант уд. веса и светопреломления у обоих соединений, но и тот факт, что значения этих констант заметно понижаются у „растворимого ангидрита" по сравнению с полугидратом. Аналогия с цеолитами подтверждается. Очевидно, что, как и в случае этих последних, вода уходит из кристаллов полугидрата без нарушения их кристаллической структуры; она лишь замещается в процессе дегидратации воздухом. Так как светопреломление воды равняется 1.336, а светопреломление воздуха — 1.000, то замещение это, естественно, и сопровождается понижением общего светопреломления в дегидратизованном полугидрате. Те же последствия, как само собой понятно, должны быть в результате дегидратации также и в отношении удельного веса, плотности полугидрата.

В полном согласии с Годфруа Юнг впоследствии (1925), исследуя при помощи рентгеновских лучей различные формы известкового сульфата, обнаружил в них только три самостоятельных кристаллических решетки: гипса, полугидрата и натурального ангидрита. Полугидрат на путях его дальнейшего обезвоживания в направлении „растворимого ангидрита" сохранял полностью свойственную ему кристаллическую структуру, а структура гипса, обожженного „намертво", при красном калении, была как у натурального ангидрита.

Название	Крист. система	Уд. вес	Светопреломление			Дву-преломление	
			Ng	Nm	Np	Ng	Np
Гипс	Моноклинная	2.32	1.5305	1.5228	1.5207	0.0098	
Полугидрат	Гексагональная	2.55	1.57	—	1.55	0.02	
„Растворимый ангидрит“	„	2.46	1.56	—	1.50	0.06	
Ангидрит	Ромбическая	3.3	1.6136	1.5755	1.5697	0.0539	

В 1929 г. Рамсделем и Партриджем были предприняты специальные опыты по дегидратации гипса с целью получения нацело обезвоженного „растворимого ангидрита“ и рентгеноскопического изучения этого последнего. В результате этого изучения ими окончательно было установлено тождество кристаллической структуры „растворимого ангидрита“ и полугидрата. Крайне любопытные опыты тех же авторов над обратной регидратацией их препаратов „растворимого ангидрита“. В соприкосновении с воздухом они уже на вторые сутки поглощали свыше 50% H_2O , что точно отмечено формулой $CaSO_4 \cdot \frac{1}{2} H_2O$.

Итак, согласно всем этим данным, должно существовать лишь три, а не четыре самостоятельных форм известкового сульфата, как это значилось в старой литературе, в том числе и у Вант-Гоффа. „Растворимый“ же „ангидрит“ представляет собой ни что иное, как предельный, нацело дегидратизированный полугидрат. Во избежание путаницы и недоразумений было бы, быть может, крайне целесообразно и не называть его впредь ангидритом, хотя бы и „растворимым“. Наиболее

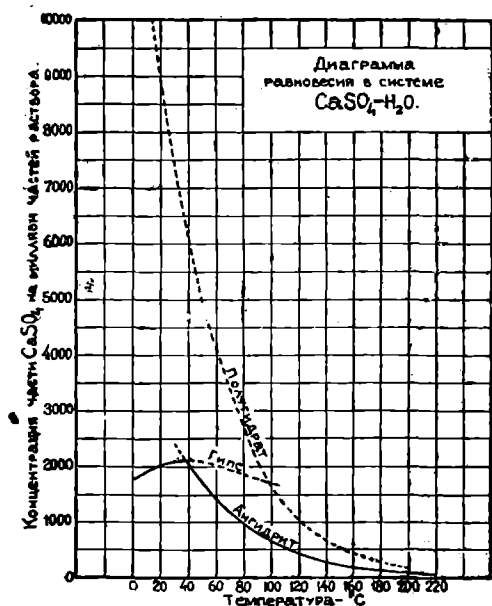
подходящим было бы здесь наименование „металугидрат“, подобно тому, как „мета-каолин“ мы называем, по предложению Ринне, полностью обезвоженный до 550° , но сохранивший еще свою кристаллическую структуру (?), каолин.

В заключение позволим себе воспроизвести здесь диаграмму равновесия в системе $CaSO_4 - H_2O$, как она составлена была Рамсделем и Партриджем на основании данных весьма многих исследователей нового времени (см. фиг. 1).

На диаграмме этой, как мы видим, имеют место всего лишь два (а не три) пересечения кривых: 1) гипсовой и ангидритовой при 38° и 2) гипсовой и полугидратной при 98° ; они отвечают температурам взаимного перехода соответствующих соединений.

Температура в $38^\circ C$ для гипса и ангидрита в соприкосновении с водой, как полученная экстраполяцией, должна быть рассматриваема здесь, конечно, лишь как более или менее предварительная, требующая дополнительных измерений (в области ангидрита); характерно, однако, что она, эта температура, расценивается Рамсделем и Партриджем значительно ниже, чем то имело место у Вант-Гоффа ($63.5-66^\circ C$).

Д. Белянкин.



Фиг. 1.

Новое в изучении алмаза. Изучая аномальное двойное лучепреломление в алмазе, G. Friedel нашел, что оно, повидимому, появляется в результате внутренних напряжений, происходящих от внезапного сокращения объема при параморфическом превращении одной температурной модификации алмаза в другую.

Действительно, наблюдая пластинки по спайности алмаза после различных степеней нагрева, он не обнаружил никакого изменения картины двойного лучепреломления, и только после нагревания до $1885^\circ C$ эта картина внезапно меняет свой вид. Следовательно, 1885° являются точкой превращения модификации низко температурной — α в высокотемпературную — β , в которой он, очевидно, и кристаллизовался (т. е. при температурах выше 1885°), так как все изученные Фриделем кристаллы алмаза из целого ряда месторождений — имеют в той или иной степени двойное лучепреломление. Внешняя кристаллографическая форма алмаза — отвечающая высоко-температурной модификации — β , в которой он кристаллизовался, принадлежит к кубической системе класса гексаксиктаэдра (T_d), в то

время как наблюдения над фигурами вытравления получившимися на гранях алмаза очевидно при сравнительно низких температурах и рентгеновское изучение структуры указывает на принадлежность низко-температурной модификации — α к более высокой симметрии гексакисоктаэдра (O_h). Рентгеновский анализ показал, что атомы углерода расположены в алмазе в решетке, у которой каждый атом находится в симметричном положении и на равных расстояниях от четырех соседних атомов. Используя тетраэдрическую модель атома углерода, (как символ его четырехвалентности). Фридель предполагает, что в модификации имеющей симметрию T_d все тетраэдрические атомы углерода расположены параллельно, т. е. каждый тетраэдр всеми вершинами обращен к плоскостям соседних четырех тетраэдров. Если же половина тетраэдров будет повернута в другое, обратное, положение (вершина к вершине, плоскость к плоскости), в то время как расположение самих центров атомов, т. е. решетка, останется неизменным, то симметрия всего ансамбля будет уже гексакисоктаэдрическая (O_h), отвечающая модификации α . Таким образом, изменения при превращении α — β никаким непосредственно не отражаются на строении кристалла; он оказывается полной параморфозой алмаза- α по алмазу- β , и только внезапное скачкообразное изменение объема, которое сопутствует, повидимому, превращению, вызывает появление двойного лучепреломления. Опыты по нагреванию весель в нейтральной атмосфере в двойном графитовом тигле, так как на воздухе алмаз уже при 900° сгорает. Начиная с 1500° алмаз с поверхности и по краям постепенно графитизируется — происходит аллотропическое превращение углерода. При 2000° графитизация наступает полная. При попытках погрузить алмаз в расплав кимберита (силикатовой породы содержащей алмазы в Ю. Африке) оказалось, что при t° около 1800° образующийся графит бурно реагирует с расплавом, жадно соединяясь с кислородом и восстанавливая металлы силикатного расплава. Но очевидно, что в среде, из которой алмаз мог кристаллизоваться, графитизация не наступает и много выше 1885° . Такое поведение алмаза в расплаве породы, из которой, как до сих пор считалось, он кристаллизовался, натолкнуло Фриделя на мысль, что кимберлитовая лава являлась лишь переносчиком алмаза на дневную поверхность. Обогащение алмазом произошло на больших глубинах (60—70 км) на границе центрального металлического ядра, в котором алмаз кристаллизовался. С этой гипотезой согласуется нахождение кристалликов алмаза в известном железно-никелевом метеорите из каньона Дяболо, где алмаз находится в троилитовой (FeS) фазе метеорита.

G. Friedel. Sur la biréfringence du diamant. B. S. Fr. Min., XLVII, 1924.

G. Friedel et G. Ribaud. Sur une transformation du diamant à haute température. B. S. Fr. Min., XLVII, 1924.

G. Friedel. Observations sur la symétrie et sur les formes du diamant. Livre Jubilaire de la S. Géol. Belg., 1924.

G. Friedel. Contribution à l'étude du diamant. Zeitschr. Krist., 1932.

Г. Леммлейн

БОТАНИКА

О так называемых грибных „ведьминых“ кольцах. Литература данного вопроса крайне бедна. Наиболее интересные сведения о грибных кольцах мы находим у Мюнха (Münch),¹ а также у Шантца и Пиемеиселя (Schantz and Piemeisel).² Авторы указывают на различные примеры кольцеобразного расположения грибов, особенно *Tricholoma gambosum* и др., и проводят аналогию с кольцеобразным распространением *Merulius lacrymans*, что можно нередко наблюдать в сырых погребах. Беловатые скопления грибов располагаются правильными кругами или полукругами около темного центрального поля уже разрушенной древесной породы. Эти своеобразные картины роста можно объяснить лишь тем, что разрушенный теперь центральный участок первоначально представлял собою местонахождение гриба, и что мицелий гриба распространялся отсюда во всех направлениях по радиусам, в то время как его центральная часть мало-помалу отмирала.

Повидимому, таким же точно способом возникают „ведьмины кольца“ в лесу. От места первоначального возникновения гриба распространяются под землей по радиусам нити мицелия и производят новые плодовые тела, между тем как старые, находящиеся по середине, понемногу отмирают. Конечно, непосредственному наблюдению этот подземный рост мицелия недоступен, но в его существовании, как говорит Кернер,³ легко убедиться по результатам, так как из отдельных расположенных вокруг исходной точки участков поднимаются над землей спораносцы; они растут тогда в большом числе, располагаясь правильными кругами, во мху в лесах или среди травы на лугах и особенно ясно заметны в том случае, если окраска их выделяется на окружающем фоне.

Кернер приводит различные примеры кольцеобразного расположения, особенно *Spathularia flavida*, различных представителей пластинчатых грибов из рода *Marasmius* и *Tricholoma* и также обращает внимание на аналогичное явление, наблюдаемое иногда на поверхности апельсинов, яблок, груш, где *Penicillium crustaceum* (glauum) вначале является в виде точки, затем в виде круглого пятна и, наконец, в виде ясного, окаймляющего бурое, гнилое центральное пространство, кольца.

Таким образом, описываемое явление, может быть, не представляет собою большой редкости, тем более, что оно давно было замечено населением, которое связывало его „с привидениями, ведьмами и эльфами“, а отсюда понятно и происхождение названия ведьминых колец.

Однако, регистрация отдельных случаев появления грибных колец крайне желательна, так же, как и связанные с этим явлением наблюдения.

¹ Münch. Ueber Hexenringe. Naturwissenschaftliche Zeitschr. für Land- und Forstwirtschaft, 1914, № 3.

² Schantz, H. L. and Piemeisel, R. L. Fungus fairy rings—Journ. Agricultural Research, 11, 1917, pp. 191—245.

³ Кернер. Жизнь растений. Стр. 563.



Фиг. 1. Грибное кольцо (исполн. художн. Редновым).

Впервые грибные кольца я наблюдал в 1928 г. в окрестностях г. Ярославля, именно в так называемом Костромском лесу на опушке близ подотна железной дороги. Вторичные наблюдения приурочены к 1932 г. и производились в лесу местного значения, известного под названием Городянки (Николо-Погорелое, Сафоновского района Западной области). В последнем случае грибные кольца наблюдались мною между пнями ели в трех местах на довольно значительном расстоянии одно от другого и были образованы: 1) *Spathularia clavata*, именно плодовыми телами этого гриба, имеющими вид булав — слизистомышастыми апотециями, 2) *Volvaria violvacea* (см. фиг. 1) и 3) *Morchella esculenta*.

Делая обзор сем. *Helvellaceae*, Варминг¹ (E. Warming) лишь кратко указывает: „у *Spathulea* желтые сплюснутые булавовидные плодовые тела; этот гриб образует на лесной почве „кольца ведьмы“. Одно из колец, но гораздо более слабо выраженное, скорее могущее быть названным полукольцом, было представлено *Morchella esculenta*, с шарообразными головками, покрытыми густыми сетчато-переплетающимися ребрами.

Что касается окружающих травянистых растений, то на них нельзя было заметить никаких изменений. Обращало на себя внимание лишь одно характерное явление, а именно, что все растения внутри кольца были гораздо пышнее, лучше развиты, чем вне кольца. Объяснение этому мы находим в следующем. Повидимому, на местах,

которые покинуты растущим центробежно мицелием, почва как бы „унавожена“, ибо корни и корневища убитых грибницею растений разложились, остатки грибницы и спораносцы также сгнили.

Кернер указывает, что на лугах, где иногда встречаются кольца пластинчатых грибов, особенно из рода *Tricholoma* и чаще всего *Tricholoma gambosum*, луговые растения, корни и корневища которых были пронизаны грибницею этих пластинчатых грибов, отмирают, и соответственные места легко тогда узнать по завяданию и засыханию поднимающихся над землею зеленых частей растений.

Осматривая корни травянистых растений, растущих внутри грибных колец, мне не удалось обнаружить на них грибницы.

В заключение приношу большую признательность Б. Каракулину за литературные справки, присланные мне по вопросу о грибных кольцах.

A. W. Schoukowsky. Über Hexenringe

Der Verfasser beobachtete zweimal Hexenringe, in deren Bildung *Spathularia clavata* und *Morchella esculenta* teilzunehmen. Im letzten Fall (im Westgebiet) traten im Walde drei ganze Hexenringe (*Spathularia clavata*) und ein halber Hexenring (*Morchella esculenta*) auf. Innerhalb der Hexenringe waren Grasspflanzen bemerkbar üppiger.

¹ E. Warming. Handbuch der systematischen Botanik. Vierte Auflage. 1929.

ПАЛЕОБОТАНИКА

Третичные саговники. Саговниковые растения, появившиеся впервые несколько раньше мезозоя, были, как известно, широко распространены по всей земной поверхности в продолжение триасового и юрского периодов. В течение мелового периода характер растительности сильно изменился в связи с появлением и массовым развитием покрытосеменных растений; саговниковые стали исчезать, сделались менее многочисленными и более ограниченными в отношении площади своего обитания, по сравнению с мезозойским временем, когда они являлись доминирующими элементами растительности.

В кайнозойское время климатические условия стали холоднее в полярных районах в связи с начавшейся дифференциацией климатических зон. Северные районы были заняты новыми типами голосеменных, а саговниковые сохранились в течение эоценового и миоценового времени лишь в южных зонах с тропическим и субтропическим климатом. Доныне на земной поверхности сохранилось около 96 видов этих растений, относящихся к девяти родам, которые распределяются в тропических и субтропических областях следующим образом:

Название рода	Число современных видов	Географич. распространение	Широта
<i>Zamia</i> L.	±30	Флорида, Вест-Индия, Центр. и Южн. Америка	N 31° S 22°
<i>Dioon</i> Lindl.	± 4	Мексика	N 30° N 17°
<i>Ceratozamia</i> Brongn.	± 6	"	N 25° N 17°
<i>Microcycas</i> DC.	1	Куба	N 22° —
<i>Bowenia</i> Hook. f.	2	Северо-вост. Австралия	S 25° S 15°
<i>Macrozamia</i> Miq.	±15	Австралия	S 35° S 15°
<i>Encephalartos</i> Lehm.	±15	Южн. Африка	S 35° S 20°
<i>Stangeria</i> T. Moore	1	" "	S 32° S 23°
<i>Cycas</i> L.	±20	Япония, южн. Китай, Вост. Индия, о-ва Тих. и Инд. океана	N 35° S 35°

Из этой таблицы видно, что *Zamia* и *Cycas* являются ныне наиболее широко распространенными в пределах обитания этой группы, тогда как все другие роды имеют весьма ограниченный ареал распространения. Роды *Dioon* и *Ceratoza-*

mia обитают лишь в Мексике; *Microcycas* только на Кубе; *Bowenia* и *Macrozamia* ограничены Австралией; *Encephalartos* и *Stangeria* обитают только в Южной Африке. От каждого рода имеем очень немного представителей; род *Bowenia* представлен только двумя видами. Роды *Microcycas* и *Stangeria* являются монотипными.

Вопрос о третичных саговниках оставался до сих пор мало выясненным, и лишь в недавнее время проф. Крейзель (1928) и д-р А. Голлик (1932) осветили этот вопрос в связи с новыми открытиями.

По данным Голлика было сделано не так давно весьма ценное открытие трех новых видов третичных саговников, найденных сотрудниками геологического учреждения Соединенных Штатов в юговосточной части Аляски, в Александровском архипелаге, на о. Куприянова, под 57° с. ш., в эоценовых ракушечных песчаниках. Голлик дает описание и изображение этих новых саговниковых, относящихся к следующим видам:

Ceratozamia Wrightii A. Holl.

Dioon inopinus A. Holl.

Dioon praespinulosus A. Holl.

Значение этой находки является весьма очевидным, если принять во внимание, что в настоящее время род *Ceratozamia* имеет на американском континенте северную границу в Мексике под 25° с. ш., а род *Dioon* в Мексике достигает лишь 30° с. ш.

Нахождение ископаемых саговниковых на американском континенте, на 25—27° севернее современного их местообитания, дает Голлику возможность допускать для южной Аляски наличие тропического и субтропического климата в эоценовое время. Заслуживает внимания факт присутствия на обломке породы, на которой сохранился отпечаток саговника *Dioon inopinus* A. Holl.; также остатка обычной для третичных отложений северного полушария секвойи *Sequoia Langsdorffii* Heer, а также листа двудольного растения, сходного с буком (*Fagus* sp.).

Голлик делает подсчет распространения известных нам в третичных слоях саговниковых растений Старого и Нового Света. По его данным в настоящее время их известно для обоих полушарий по 13 видов — всего 26 видов¹.

В Старом Свете третичные саговниковые достигали, по Голлику, в Германии, Бельгии и Швейцарии — до 42—54°; в Италии — до 45° 30' в Греции — до 38° 20'; в Японии — до 33°.

Сравнительное изучение распространения ископаемых и современных форм саговниковых дает ценный материал для выяснения перемен в составе растительности различных областей земного шара с мезозоя до настоящего времени с гораздо большей очевидностью, чем в какой-либо другой группе древних наземных растений.

И. Палибин

¹ Arthur Hollick. Descriptions of new species of Tertiary cycads with a review of those previously recorded. Bull. Torrey Botanical Club, 59, 169—189, pl. 1—14; 3, May 1932.

ЗООЛОГИЯ

Выращивание карпа на рисовых полях.

При культуре риса в течение продолжительного периода времени (от 70 до 120 дней) создаются обширные, но мелкие водоемы, глубина которых не превышает 15—25 см. Так как эти водоемы занимают громадные площади (напр., в СССР в 1932 г. площадь рисосеяния равнялась 122 000 га), то поэтому вполне естественным является желание использовать их для целей рыбоводства. Однако, в виду их своеобразия (незначительная глубина, высокая температура и т. д.) в них можно выращивать только определенные теплолюбивые виды рыб. Из последних наилучшие результаты дает культурный карп. Опыт Италии и Китая говорит за то, что подобное комбинированное рисовое и рыбоводное хозяйство дает вполне положительные результаты.

За последние тридцать лет разведение карпа на рисовых полях Италии получило очень широкое распространение и площадь, занимаемая этими своеобразными рыбоводными хозяйствами, равняется десяткам тысяч гектар.

Приспособление рисовых полей для рыбоводства является очень недорогим и несложным мероприятием, дающим хороший экономический эффект; весьма поэтому желательно, чтобы и на наших рисовых полях этот комбинированный вид рисо-рыбоводного хозяйства получил широкое распространение.

В Италии рыбоводное хозяйство на рисовых полях ведется следующим образом.

Сперва готовят отдельные участки рисовых полей для посадки рыбы. Эти отдельные участки, так называемые чеки, имеют правильно спланированную горизонтальную поверхность и окаймлены небольшими валиками, позволяющими во время вегетации риса держать воду слоем в 15—25 см. На эти чеки вода подается из распределительных каналов и сбрасывается в сбросные канавы. Для того, чтобы помешать культурной рыбе уйти из рисовых чек, а дикой рыбе попасть на них, у выпускных и спусковых отверстий устанавливаются решетки. Для облегчения вылова рыбы из рисовых чек, по дну последних проводят неглубокие канавы, которые сходятся к выпускному отверстию. Во время осушения чек рыба вместе с водой собирается по этим канавкам к выпускному отверстию в валиках и здесь вылавливается сачками. После спуска воды приступают к уборке риса. Этими несложными мероприятиями и ограничиваются при приспособлении рисовых чек для рыбоводства. В остальном рыбоводство на рисовых полях не отличается от обыкновенного прудового хозяйства.

В качестве нерестовых прудов, т. е. таких, где производитель карпа мечет икру, используют небольшие рисовые чеки. Обычно на рисовый чек, площадью в 1 га, сажают 2—3 гнезда производителей культурного карпа (одно гнездо производителей состоит из 1 самки и 2 самцов). Другие чеки используются в качестве выростных прудов, т. е. таких прудов, в которых выращивают мальков. Мальков после их выклевывания пересаживают в эти выростные чеки из нерестовых приблизительно через 8—10 дней. Это делают следующим образом. Выкапывают небольшой ров у выпускного желоба и закрывают его невысокой



Вылов карпа из рисового чека.

перемычкой, оставляя в ней лишь очень узкий проход. В течение двух или трех дней не следует впускать свежую воду на рисовое поле, т. е. до тех пор, пока последнее не станет выделять тяжелых испарений. Затем открывают желоб и понемногу впускают свежую воду. Мальки, привлекаемые свежей водой, устремляются в указанный ров, и, когда он ими наполняется, выход закрывают лопатой. Из рва мальков можно выловить сачком и перенести в предназначенное для них место.

Пересадку мальков в выростные чеки можно производить по словам итальянских рыбоводов до проведения выпалывания рисового поля от сорняков, так как эта операция не приносит им (малькам) вреда.

Количество годовиков, выращиваемых в чеке площадью в 1 га, колеблется от 500 до 10 000 штук, в зависимости от его качества.

Для нагула в чеки сажают на 1 га от 200 до 250 годовиков, которые достигают к осени 800—1000 грамм.

В качестве зимовальных прудов употребляют проточные бассейны, с глубиной не свыше 1,5 метра. Посадка делается из расчета 20—25 кг рыбы на 1 м³ воды. Количество зимовальных бассейнов должно быть не меньше трех: один для производителей, один для посадочного материала и один для товарной рыбы.

В случае невозможности устроить зимовальные бассейны или пруды, карпов оставляют зимовать на затопленном рисовом поле, что позволяет делать мягкий климат Италии. По мнению некоторых итальянских рыбоводов, оставление карпов на зимовку на затопленных рисовых полях



Выращенный в рисовых чеках культурный зеркальный карп.

является даже более предпочтительным, так как они имеют возможность все время питаться. Важность последнего указания для итальянского рыбоводного хозяйства объясняется тем, что, вследствие теплого климата, вода в зимний период часто имеет довольно высокую температуру (выше 7°), благодаря чему карпы не впадают в спячку и требуют пищи. Поэтому их приходится искусственно кормить. Таким образом, искусственное кормление карпов в зимовальных бассейнах является обычной рыбоводной операцией в Италии.

Весьма успешно проводится в Италии интенсификация рыбоводного хозяйства на рисовых полях. В качестве искусственных удобрений применяются томас-шлак, суперфосфат, сернокислый кальций, кальций-цианомид и т. д. Также успешно применяется и искусственное кормление. В качестве корма употребляется кукурузное тесто, рисовая мякина, кровяной порошок, патока и т. д. В результате этих мер интенсификации рыбная производительность чеков увеличивается в 2—3 раза.

Разведение карпа на рисовых полях полезно и для самого риса, так как рыбы поедают многих вредителей риса, уменьшают зарастание чеков сорняками, разрыхляют в поисках пищи верхний слой дна и удобряют поле своими экскрементами. Благодаря этому урожай риса увеличивается на 2—6 центнеров на 1 га.

Большое значение имеет разведение карпа на рисовых полях и для борьбы с малярией. Как известно, последние переносятся комаром-анофелесом, личинки которого в громадном количестве встречаются на рисовых полях. Для уничтожения личинок комара-анофелеса с большим успехом разводят небольшую рыбку — гамбузию. Но, давая хороший эффект в отношении борьбы с малярией, гамбузия не является интересной с промышленной точки зрения. Поэтому желательно заменить ее такой ценной рыбой, каким является карп. По свидетельству ряда итальянских авторов карп хорошо поедает личинок комара-анофелеса и может заменить гамбузию.

Приведенные данные побудили б. Прудовой сектор Центр. научн. ин-та рыбного хозяйства

и Рисовой сектор НКЗ СССР поставить и на наших рисовых полях опыты по выращиванию карпа. Эти опыты были поставлены автором настоящего сообщения в сотрудничестве с А. С. Богдановым и В. Р. Колосовским в рисовых хозяйствах Черкесском Славянского района Сев.-Кавказского края, который находится на берегу р. Кубани в 80 километрах вниз по течению от г. Краснодара.

Основные задачи поставленного опыта заключались в следующем: 1) в установлении возможности для культурного карпа жить и хорошо расти в затопленных рисовых чеках при слое воды в 15—25 см.; 2) в выяснении возможности для карпа выдерживать температурный режим в затопленных рисовых чеках; 3) в выяснении способности карпа выдерживать гидрохимический режим затопленных рисовых чеков и 4) в установлении рыбной продуктивности рисовых чеков.

Для опыта было приспособлено 10 га рисовых чеков. 7 июня 1932 г. в них было впущено 3900 штук годовиков зеркального карпа со средним весом в 30 г штука. 10 сентября чеки были осушены и рыба выловлена. Всего было выловлено 600 шт. карпов со средним весом в 670 г. Некоторые экземпляры весили свыше 800 г. Недовывод карпов объясняется тем, что, вследствие прорыва валиков, окаймляющих чеки, значительная часть годовиков ушла в прилегающие к ним ирригационные каналы. Этот прорыв валиков произошел из-за того, что совхоз Черкесское организован только в 1931 г., и валики не успели окрепнуть. На старых рисовых полях, напр., в Италии или у нас в Средней Азии такие прорывы случаются очень редко.

Глубина затопления рисовых чеков во время проведения опыта равнялась в июне от 12 до 25 см, в июле от 9 до 23 см и в августе — от 9 до 17 см.

Температура воды равнялась в среднем от 20° до 27° , но иногда повышалась до 32° Ц.

Химический анализ воды показывал, что качество воды вполне удовлетворительно с рыбоводной точки зрения.

В гидробиологическом отношении затопленные рисовые чеки должны быть отнесены к водоемам промежуточным между мезосапробными и олигосапробными. Продуктивность чеков весьма значительная, чем обеспечивается хорошая кормовая база для карпа.

Наблюдения энтомолога Минина показали, что вылет комара-анофелеса на рисовых чеках, заселенных карпом, в 9 раз меньше по сравнению с контрольными, не зарыбленными чеками.

Таким образом, можно признать, что опыт с качественной стороны дал вполне удовлетворительные результаты. Это дало основание Рыбному сектору Наркомснаба РСФСР и Рисовому сектору НКЗ СССР вынести постановление о дальнейшем расширении этих работ в 1933 г. в производственном масштабе на Сев. Кавказе и опытным порядком в Средней Азии и на Дальнем Востоке.

Всесоюз. Инст.
пруд. хозяйства.

В. Мейен.

Новые данные об истреблении вредных млекопитающих. Вряд ли нужно доказывать, что обширные истребительные мероприятия, проводимые против организмов, приносящих человеку тот или иной вред или убыток, должны исходить из максимально глубокого и детального знания биологии данного вредителя. В сообщении, сделанном Линнеевскому Обществу в Лондоне, 14 апреля прошлого года, зоолог Британского музея Хинтон дает интересный материал по поводу борьбы с вредными млекопитающими в Англии и Соединенных Штатах (Martin A. C. Hinton. Biological principles in the control of destructive animals. Proc. Linnean Soc. London, 1931—32, part IV). См. также: M. A. C. Hinton. Rats and mice as enemies of mankind. British Museum (Natural History). Economic Series, № 8, 3-rd edition, 1931.

Крысы являются одним из бичей человека, в особенности в больших городах, с их громадными складами всевозможных товаров. Ежегодный убыток от крыс в Соединенных Штатах исчисляется в 200 миллионов долларов, из которых на города приходится 20 миллионов. Для Англии соответствующую цифру исчисляют в 15 миллионов фунтов стерлингов, причем в нее не входят убытки, причиняемые крысами на морских судах. Крысиное же „поголовье“ Великобритании по приблизительному, повидимому преуменьшенному подсчету равняется 40 миллионам штук, т. е. немногим уступает человеческому населению (47 307 601 чел. по переписи 1921 г.).

Необходимость серьезной борьбы с крысой в достаточной мере осознана в Англии в настоящее время, и, кроме усиленной пропаганды в этом направлении, там имеются уже и законодательные постановления. При этом кроме непосредственного уничтожения крыс различными способами, борьба пошла по линии недопущения крыс в помещения. Выработаны специальные правила для возведения новых построек и исправления старых, применение которых делает новую постройку „крысо-устойчивой“. Существование этих правил сводится к тому, чтоб фундамент погреба, подвалы и т. п. были хорошо цементированы, двери, окна, вентиляторы и другие отверстия, ведущие в нижние этажи, закрывались достаточно плотно, и таким образом доступ для крыс внутрь здания преграждается. Этим путем были достигнуты в Лондоне значительные успехи, которые иллюстрируются хотя бы следующим примером. На одной из главных улиц Лондона новые дома в своей большей части совершенно свободны от крыс. Между тем в находящемся на этой же улице старом доме за полгода было поймано 5000 крыс. Во многих других английских городах описанные предупредительные мероприятия также дали хорошие результаты.

Но совершенно неожиданно оказалось, что история на этом не заканчивается, а, наоборот, только начинается. Напомним, что повсеместно в Европе, а также в Англии и в СССР, домашней крысой является так называемая рыжая крыса или пасюк (*Rattus norvegicus* или по более старой терминологии *Mus decumanus*). Но до начала XVIII в. пасюк в Европе не было, и крысой предыдущих столетий был другой вид того же рода, а именно черная крыса (*Rattus rattus* соотв. *Mus rattus* прежних авторов), которая отличается

от обыкновенной рыжей крысы несколько меньшей величиной, и ядом других признаков. Черная крыса как раз и была тем животным, от которого население Европы и России заражалось чумой в средние века и в последующий период. Как разноситель чумы, черная крыса особенно опасна тем, что она значительно меньше боится человека, чем рыжая, и ее контакт с людьми более тесен.

В XVIII в. Европа была свидетельницей замечательного биологического явления вытеснения черной крысы рыжей. Последняя является исконным обитателем обширной территории, простирающейся от Каспия до Тобольска, и доходит на восток до Байкала. В Европе она раньше не встречалась. В 1727 Паллас наблюдал в Каспийской области массовое переселение рыжей крысы на запад. Крысы в колоссальных количествах переплывали через Волгу, наводнили Россию, а затем и Зап. Европу. При этом черная крыса была совершенно вытеснена более крупными, сильными и активными пришельцами. Борьба между двумя видами продолжалась около столетия, и в результате до самого последнего времени черная крыса сохранилась только на морских судах, и отдельные небольшие колонии ее лишь местами встречались на суше, главным образом в портовых городах.

Вышеописанные предупредительные английские мероприятия практически направлены против рыжей крысы; и, так как последняя по своей природе склонна преимущественно к рытью нор в почве, то плотный цементированный фундамент служит хорошей вахтой от нее. Иначе обстоит дело с черной крысой, которая представляет собой по существу древесного обитателя. Она вышла из Индо-Малайских лесов и чрезвычайно ловко лазит, далеко оставляя за собой в этом отношении свою победительницу, рыжую крысу. Так, напр., она может забираться на суда по протянутым с них тросам и т. п. Теперь оказалось, что, преградив доступ в новые дома рыжей крысе и избавившись от нее, человек тем самым открыл дорогу черной крысе. Как выражается Хинтон, с точки зрения черной крысы „мы, наконец, устроили действительно замечательную вещь. Мы удалили соперника, мы устроили чудные кухни, крыши которых изобилуют чрезвычайно удобными открытыми люками, мы устроили мосты через эти ужасные улицы, соединив крыши прелестной сетью телефонных проводов. Ни один древолазющий грызун не мог бы даже вообразить себе чего-либо похожего на такой рай. Каждую ночь идут процессы по воздушным проводам и по крышам; новые колонии основываются всюду, где возможно“. Фактически места, освобожденные от нападавшей снизу рыжей крысы, занимаются черной, которая атакует сверху. Так, одна лондонская фирма переехала в понеделник в новое помещение, устроенное по всем правилам противокрысиной техники. В среду заметили следы крыс, в конце недели корешки книг были в большом количестве объедены, а в следующую среду больше 60 крыс (черных) попало в ловушки на кухне. Черная крыса, как указывает Хинтон, во многих частях Лондона стала обыкновенной крысой, и таким образом при помощи самого человека снова заняла позицию, потерянную ею больше ста лет тому назад.

Создающееся положение является особенно угрожающим в отношении чумы, так как в силу своей меньшей боязливости черная крыса, как переносчик этой болезни, значительно опаснее рыжей. Таким образом, обширные дорожестоющие противокрысиные мероприятия дают совершенно неожиданный и неудовлетворительный конечный результат вследствие того, что, как оказалось, не все существенные биологические факторы были приняты во внимание.

Другая область, на которой останавливается Хинтон в своем сообщении, это истребление хищных животных в Соединенных Штатах, которое проводится там в последние годы с чрезвычайной энергией. Цель этой кампании вполне понятна — прекратить уничтожение хищниками домашнего скота, птицы и ценной дичи. Последствия, однако, получаются опять таки неожиданные.

Исконным врагом, напр., оленя в Северной Америке является кугуар или пума (*Felis conguar*) крупная кошка величиной приблизительно с леопарда. Раньше кугуар был широко распространен в Соединенных Штатах, теперь же он почти повсеместно выбит, и его поголовье, по видимому, ограничено дюжиной экземпляров в Йеллоустонском Национальном парке. Истребление кугуара, произведенное в другом национальном парке, расположенном в области Большого Каньона, привело, однако же, к бедственным результатам. Олени в отсутствии своего естественного врага размножились в парке до крайних пределов, в 1924 г. число их достигло 30 000, пищи стало не хватать, животные съели всю траву, обглодали все деревья и начали голодать. Не говоря уже о громадном вреде, причиненном растительности, само оленье стадо в общем настолько ослабло, что первая эпидемия, или даже неблагоприятные метеорологические условия, могут привести к его полному вымиранию, истребление кугуара вместо ожидавшейся пользы принесло оленю вред, и некоторые специалисты полагают, что только при помощи кугуар положение дела может быть поправлено.

Кампания, начатая в 1916 г. против других более мелких северо-американских хищных зверей, как койот (луговой волк), лисица и др., привела к чрезвычайному возрастанию количества грызунов, которое принимает все более и более угрожающие размеры. Понимание причин этого явления значительно уточнилось благодаря работе Дирборна (N. Dearborn), изложенной в передовой статье „Nature“ от 17 декабря прошлого года. Дирборн исследовал содержимое 3000 желудков девяти видов хищных животных, которые всегда считались очень вредными для домашней птицы и дичи, а именно скунса, лисицы, ласки, рыси, опоссума, енота, койота, норки и барсука.

Оказалось, что возводимые на хищников обвинения неосновательны. Так, напр., 57% пищи скунса состоит из насекомых, тогда как птицы составляют лишь 2.35%, а яйца 0.1%. Лисица оказалась, может быть, наиболее ярким примером ошибочности предвзятых мнений. Пища этого классического врага кур и дичи, согласно исследованию Дирборна, состояла в 1931 г. в Мичигане на 91% из лакопитающих, среди которых зайцы и кролики составили 81%, а дальше следовали

мыши, крысы и т. д. Остальные 9% всей пищи слагались на 3.42% из насекомых, на 3.64% из диких плодов и только 1.12% составили птицы. В сборах 1930 г. птицы и яйца составляли у лисиц несколько большую долю пищи и доходили до 11%. Аналогичные результаты получались для всех прочих исследованных хищников: они питаются, главным образом, кроликами с привлечением крыс, левых мышей, кротов и землероек.

Таким образом, сильнейшее размножение грызунов после общерной истребительной кампании против хищных зверей становится совершенно понятным.

Человек при своей непрестанной работе над изменением лика земли и над приспосабливанием ее к своим желаниям и нуждам встречается с различными биологическими соотношениями и связями. Одни из них существовали задолго до развития цивилизации, другие возникли и возникают в результате человеческой деятельности. Нередко непосредственные и насущные нужды человека заставляют его бороться с теми или иными животными и истреблять их. Во многих случаях благоприятные результаты таких мер совершенно очевидны. Достаточно напомнить успешную борьбу с желтой лихорадкой, млярией, тифом и т. д., путем уничтожения насекомых, передающих эти болезни. Но в других случаях биологические соотношения таковы, что даже, казалось бы, тщательно продуманные мероприятия приводят к совершенно нежелательным и непредвиденным последствиям. Чрезвычайно интересные Хинтона и Дирборна показывают, какие высокие требования должны быть предъявлены к биологическому анализу, предшествующему проведению обширных и дорого стоящих истребительных кампаний.

Б. Шванвич.

ПАЛЕОЗООЛОГИЯ

Находка трупа сибирского носорога в Галиции. Сибирский или волосатый носорог (*Rhinoceros tichorhinus* = *Coelodonta antiquitatis*) был постоянным спутником мамонта, подобно тому, как *Rhinoceros Merki* — лесной обитатель — сопровождал *Elephas antiquus*. Многочисленные остатки *R. tichorhinus* широко распространены в палеарктике, встречаясь в среднечетвертичных отложениях Северной и Средней Европы, Сибири, Монголии и Китая.

Характерной анатомической особенностью черепа волосатого носорога была, как известно, окостеневшая носовая перегородка. О внешности животного свидетельствуют многочисленные рисунки и скульптурные изображения, оставленные палеолитическим человеком. Из них можно упомянуть, например, о рисунке, исполненном красной охрой на стене пещеры Font-de-Gaume, раннее изображение на сланцевой плитке из Grotte du Trilobite (Франция, ориньякское время) и другие. Судя по этим изображениям, волосатый носорог держал голову опущенной вниз (как современный *Rh. sinus*) и был вооружен двумя стоявшими друг за другом рогами; из них передний, достигавший почти метра длины, был значительно больше заднего. Пища волосатого носорога, судя по остаткам ее,

найденным между зубов некоторых сибирских экземпляров, состояла из тех же растений, что и у мамонта. На передней части спины *R. tichorhinus* был жировой горб, служивший, как и у мамонта, запасом жиров на холодное время года. Как и современный носорог, *R. tichorhinus* жил, повидимому, поодиночке или парами и подобно современному же, бродящему иногда вместе со слонами, жил нередко в сообществе с мамонтом; вместе с последним волосатый носорог служил добычей палеолитическому человеку.

Интересный материал для восстановления облика *R. tichorhinus* дают редкие находки его трупов. За исключением области вечной мерзлоты Северной Сибири такие случаи сохранения трупов вымерших животных — с мягкими частями и шерстью — как известно, весьма редки. Находки мумифицированных трупов в пещерах или животных, утонувших в асфальтовых озерах и болотах, представляющие вследствие этого своего рода событие в практике палеонтологов, и подобные местонахождения подвергаются поэтому тщательному изучению. В этом отношении заслуживает внимания вторичная, притом очень удачная, находка волосатого носорога в озокеритовой шахте в Старунье (Галиция).

Старунья находится в районе Станиславова, в юго-восточной Польше, в местности называемой *Ropiszczce* (от слова „гора“ — озокерит, нефть, которые добываются здесь с давних времен). На левом берегу реки *Lukawiec Wielki*, впадающей в правый приток Днестра, еще в 1907 г. (*Niezobotosky*, 1913) были найдены остатки мамонта, голова и передняя половина трупа молодого носорога, утонувшего в озокеритовом болоте и вследствие этого сохранившего мягкие части тела и кожу (волосы вследствие своеобразных условий fossilization слезли).

В 1929 г. Польской Академией Наук здесь были поставлены раскопки, которыми был добыт труп сибирского носорога, обнаруженный на глубине 12½ метров в четвертичных илах, пропитанных соеной водой и нефтью. Эти илы, лежащие приблизительно на уровне современной реки, перекрыты гравием и глинами. Гравий местами переслаивается с песками, содержащими остатки деревьев более крупных, чем карликовые деревья флоры саших илов. Шахты и галереи, сооруженные для раскопки, позволили установить, что мамонт и носорог, найденные здесь в 1907 г., находились уже во вторичном залегании и что флора, „сопровождавшая“ их и „похожая“ на современную лесную флору Галиции, представляла в действительности материал, попавший в заброшенные палаты с поверхности. Новые раскопки выяснили также с несомненностью арктический характер флоры илов, в которой преобладают карликовая береза, *Salix reticulata*, *Dryas octopetala*, *Polygonum viviparum* и другие представители наземной флоры, подобной таковой тундр современной северной Евразии. Это одно из наиболее удаленных (около 120 км) от южной границы древних ледников местонахождений арктической флоры, указывающее на арктический климат местности в эпоху существования в ней волосатого носорога. Следует заметить, что перечисленные виды растений имеют здесь относительно крупные размеры. Вместе с растениями было найдено множество наземных и водных насекомых.

Что касается самого трупа носорога, то шерсть его не сохранилась, как и у первого экземпляра, найденного в 1907 г.: косые альвеолы на поверхности кожи, однако, хорошо видны и позволяют установить распределение волос. Последние были, повидимому, особенно хорошо развиты на макушке головы и на шее, образуя здесь своего рода гриву.

Многие части трупа сильно пострадали, некоторые — раздавлены; тем не менее можно установить для головы длину 0,85 м, общую длину тела с хвостом 4 м, из коих 0,5 м приходится на хвост.

Нижняя губа найденного носорога снабжена в углах рта бугорками, входящими в соответствующие углубления верхней губы, которая выдается лишь немного вперед над нижней (общезвестный рисунок из пещеры *Font de Gaume*, таким образом, не вполне правилен).

Морда у найденного трупа имеет четырехугольные очертания, напоминающая в этом отношении современного белого носорога (*Rh. simus*). Рога не сохранились (изучение первого черепа из Старуньи (1907) и сибирских экземпляров показывает, что форма и размеры заднего, меньшего рога очень изменчивы). Глаз, глубоко погруженный в орбиту, имеет длину всего на всего 4 см. Наружное ухо расположено на большом кожном бугре и в начальной своей части имеет форму трубки 4 см длины, которая затем переходит в расширенную часть, достигающую 24 см.

Орб на шее и бугор, возвышающийся над лопатками, значительно меньше, чем в известных реконструкциях Хильдгеймера или Абеля (сделанных на основании рисунков из палеолита и по горбу, наблюдавшемуся „в слабой степени“ — как указывает сам Абель — у молодого носорога из Старуньи, найденного в 1907 г.). Далее, назад, линия спины опускается, образуя седловину, ограниченную сзади двумя возвышениями, расположенными на высоте поясничных позвонков и крестца. Хвост широкий, сильно сплюснутый у основания. По-видимому, он был снабжен снизу и сбоков волосами, расходящимися по направлению к концу хвоста и здесь расходившимися в стороны в виде широкой, веерообразной кисти. В паховой области находятся два соска; на животике хорошо сохранился пупок. Линия живота гармонирует с линией спины, обе гораздо более изящны, чем на рисунке из *Font-de-Gaume*.

Сохранились все конечности. Длина свободной части (начинающейся у локтя и колена) — передней 0,5 м, задней немного больше. Подошва задней ноги значительно меньше, чем у передней.

По отсутствию рогов, копыт и частичному исчезновению у конечностей мускулатуры и кожи (частью, правда, найденных лежащими в стороне от трупа) можно сделать заключение о том, что носорог был перенесен в болото уже мертвым (может быть в половодье) и застрял здесь в яме, в которой и остался лежать брюхом вверх.

Таковы, вкратце, сведения об этой замечательной находке Северной Сибири не беднее подобными трупами, но сведения о них весьма скудные. При этом ископаемые остатки или погибают бесследно, или доходят до научных центров в таком виде, что сами находки совершенно обесцениваются. Первый хорошо сохранившийся труп сибирского носорога был найден в 1771 г. на берегу

р. Вилюя; от него были взяты голова без рогов и ушей, передняя и задняя нога. Эти остатки были в 1773 г. в Иркутске засушены Палласом в духовой печи; при этом конечности отчасти обуглились. Впоследствии эти остатки попали в Петербург, где и были описаны в 1849 г. Брандтом. Вблизи р. Яны был найден в 1877 г. второй труп, от которого в Иркутск были доставлены череп и одна нога; прекрасно сохранившееся туловище было унесено водой. Голова, доставленная в Петербург, была описана сначала в 1878 г. Черским, потом — в 1880 г. Шренком. (Этот череп принадлежит не *Rhinoc. Mercki*, как предполагалось вначале, а *R. tichorhinus*). Обстоятельная сводка о находках трупов мамонта и волосатого носорога на севере Сибири, опубликованная в последнее время И. П. Толмачевым (1929 г.), дает все основания предполагать, что со временем здесь удастся получить новый материал, который даст возможность значительно пополнить наши представления об этом животном.

Ю. А. Орлов.

МИКРОБИОЛОГИЯ

Разложение хитина микроорганизмами.

Хитин — вещество, имеющее широкое распространение в природе. Встречается он у членистоногих, ракообразных, брахиопод, кольчатых и круглых червей, простейших и у ряда грибов (*Agaricus*, *Armillaria*, *Polyporus*, *Claviceps* и др.). Колличество, в котором он содержится у близкостоящих друг к другу организмов, обычно варьирует незначительно. Так, по Kükenthal'ю, для *Nephrops*, *Carcinus* и *Crangon* его содержание колеблется от 5.18 — 8.29%. В составе панцирей ракообразных он после минеральных солей и белка занимает третье место. Хитин, азотистое вещество с некоторыми чертами углеводов, нерастворим в разведенных кислотах, щелочах и, благодаря своей стойкости по отношению к физическим и химическим факторам, в совершенстве выполняет функцию защитного вещества.

Проблема разрушения хитина бактериями имеет непосредственное отношение к круговороту веществ в природе, но длительное время этот вопрос совершенно не затрагивался в литературе. Был известно только, что некоторые грибы, паразитирующие на насекомых и червях, обладают способностью разрушать хитин; о полном же его разложении бактериями впервые сообщил Вепеске в 1905 г.

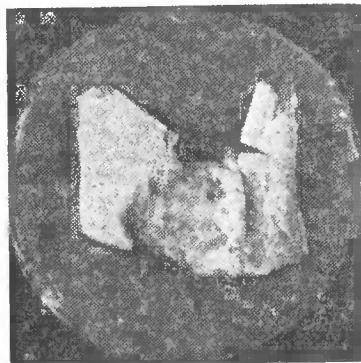
Подвергая панцири ракообразных последовательной обработке HCl , KMnO_4 , $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ и $\text{C}_2\text{H}_5\text{OCS}_2\text{H}_5$, он получал чистый хитин. Приготовив затем питательную среду, состоящую из раствора минеральных солей, в которой были помещены куски хитина, Вепеске вносил в нее небольшое количество разлагающегося планктона из Кильской бухты. Через три недели пластинки хитина становились слизистыми, а спустя еще 4 недели исчезал совершенно. За этот промежуток времени в среде развились самые различные организмы: амёбы, инфузории, диатомовые водоросли, нитчатые бактерии и т. п. Вепеске по этому поводу пишет следующее: "... опыт показал, что в морях имеются мельчайшие живые

существа, которые хорошо размножаются в присутствии только хитина и питательных солей и которые способны переводить хитин в соединения, служащие источником питания для других гетеротрофных и аутоотрофных существ".

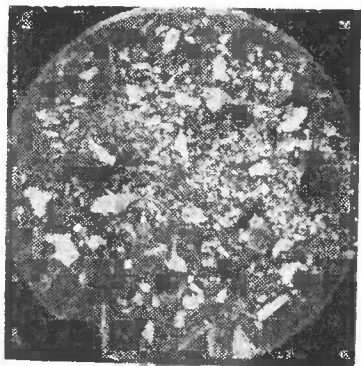
Этот исследователь, применяя им самим разработанную методику, выделил бактерию, разрушающую хитин в чистой культуре. По своим морфологическим признакам она оказалась палочкой $0.75 \mu \times 2 \mu$ величины, иногда располагающаяся попарно или цепочками, подвижной, имеющая жгутики, расположенные по всей поверхности ее тела, и не образующей спор. На пластинках хитина эта бактерия образует вооросли. Изучив физиологические особенности этой бактерии и установив, что ряд других исследованных ею бактерий и грибов не разрушают хитин, Вепеске назвал ее *Bacillus chitinovorius*. Эта ставшая классической работа внесла ясность в вопрос о судьбе хитина, подвергающегося вместе с панцирями ракообразных разрушению в различных водоемах. Быстрота процесса разложения, являющаяся одним из моментов, определяющим продуктивность моря, в данном случае весьма значительна, конечно, если мы примем во внимание, что хитин относится к более стойким органическим веществам. Можно было предполагать, что в естественных условиях интенсивность разрушения больше, т. к. там существуют явления метабиотического характера. Экспериментально это было доказано Folpmer's'ом, который нашел, что при одновременном действии возбудителей маслянокислого брожения и бактерий разрушающих хитин, последний разлагается в два раза скорее, чем от действия только *Bac. chitinovorius*.

Таким образом, эти работы с несомненностью доказали существование особых микроорганизмов, находящихся в воде, вырабатывающих фермент хитиназу и играющих определенную роль в поддержании органической продуктивности морей и океанов. Необходимо заметить, что химические процессы — характер продуктов, образующихся при разложении хитина микроорганизмами — почти не изучен.

Большое значение имеет также вопрос о существовании аналогичных бактерий на поверхности земли. Если не считать краткого замечания по этому поводу Вепеске, выделившего с гниющих базидиомидетов палочку, и имеющиеся указания



Фиг. 1.



Фиг. 2.

на способность актиномицетов разлагать хитин, то до недавнего времени этот вопрос оставался совершенно открытым.

В 1932 г. Johnson (Minnesota) — сообщила о своих исследованиях с бактериями, разрушающими хитин. У некоторых, сохранившихся на льду крабов, приобретенных для получения хитина, имелся сильный запах, исходящий только от пандыря, так как „мясо“ крабов оставалось свежим. Это обстоятельство побудило ее искать микроорганизмы, обладающие специфическими свойствами. Произведенные посевы маленьких кусочков разлагающегося пандыря на среды, содержащие хитин, установили присутствие бактерий, имеющих хитиназу и разлагающих хитин. Эти микробы образовывали на поверхности хитина маленькие плодовые тела розового или красного цвета, состоящие из круглых, напоминающих споры, телец. Выделенные микроорганизмы относятся к *Mucosoccus* (Миксобактерии) и были получены там же с разлагающихся шляпок различных грибов (*Armillaria mellea* и пр.). На фиг. 1 изображена часть пандыря краба до заражения его чистой культурой микроорганизмов; на фиг. 2 этот же кусок пандыря, разрушенный миксобактериями. Действие бактерий прекращается тогда, когда весь хитин разложен и остается одна известь.

Одна из полученных культур обладала избирательным действием, разрушая только „коммерческий“ хитин и совершенно не оказывала действия на пандыри ракообразных. Это, повидимому, стоит в связи с тем, что продажный чистый хитин получается из различных источников. Значительный интерес представлял один вид миксококка, который рос только на средах, содержащих хитин. Разрушение хитина протекало скорее в тех случаях, когда пандыри крабов не освобождались совершенно от мяса; и, очевидно, разложение в природе происходит именно при этих условиях. В специфичности действия бактерий убеждают следующие факты. Не только разнообразные по своим морфофизиологическим особенностям микроорганизмы, находившиеся на разлагающихся пандырях, но разрушали хитина, но и не все виды выделенного миксококка обладали этой способностью.

Наблюдения Johnson являются ценными, так как присутствие хитиназы у весьма распространен-

ных в природе миксобактерий объясняет разрушение в земле остатков различных живых существ, содержащих хитин.

Миксобактерии, изученные Thaxter'ом, Kofler'ом и др., представляют весьма своеобразную группу микроорганизмов, для которых характерно выделение слизи. Последняя образует ножки, выступающие над общей массой бактерий и имеющие на вершине шаровидные или иной формы „плодовые тела“ (питофоры), состоящие из множества бактерий. По своему распространению эта группа микроорганизмов должна быть отнесена к космополитам. Ее представители легко находят на разлагающихся частях растений и особенно на навозе различных животных (лошадей, коз, кроликов, полевок и др.). Повсеместное нахождение миксобактерий обеспечивает разложение в земле хитина, содержащегося в остатках растительного или животного происхождения. Этот процесс возможен не только летом, так как жизнедеятельность этих организмов не угасает при температурах, близких к нулю.

А. Имшенецкий.

ФИЗИОЛОГИЯ

Мозжечок и автономная нервная система.

Многие из физиологов-классиков приписывали мозжечку функцию регуляции вегетативных отклонений организма. Были даже серьезные экспериментальные данные. Так, Eckhard еще в 1872 г. раздражением мозжечка вызвал изменение дыхания, сердцебиения, секреции мочи и т. д. Разрушением мозжечка он вызывал полиурию и глюкозурию у кроликов. Спустя лет 30 после опытов Eckhard'a появились в литературе отдельные, весьма ценные данные относительно серьезных трофических нарушений почти во всем организме, как следствие повреждения мозжечка (Marchi, Turner, Probst, Thomas и др.). Были получены ясные данные, что повреждение мозжечка вызывает задержку роста, дегенерацию мышц, делает организм более уязвимым по отношению к внешним и внутренним вредоносным агентам и т. д. На основании этих и ряда других данных Luciani, крупнейший итальянский физиолог, творец классического учения о функции мозжечка, свою историческую триаду — стеническое, статическое, тоническое влияния мозжечка — представлял в единстве, в едином процессе („Drei Verschiedene äussere Formen eines einzigen Vorganges“, при чем этот последний он ставил в тесную связь с трофическим действием мозжечка на весь организм вообще, на скелетную мускулатуру в частности.

Несмотря на приведенные данные и высказывания, эта интересная сторона функции мозжечка почти до последнего времени, а, пожалуй, и сейчас остается в тени, если не считать единичных высказываний отдельных авторов (Camis, 1912).

В новейшее время Camis (1922), а за ним и японский ученый Ken-Kure (1922—1923) на основании экспериментального материала более решительно высказывали предположения, что

мозжечок является центром симпатической иннервации мышц. Несмотря на некоторую методическую недостаточность этих данных и их относительный посредственный характер, они все же направляли научную мысль на изучение мозжечка, как центра автономной нервной системы. Так, Dresel и Lewy в 1924 г. разрушением мозжечка у кролика вызывали гипергликемию, глюкозурию и понижение температуры тела. Они же получали сильное повышение кровяного давления вследствие раздражения мозжечка электрическим током. Parlihan и Cruseanu (1926) отметили ряд очень серьезных трофических нарушений после экстирпации мозжечка у собак. Характерно, что так называемые глазодыхательный и глазосердечные рефлексы, осуществляемые посредством автономной нервной системы, сильно изменялись у этих собак. В недавнее время итальянский исследователь Giorgio (1928) установил чрезвычайно интересный факт сильного влияния мозжечка на спинальные симпатические центры. После односторонней экстирпации определенных частей мозжечка, Giorgio получал ослабление тонуса мышц односторонней задней конечности (Haltungssymmetrie). После перерезки спинного мозга в области первого грудного сегмента, разницы в тоническом напряжении мышц задних конечностей, хотя и в ослабленном виде, все же оставалась. Перерезка же спинного мозга на уровне нижних грудных или поясничных сегментов вызывала исчезновение этой тонической разницы.

Далее следует остановиться на опытах проф. А. Н. Крестовникова (1928 г.), которые, по нашему мнению совершенно отчетливо показали связь между симпатической нервной системой и мозжечком. После односторонней экстирпации известных частей мозжечка, мышцы конечностей теряли свойство развивать гладкий, ровный тетанус. Проф. Крестовников высказал предположение, что это влияние мозжечка осуществляется через симпатическую систему. В последние годы в лабораториях проф. Л. А. Орбеля в связи с развернутой разработкой физиологии автономной нервной системы занимались и занимаются также вопросом связи мозжечка с автономной нервной системой. Целым рядом сотрудников получены ясные, прямые факты подтверждающие, и пополняющие имеющиеся до сих пор старые и новые данные относительно мозжечка, как органа, тесно связанного с автономной нервной системой.

На основании изложенного можно считать твердо установленным, что мозжечок действительно имеет самое непосредственное отношение к автономной нервной системе. Не будет, пожалуй, ошибочным назвать его одним из высших центров автономной нервной системы. Связь мозжечка с автономной нервной системой, несомненно, является одной из самых интересных проблем в современной физиологии, проблемой, которая, к сожалению, не вызывает пока соответствующего внимания большинства физиологов.

Э. Асратян.

БИОХИМИЯ

Пектин и его применение. Среди продуктов растительного происхождения пектины до самого последнего времени являлись наименее изученными. И лишь в послевоенные годы специальная литература обогатилась рядом работ, плотную подводящих нас к разрешению проблем их строения и биохимических превращений.

Пектины представляют собою коллоидные вещества сложного и еще не окончательно выясненного строения. Они входят как существенная часть в состав стенок клеток и межклеточного вещества растений, главным образом плодов. Некоторая их часть находится и в клетчатом соке последних в растворенном состоянии. Способность пектина давать твердое желе после варки с растворами сахара и кислоты, взятыми в определенной концентрации, сделало его продуктом чрезвычайно ценным для кондитерской промышленности, где пектин употребляется при варке мармелада (и пастил) как желеобразователь. В этой области пектин, как продукт более дешевый, вытесняет ранее применявшийся агар-агар.

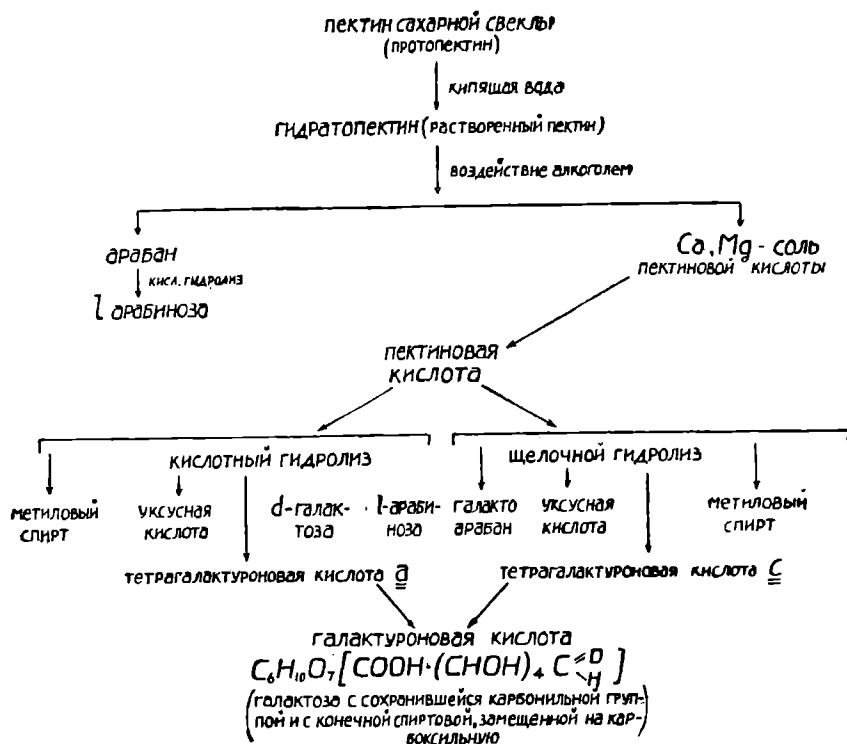
Другие применения пектина пока ограничены, но, во всяком случае, мы в настоящее время имеем положительные указания на высокие качества пектинового клея и ценные свойства его как эмульгатора при работах с эфирными маслами.

Потребность в изучении пектина в значительной мере вызвана тем, что пектин как раз нестойк в ценной для техники желирующей фазе, при чем законы равновесия желирующей и нежелирующей фаз являются еще далеко неизученными.

Пектин открыт еще в 1824 г. ботаником Пайеном. Несколько позднее Браконно, путем последовательной обработки щелочью и кислотой выделил из раствора пектина желеобразный осадок с кислыми свойствами, который он назвал пектиновой (или студеной) кислотой.

С тех пор в области исследования пектинов было сделано очень мало, вплоть до работ Фелленберга, из которых значительнейшая относится к 1917 г. Названный автор щелочным омылением отщепил от молекулы пектина метиловый спирт и доказал, что полученный остаток способен давать типичные соли (классическая соль кальция) со многими металлами. Таким образом, по воззрениям Фелленберга, пектин является метиловым эфиром пектиновой кислоты.

Работы Фелленберга имеют большой практический интерес. Дело в том, что „нормальный“ желирующий раствор пектина получается при простом кипячении объекта, содержащего пектин с водой. Но при длительном кипячении желатинозная способность раствора пектина постепенно пропадает. Тот же процесс постепенного исчезновения желирующей силы происходит и при варке мармелада. Эти явления сопровождаются выделением метилового спирта. Фелленбергу, путем осторожных омылений пектиновых растворов, удалось добиться частичных отщеплений метоксидов, при чем им был получен ряд продуктов с пониженной желирующей силой — так называемых межпектиновых кислот. Подобный же процесс постепенного разложения пектина происходит и в растениях под влиянием соответствующих ферментов.



Фиг. 1. Схема последовательного гидролиза пектина сахарной свеклы по Ф. Эрлиху.

Работы Фелленберга, не приложенные в свое время самим автором практически, позволяли в настоящее время сделать некоторые выводы относительно техники мармеладных варок и хранения плодового теста.

Но работы Фелленберга еще не давали возможности ближе подойти к строению основного ядра пектина — успех в этой области выпал на долю Ф. Эрлиха, исследователя, давшего с 1917 г. и до нашего времени длинный ряд работ, посвященных изучению строения пектинового ядра сахарной свеклы, льна, апельсина, смородины и земляники.

Растворимый в воде пектин, переведенный в раствор кипячением, Эрлих называет гидратопектином. Подействовав на раствор гидратопектина спиртом, Эрлих получает осадок и продолжающую оставаться растворенной фракцию. Последняя может быть довольно разнообразной и состоит, напр., у пектина сахарной свеклы из одного арабана, а у других пектинов — из нескольких компонентов.

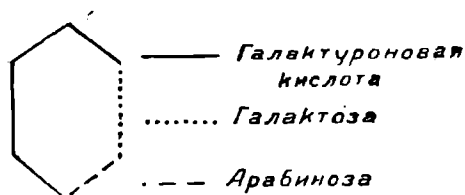
Более интересен осадок, представляющий, по Эрлиху, кальций-магнєвую соль пектиновой кислоты, которая, содержа метиловый спирт, отличается, таким образом, от Фелленберговской. Отщепив кальций-магний и подвергая остаток осторожному, безразлично щелочному или кислотному, гидролизу, Эрлих в результате получил для всех исследованных им объектов одинаковое ядро, являющееся, по видимому, подлинным ядром пектина — так называемую тетрагалактуроновую кислоту.

Тетрагалактуроновая кислота состоит из четырех молекул галактуроновой кислоты глюконозидоподобно соединенных, по Эрлиху, в кольцо через карбонильные и спиртовые группы так, что карбоксилы остаются свободными. Тетрагалактуроновая кислота известна в трех формах α, β и γ, причем формы α и γ легко переходят в форму β, из формы же γ (кстати, обладающей разомкнутой цепью) форм α и β получить не удалось.

Кроме тетрагалактуроновой кислоты, от пектиновой кислоты Эрлиха отщепляется еще ряд веществ, но характер их все же меняется с изменением материала, взятого для извлечения пектина. Сказанное о работах Эрлиха хорошо иллюстрируется схемой (см. фиг. 1), представляющей распад пектина сахарной свеклы. За последнее время появился ряд возражений против придания тетрагалактуроновой кислоте циклической формы, как это сделал Эрлих. Но, благодаря его работам, с несомненностью найдено ядро пектина, состоящее из полигалактуроновой кислоты.

В то время как Эрлих нашел ядро растворимого пектина, английская школа исследователей положила много трудов на решение проблемы строения пектина, первоначально заложенного в растении до момента растворения — так называемого протопектина.

Размеры очерка не позволяют остановиться на воззрениях на этот предмет различных авторов; но, во всяком случае, можно наметить два мнения, одно из которых считает протопектин продуктом соединения полимеризованного пектина с металлическими ионами (например, Fe), а другое



Фиг. 2.

считает вторым компонентом вместо металла целлюлозу. Истина, как это часто бывает, повидимому, лежит посредине. Англичане Ненджи-Линг и Петен пытались также дать и схему связей составных частей пектина, выражающуюся, по их мнению, также кольцевой формулой (см. фиг. 2). Нужно отметить, что последняя не имеет в настоящее время достаточных экспериментальных подтверждений. Много сделано английской школой исследователей и для выяснения растворимости фракций пектина в различных растворителях.

Последние работы вплотную примыкают к требованиям практики. Дело в том, что за последнее время чрезвычайно развилось изготовле-

ние сгущенных препаратов пектина из различных плодов (преимущественно из яблок и цитрусов). Простое кипячение материала с водой, с последующим сгущением полученного раствора далеко нерентабельно, так как при таких грубых операциях значительная масса пектина подвергается разложению. Здесь и является важным изучение отношения пектина к растворителям и условиям растворения.

В настоящее время Германия и Америка имеют заводы, изготавливающие пектиновые препараты, сберегающее много средств на экономии дорого стоящего агар-агара.

За последнее время и у нас в Союзе ведется исследование пектинов, главным образом, Институтом пищевой промышленности (давшим уже схему заводского производства пектина) и близким ему плодосовощным.

Если мы учтем большие открытия в области строения и свойств пектина, сделанные за последнее время, а также его большое экономическое значение, то сумеем по праву сказать, что изучение пектинов является одной из самых оживленных областей современной биохимии.

М. Гудлет.

Научные съезды и конференции

Итоги первой Всесоюзной Конференции по Радиоактивности¹ 29 ноября м. г. закончила свои работы 1-я Всесоюзная Конференция по радиоактивности, созванная Радиевым институтом в Ленинграде. В работах конференции приняли участие представители 48 научных учреждений. Было прочитано свыше 60 докладов. Зарегистрировано 145 делегатов, среди которых было не мало приехавших из самых отдаленных уголков Союза. Кроме Москвы и Ленинграда, были представлены Владивосток, Свердловск, Ашхабад, Ташкент, Баку, Ростов, Одесса, Киев, Харьков, Смоленск, Саратов.

Широкий размах, который приняли исследования явлений радиоактивности у нас в Союзе нашел свое отражение и в программе работ конференции, где были поставлены вопросы в равной мере интересные для физиков, геологов, химиков, врачей, агрономов, зоотехников и геофизиков. И всего лишь тридцать шесть лет тому назад во Франции впервые были открыты явления радиоактивного распада атомов. Это было одно из величайших открытий конца XIX века, давшее необычайной силы жизненный импульс всем отраслям точного знания, оказавшее мощное революционизирующее влияние не только на

физику и химию, но и на развитие математики, поставив ряд проблем, недоступных старым приемам математического анализа.

За сравнительно короткий в истории науки промежуток времени в корне изменились наши взгляды на природу и строение атомов химических элементов: с одной стороны создавалась необычайно высокая дифференцированность научной работы и с другой теснейшая связь, переплетение отдельных отраслей естествознания.

Фундаментальное значение явлений радиоактивного распада можно видеть хотя бы из того, что данные, полученные при их изучении, коренным образом изменив наши представления об атомах и их структуре, в настоящее время все более и более настоятельно выдвигаются на первый план в явлениях энергетики земной коры, ставя на кардинальное разрешение вопросы орогенеза магматических очагов, и связанного с ними вулканизма. Наконец, поставлен вопрос о пересмотре космогонических проблем, внутреннем состоянии звезд, об эволюции самих химических элементов и физической природе самой материи в ее до сих пор оставшихся неделимых протоне и электроны.

В последние годы радиоактивный распад атомов с успехом выполняет для человечества роль универсальных мировых часов, и геологическая история земных образований также точно отсчитывается количеством накопившихся в них атомов свинца и гелия, как в эпоху великих мореплавателей отсчитывала дни и часы перевернутая

¹ Развитию радиоактивных исследований у нас в Союзе и обзору существующего положения посвящена статья проф. В. Г. Хлопина в № 11—12 «Природы» 1932 г. «Развитие радиоактивных исследований в Союзе за 15 лет».

песочница. Разница лишь в том, что геологическая история считает миллионами и десятками миллионов столетий.

Не будем перечислять, где и как нашли себе применение явления радиоактивного распада. Во многом мы еще не вышли из стадии предварительных опытов. Многие уже известные ограничиваются количествами имеющихся у нас концентратов. Ниже мы вернемся к этому. Здесь отметим лишь одну особенность — радиоактивные вещества находятся везде. Так, например, радий количественно измерен в окружающих нас горных породах, почвах, воде рек, морей и океанов. Все вещество земной коры проникнуто рассеянными в нем атомами радиоактивных элементов. Для радия их общая масса выражается порядком 10^7 тонн. И в то же время все человечество имеет в своем распоряжении всего лишь немного более 500 грамм! Здесь огромная задача перед технологиями будущего, ибо не одному радио свойственно такое состояние распыления. Есть еще ряд не менее важных элементов, где природа столь же мало позаботилась о нуждах человечества.

В докладах И. И. Гинзбурга и Ф. А. Торопова Конференции был представлен огромный материал по изучению Угтинских радиеносных вод, этого исключительного по своему богатству радием и мезоторием объекта, с которым связывали в данный момент развитие нашей радиевой промышленности.

Огромные массы вод аналогичного типа, по ж сожалению, меньшей экономической ценности, были обнаружены в ряде нефтяных районов Союза. Обзорный доклад проф. В. Г. Хлопина представил общую картину состояния наших знаний в этой области, и мы с гордостью можем сказать, что советскими учеными вписана одна из наиболее ярких страниц геохимии, посвященная непрерывно идущим процессам миграции атомов рассеянных радиоактивных элементов.

Явление широкого масштаба, охватывающее целые области земной коры, дающее отображение тем непрерывающимся процессам движения и изменения, которые слагают жизнь атомов земной коры, для радиоактивных элементов может считаться изученным наиболее полно, благодаря точности и крайней чувствительности радиоактивных методов анализа.

Представитель ЦНИГРИ А. П. Кириков дал сводку результатов поисковых работ, накопленных за многие годы в бывшем Геологическом комитете. Для составления ориентировочной карты распределения радиоактивных минералов на территории Союза, был применен так называемый аспирационный метод, позволивший в сравнительно короткий срок подвергнуть испытанию свыше тысячи образцов из экспонатов Геологического музея ЦНИГРИ. Повышенная ионизация, указывающая на присутствие радиоактивных минералов, была установлена для $10/10$ ящиков Геологического музея. Особенно большое распространение ториевых минералов было отмечено для районов Забайкалья, Приморья, Минусинского Округа. Повышенная радиоактивность отмечена для Мугоджар и ряда районов Средней Азии. Однако, сколько-нибудь детально разведанных месторождений мы до сих пор, кроме известного Тюя-Муюна, не имеем.

Большой интерес вызывает Табашарское месторождение урано-ванадатов (св. часть Таджикской республики), практическая ценность которого, не смотря на изучение его в течение ряда лет, еще не установлена окончательно. Трудности изучения заключаются в том, что процессы оруденения связаны здесь с поверхностной зоной грапто-диоритного массива, в виде отложения вторичных урановых соединений по трещинам кливажа. Предположение о значительных скоплениях первичных урановых соединений на глубине кажется очень вероятным, но для окончательного разрешения необходимы данные глубокого алмазного бурения.

В своем вступительном докладе — „Геохимия и радиоактивность“ — акад. В. И. Вернадский развил целый ряд интересных эмпирических обобщений, безусловно заслуживающих опытной проверки. Анализируя данные по изучению изотопического состава свинца, взятого из различных по своему генезису месторождений, акад. В. И. Вернадский указал на различие изотопического состава свинцов контактового происхождения от обычно встречающихся свинцов метасоматического типа и минеральных жил. В то время как оба этих последних типа свинцов, представляли собой так называемый обыкновенный свинец, содержащий до 8 изотопов (203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210) и имеющий средний атомный вес 207.2, свинец урановых и ториевых минералов не дает указаний на существование изотопов 203, 204, 205, 209.

Это обстоятельство наводит на мысль о существовании иных рядов радиоактивного распада, именно ряда, в который входят до сих пор оставшиеся не открытыми элементы № 87 и № 85. Безуспешность поисков этих элементов среди продуктов распада уранового и ториевого ряда, очевидно, нужно объяснить тем, что геохимия этих элементов имеет свои характерные отличия. Элемент 87 — аналог цезия, и очень вероятно, что его геохимия во многом сходна с геохимией цезия, который, как известно, совсем не встречается там, где есть урановые минералы. Поэтому в основе поисков недостающих элементов следует положить изучение изотопического состава свинцов, с помощью которого можно получить указания — где именно, в каком природном материале нужно искать этих последних, недостающих членов системы химических элементов.

β -излучения калия и рубидия до сих пор представляют собой яркий образец процессов, закономерности которых еще не вскрыты наукой. Казавшееся столь возможным обобщение о радиоактивности щелочных элементов вообще, пришлось отбросить, ибо для элемента цезия все же не удалось обнаружить что-либо сходное с явлениями радиоактивного распада. Акад. В. И. Вернадский считает возможным связать это „аномальное“ состояние цезия с появлением новых свойств атомной структуры, характерной для элементов этого большого периода и находящей свое выражение в образовании группы редкоземельных элементов. Обнаружение в самое последнее время радиоактивных излучений самария (№ 62) ставит во весь рост проблему изучения редкоземельных элементов уже с точки зрения связи их атомной структуры с радиоактивностью.

Интереснейший материал был затронут в докладе Г. А. Гамова, автора современной теории

α-распада: Расчленив явления ядерного распада на две группы, одну связанную с внутриядерными электронами и другую с тяжелыми составными частями ядра, т. е. α-частицы, протоны и недавно открытые нейтроны, докладчик яркими мазками набросал черты современных представлений о структуре атомного ядра. Невозможность приложения приемов современной квантовой механики к анализу явлений, связанных с частицами, движущимися со скоростью весьма близкой к скорости света, привела к тому, что мы до сих пор не имеем удовлетворительной теории β-распада и каких-либо твердо установившихся взглядов на распределение внутриядерных электронов. Необходимо приложение методов новой релятивистской квантовой электродинамики, еще неизвестной нам, для того, чтобы понять шифр накопившегося экспериментального материала. Зато со второй группой внутриядерных явлений, группой связанной с тяжелыми составными частями, дело обстоит несравненно лучше, и мы уже имеем теорию α-распада атомов тяжелых, т. е. радиоактивных элементов, основные положения которой оказалось возможно приложить и к процессам искусственного разрушения ядра атома легких элементов. Стало возможным предсказать и объяснить, в полном согласии с экспериментом, такие „реакции замещения“, как это имеет место при бомбардировке азота (N_{14}) α-частицами с образованием изотопа кислорода (O_{17}) и протонов; „сгорание“ лития в водороде ($Li_7 + \text{протоны}$), происходящее через промежуточную фазу образования неустойчивого Be_9 и дающее в результате два атома гелия. Наконец, открытие нейтронов при бомбардировке Be_9 α-частицами и, самое эффектное, установление обратимости реакции: $B_{11} + \alpha \rightleftharpoons N_{14} + \text{нейтроны}$.

Таковы общие черты этой современной „ультра-химии“, оперирующей на последних пределах разложимости материи в электрических полях в миллионы вольт напряжения.

Проф. Д. В. Скобельцын в своем докладе подробно остановился на методах спектроскопии γ-излучений радиоактивных элементов. Трудности экспериментирования велики, но задача выяснения связи γ-излучений с внутриядерными квантовыми переходами слишком важна. Уже сейчас вполне определенно намечаются некоторые соотношения, которые позволяют с несомненностью утверждать о существовании некоторой аналогии между спектральными явлениями ядра и отношением рентгеновских излучений к внешней электронной оболочке атомов.

Природа космической радиации, столь неожиданно вскрывшаяся за последнее время в эксперименте, заставившем говорить о материальной природе этих излучений, послужила предметом специальных докладов проф. А. В. Мысовского, А. Б. Вериги и С. Н. Вернова. Однако, с полной уверенностью до сих пор наука не может ответить, — с чем именно, с какими частицами должно связывать эти явления. Есть много данных, говорящих в пользу электронного потока огромных скоростей, но не исключена возможность участия в них протонов и, может быть, нейтронов.

Чрезвычайно важный для бальнеологии материал привел в своих докладах проф. А. Н. Огильви. Работами последних лет Бальнеологическому ин-

ституту в Пятигорске удалось выяснить физиологическое действие радиоактивных вод. Идя последовательно от изучения действия радиоактивных излучений на изолированное ухо кролика к изучению кожного покрова больных, принимающих радиоактивные ванны, удалось установить, что присутствие радиоактивных веществ имеет несомненное и ясно выраженное сосудо-суживающее действие, причем главным воздействующим агентом являются β-излучения. Таким образом, присутствие β-излучателей, т. е. продуктов распада радона, начиная с RaB , является основным условием действия радиоактивных ванн. Дальнейшими опытами выяснено, что для получения хорошо выраженного физиологического действия радиоактивных ванн важна не начальная высокая концентрация продуктов распада эманации, а их абсолютное количество, пришедшее в соприкосновение с кожей больного. Применение проточных ванн позволяет с успехом использование вод с несколькими единицами Махе эманации, как ванн специфически радиоактивных. Кожа больного при этом адсорбирует на своей поверхности значительную часть активного осадка, повышая тем самым местную концентрацию их до размеров, необходимых для физиологического воздействия.

К числу больших достижений необходимо отнести и открытие в Пятигорске высоко радиоактивных вод с концентрацией эманации радия порядка 1000 ед. Махе, что поставило Минераловодскую группу курортов в отношении радиоактивных вод на четвертое место в мире, после Обершлемма, Брамбаха и Иохимсталля. Трудности каптажа минеральных вод с сохранением в них эманации в значительной мере преодолены, и в настоящее время около 200 тысяч литров воды с концентрацией эманации свыше 200 ед. Махе уже используются в лечебных целях.

Попыткам применения радиоактивных излучений в различных отраслях сельского хозяйства были посвящены доклады проф. Сухарева и проф. Бухмана. Все это первые попытки, заслуживающие всяческого поощрения, ибо мы знаем, что введение добавочных энергетических факторов уже не раз давало изумительные результаты стимулирования роста, вызревания и способствовало появлению новых свойств организмов, часто имеющих огромное хозяйственное значение. Достаточно вспомнить о работах лаборатории акад. Г. А. Надсона, где были выращены культуры дрожжевых бактерий, у которых под влиянием рентгеновых и радиоактивных излучений появились наследственные свойства исключительно высокой устойчивости к спиртовой среде, что позволило вести брожение с несравненно более высоким использованием исходного материала.

Ряд докладов был посвящен вопросам химии радио-элементов. Очень интересна открытая Б. А. Никитиным единственная качественная реакция на радий, путем осаждения хромата радия в растворе трихлоруксусной кислоты, т. е. в условиях, когда хромат бария не выпадает. По данным работ Химической лаборатории Радиевого института осаждение хромата бария и радия дает наиболее выгодные условия разделения этих двух элементов, и очевидно скоро этот процесс получит применение в заводской практике.

А. П. Ратнер дал термодинамическую теорию

явлений распределения солей между кристаллами и раствором, лежащих в основе дробной кристаллизации, процесса играющего большую роль в технологии радия и других редких элементов. Установлен характер связи между константой фракционирования и растворимостями компонентов и зависимость этой константы от состава раствора.

Радиометрическая лаборатория ЦНИГРИ представила данные по методике анализа радиоактивных минералов и определению их возраста. Установлены наиболее пригодны типы измерительной аппаратуры и приняты меры к планомерному производству ее на наших заводах.

Таков крайне неполный обзор работ Конференции, который можно было дать на этих немногих страницах. Здесь опущена главная часть вопросов, представлявших интерес лишь для специалистов. Изучение явлений радиоактивности идет необыкновенно быстро вперед, совершенствуется методика, увеличиваются кадры ученых, расширяется область применения радиоактивных элементов. Ярким показателем масштабов нашего движения могут служить две цифры, принятые как вполне реальные на Конференции; это выявленная потребность наших медицинских учреждений в 50 граммах радия, и трансформатор в 15 миллионов вольт, который уже строится для того, чтобы советские ученые еще детальнее и ближе подошли к опытному изучению структуры ядра атома, вскрытой впервые благодаря явления радиоактивного распада.

А. В. Комлев.

Конференция по физико-химическому анализу. Отдел общей химии — физико-химический анализ — вырос за последние пятнадцать лет в самостоятельную научную дисциплину. Занимаясь изучением изменений физических свойств равновесных систем в зависимости от изменения состава этих систем, физико-химический анализ располагает колоссальным экспериментальным материалом. Практические потребности промышленности и техники заставляли изучать различные физические свойства равновесных систем, образуемых природными рассолами, горными породами, сплавами металлов и т. п.; но исследования эти производились не систематически, факты оставались разрозненными, не было общей точки зрения, путеводных нитей при подходе к изучению отдельных объектов. И только развитое акад. Н. К. Курнаковым учение о диаграмме, лежащее в основе теоретических построений физико-химического анализа, позволило внести единство и стройность в накопившийся огромный фактический материал.

По инициативе акад. Н. С. Курнакова возникло в 1918 г. при Академии Наук учреждение, вся деятельность которого посвящена разработке этих вопросов — Институт физико-химического анализа, который совместно со своими ближайшими соседями по научной работе — Лабораторией общей химии и Институтом по исследованию платины АН — успешно разрабатывает теорию и практику физико-химического анализа. Работники этих трех учреждений не раз выступали на различных научных съездах и конференциях и закрепили за своими институтами ведущую

роль в изучении равновесных систем, в исследовании природных рассолов, сплавов, в разработке и применении методов физико-химического анализа. На состоявшемся в октябре 1932 г. шестом всесоюзном Менделеевском съезде работающие по физико-химическому анализу делегаты объединились в бригаду „солей и равновесий“, где было заслушано 32 научных доклада. Но само собой разумеется, что эта бригада не смогла ни охватить все стороны столь широкой и глубокой дисциплины, каким на настоящий день является физико-химический анализ, ни объединить всех работающих в этой области. А работников этих очень много — нет ни одного химического научно-исследовательского учреждения в Союзе, которое не применяло бы в своей работе методов физико-химического анализа — более того ряд крупнейших химических институтов уделяют ему исключительное внимание. Исходя из этого, бригада „солей и равновесий“ и колонна „минерального сырья“ на шестом Менделеевском съезде предложила резолюцию (которая и была принята пленумом съезда) о необходимости созыва специальной конференции по физико-химическому анализу, при чем организация его возложена была на Институт физикохимического анализа Академии Наук СССР. Президиум Академии Наук постановил конференцию созвать в г. Ленинграде осенью текущего года и утвердил организационный комитет. Через непродолжительное время будет опубликована программа конференции. Предполагается участие свыше ста иногородних и нескольких иностранных ученых.

Конференция должна подытожить достижения ленинградской школы работников физико-химического анализа за пятнадцать лет ее существования, внедрить в практику отраслевых и прикладных научно-исследовательских организаций методику и теорию этой науки, столь много давшей для химической промышленности Союза, использовать теорию на нужды практики и материалы добытые практическими работниками — на укрепление и развитие теории.

Физико-химический анализ — детище Октябрьской революции, вырос и развился в Советском Союзе. Вопрос об организации специального института посвященного физико-химическому анализу ставился неоднократно и до революции, но только в 1918 г. при советской власти — он возник и стал пышно развиваться.

Строя свои теории на материалах социалистической химпромышленности, институт и сам не оставался перед ней в долгу: добыча солей и брома из морских и озерных рассолов, техника легких и цветных металлов, некоторые отрасли основной химии — все это многим обязано Институту, и работы созываемой конференции послужат еще более тесному единению теории и практики в этой области. Стоит еще в заключение отметить, что созыв конференции совпадает по времени с пятидесятилетием научной деятельности творца физико-химического анализа и руководителя целого поколения советских ученых химиков — академика Николая Семеновича Курнакова, неустанным трудом которого эта наука обязана своим блестящим расцветом.

М. А. Клочко.

РАЗВИТИЕ ГЕНЕТИКИ¹

Проф. Т. Г. МОРГАН²

(Калифорния, Технологический институт)

ОТ ПЕРЕВОДЧИКА

Предлагаемый вниманию читателей доклад Г. Моргана представляет собой незаурядное явление в научной литературе. Имя Моргана известно всем. В этом докладе он чрезвычайно выпукло обрисовывает современное состояние главных проблем генетики, рассматривая их в свете истории этой отрасли знания и перспектив ее дальнейшего развития. Кроме того, он касается проблем эволюции, механики развития, цитологии и физиологии, поскольку они соприкасаются с генетикой. Доклад рассчитан, конечно, на специалистов, но в то же время в основном доступен и должен быть интересен всем, знакомым с элементами генетики (только некоторые места носят более специальный характер). Поэтому, каждый может получить из этого доклада „столько, сколько он сможет втянуть“. Перед нами Морган со всеми его научными симпатиями и антипатиями, а также оригинальными мнениями, с которыми подчас трудно согласиться, но мимо которых невозможно пройти.

Быстрое развитие какой-либо науки, которое происходит от времени до времени, обязано обыкновенно открытию нового метода или нового факта достаточной значимости, или же выработке нового теоретического принципа, пролагающего новые пути исследования. В последнем случае, преимущество науки по сравнению со спекулятивными методами философии и метафизики в том, что она избирает те теории, которые могут быть подвергнуты экспериментальной проверке и пренебрегает остальными, не потому, что они неверны, а потому что они бесполезны.

В отношении генетики не имел, однако, места ни один из этих случаев, потому что она началась „открытием“ открытия, сделанного на 35 лет раньше. Мы можем датировать таким образом время возникновения генетики с открытия сочине-

ний Менделя в 1900 году. Их реабилитация обязана, однако, не в буквальном смысле слова их находке, но той потребности, которая возникла из аналогичных экспериментов де Фриза, Корренса и Чермака, открывших ряд явлений, тождественных тем, которые раньше описал Мендель.

Существенен тот факт, что забытые сочинения Менделя были открыты, когда назрел момент оценить их значение. В результате работа сотен биологов (свидетельством чему является программа настоящего Конгресса) коренным образом изменила свое прежнее направление или вступила на совершенно новые пути. Открытия, которые быстро последовали вслед за этим показав, что те же самые законы широко применимы к другим растениям, а также и к животным, с очевидностью доказали, что биология сделала крупный шаг вперед.

Но прежде чем рассматривать развитие генетики после 1900 г., следует отдать должное более ранним работам по гибридизации, создавшим базу для исследования, которым и сам Мендель, вероятно, обязан очень многим. Остановимся на минуту и сделаем небольшой исторический экскурс, так как было бы несправедливо забыть или недооценить что-либо, предшествующее первым годам нашего столетия.

Если теперь мы выражаем удивление, что сочинения Менделя оставались незамеченными в течение 35 лет, припомним, что это не редкий случай в биологических науках. Между экспериментальным исследованием пола растений Камеариуса (1694) и знаменитым сочинением Линнея о поле растений (1760) протекло шестьдесят шесть лет.

Приблизительно в это время научное изучение гибридизации, можно сказать, было начато Линнеем и его учениками, в частности Кольрейтером в ряде замечательных работ (1760—1766).

Затем прошло тридцать три года прежде, чем наблюдения Шпренгеля (1793) над естественным перекрестным опылением растений при помощи насекомых выяснили, что перекрестное оплодотворение — широко распространенное явление среди цветковых растений.

Более интересны, быть может, для современных генетиков первые опыты над горохом, которые в полном смысле слова были предшественниками работ Менделя. Не так широко известно, как следовало бы, что некоторые из фактов, на которые опираются выводы Менделя относительно садового гороха, были установлены уже раньше несколькими исследователями. В 1823 г. Томас Найт, за 42 года до Менделя, описал скрещивание между горохами с серыми и белыми семенами, которое дало семена исключительно серые. Выращенные из этих семян растения дали в следующем году как серые, так и белые семена.

¹ Речь президента Шестого интернационального конгресса генетики в Университете Корнелля, Итака, Нью-Йорк, 25 августа 1932 г.

² В печатаемой речи Т. М. Моргана с особенной рельефностью выступают ограниченности односторонне-генетической концепции жизни, основанной на принципах механического материализма, о которой неоднократно писали на страницах наших журналов за последние 2—3 года. Вместе с тем речь Т. Г. Моргана, одного из творцов генетики направлена против мистики и телеологии, содержит богатый материал по истории этой науки и ее современным проблемам, почему Редакция и предоставляет ей место. Редакция.

Джон Госс в 1822 г. также описал опыты с садовым горохом и нашел, что в первом поколении потомства семена носили отцовские признаки. В следующем поколении он получил от них растения двух сортов, одни подобные основной отцовской расе, другие — основной материнской. Отделив их друг от друга, он нашел, что голубые горохи дали в F_3 только голубые, а белые горохи дали как голубые, так и белые. Здесь перед нами пример того, что теперь мы называем доминированием и рецессивностью, а также расщеплением в F_2 . В том же (1822) году Александр Сэтон получил сходные результаты. Почти пятьдесят лет спустя Томас Лэкстон (1868—72), работая с горохом, установил много фактов подобных только что описанным, и вдобавок упомянул о случаях, где были найдены две пары контрастирующих признаков. Были найдены комбинации между парами — результат, установленный работой Менделя и хорошо известный теперь всем студентам.

Среди более ранних гибридологов чаще всего упоминается имя Наудина (1861—64), как предшественника Менделя, и иногда указывается, что он предвосхитил открытия Менделя. Его главная работа появилась в 1863 году, двумя годами раньше сочинения Менделя, а за ней последовали две другие в 1864 и 1865 гг. Наудин подчеркивает идентичность особей первого поколения гибридов, включая обратные скрещивания. Он настаивает на промежуточном характере гибридов F_1 с важной оговоркой, что промежуточная форма не всегда в одинаковой степени разнится от обоих родителей. Мы теперь знаем, что, смотря по характеру признака, иногда может быть промежуточная форма, иногда же — полное доминирование. Но в обоих случаях явление расщепления в половых клетках гибридов F_1 остается тем же самым.

Наудин точно установил, что во втором и позднейших поколениях наблюдается смесь форм, среди которых одни подобны родительскому поколению, а другие приближаются к ним в различной степени. Затем следует самый главный его вывод, именно, что результат, получаемый во втором поколении, объясняется разделением двух специфических веществ, полученных от родителей в семязпочке и пыльце гибрида.

Этот вывод очень значителен, так как Наудин ясно видел не только то, что полученные результаты объясняются принципом разделения (или, как мы теперь говорим, расщепления), но и то, что оно, имея место как в яйце, так и в пыльце, определяет характер проявляющихся признаков. Этот факт имеет такое большое историческое значение, что следует привести собственную формулировку исследователя, показывающую, насколько ясно он понимал ту роль, которую разделение играет в разнообразии форм второго поколения. Если, говорит он, зерно пыльцы, несущее отцовские признаки, встретит яйцо того же характера, в результате получится возврат к исходной отцовской форме; то же относится и к материнской форме. Но, если зерно пыльцы одного характера встретит яйцо другого характера, имеет место подлинное перекрестное оплодотворение, подобное такому же первого поколения, и в результате получится промежуточная форма. Я думаю, все согласится, что это блестящее толкова-

ние результатов основанных на непосредственном опыте. Оно уступает работе Менделя в двух или трех важных пунктах: 1) отсутствие проверки гипотезы при помощи обратного скрещивания; 2) отсутствие учета числовых результатов, получающихся вследствие разделения элементов в гибриде. Употребляемое им выражение „беспорядочная вариация“ в F_2 и следующих поколениях ясно указывает на существенную разницу между Наудином и Менделем. Закономерный результат разделения или расщепления составляет главную особенность работы Менделя; и, наконец, ясность с какой Мендель устанавливает и доказывает взаимоотношение между парами признаков в наследственности, когда их наличие больше, чем одна пара, ставит его труд значительно выше всего того, что было сделано прежде. Тем не менее труд гениального аббата не свалился прямо с неба, но вырос на почве векового развития научной мысли, которое дало возможность его дарованию развиваться в полной мере.

Если в этом кратком обзоре, я не упомянул имена многих известных специалистов, которые работали, главным образом, в области сельского хозяйства, это не оттого, что я не даю себе отчета в значения их трудов или преодоленных ими значительных трудностей, но оттого, что в данный момент нас интересует, главным образом, развитие теории генетики.

До сих пор я говорил только о растениях. Какую роль, могут спросить, сыграли исследования над животными в до-Менделевской истории генетики, т. е. раньше 1865 года?

Вопрос о поле, на разрешение которого ушло у ботаников столетие, был не так труден для зоологов. Если верить преданию, с ним были знакомы уже в саду Эдема. Аристотель не мало говорил о нем. Казалось бы, что значение открытия, определяющего пол механизма, могло быть оценено именно зоологами; но это случилось только в первые годы текущего столетия.

Зоологи также занимались гибридизацией, но в до-Менделевские времена ею интересовались сравнительно мало. То, что было известно, было собрано Дарвином в его сочинении „Домашние животные и растения.“ Эти разрозненные и часто неправильные сведения фигурировали после 1859 года в спорах по теории эволюции.

Главное, чем обязаны современные генетики зоологам, относится к другой области. Во второй половине прошлого столетия было большое оживление в области морфологии клетки. Важные факты, касающиеся деления хромозом и замечательные явления, происходящие во время созревания половых клеток и оплодотворения, были впервые открыты зоологами. Имена Келликера, Флемминга, Фоя, Ван-Бенедена, Гертвига и Бовери являются веками в истории цитологии. В области ботаники им соответствуют имена Гомфмейстера, Страсбургера, Де Бари и Гинара.

Теоретические воззрения Вейсмана тоже сыграли большую историческую роль. „Непрерывность зародышевой плазмы“ оказалась противоречием растущему влиянию Ламарка и его последователей, взгляды которых, если бы оказались правильными, разрушили бы все, чем мы обязаны законам Менделя. Взгляды Вейсмана на происхождение новых вариаций путем комбинации частиц в хромосомах, неприемлемые

ныне в том виде, в каком они были им высказаны, тем не менее сосредоточили внимание на важном вопросе. Его толкование делений созревания сыграло, я думаю, главную роль в направлении внимания к вопросу, которому суждено было скоро сыграть большую роль в развитии генетики.

Таким образом, к концу прошлого столетия были сделаны крупные успехи в понимании изменений, которые имеют место при созревании половых клеток. Эти успехи привели к открытию механизма, который послужил фактическим основанием для гипотезы Менделя. Но это, однако, оставалось не ясным до 1903 года.

Генетика в начале текущего столетия

Мы подходим теперь к имеющему решающее значение 1900 году, когда три основных линии генетики могли быть соединены друг с другом. Я говорю, конечно, о теории мутаций де Фриза, о вторичном открытии сочинений Менделя, и о приложении открытий, сделанных в цитологии к новым теориям.

Тесная связь между теорией мутаций в том виде, в каком она была впервые предложена, и происхождением признаков следующих законам Менделя, не сразу стала очевидной, пока де Фриз отчетливо не указал на многие изменения признаков, протекающие от каждого прогрессивного мутационного скачка. Действительно, в то время де Фриз различал три типа мутационных изменений: прогрессивные изменения — приносящие нечто новое и ведущие к внезапному появлению нового элементарного вида; ретрогрессивные изменения, когда что-либо утрачивается или становится скрытым; и дегрессивные изменения, при которых появляются старые признаки.

Эта номенклатура, чисто описательная и основанная скорее на признаках, чем на изменениях в зародышевой плазме, хорошо согласуется со многими фактами, которые нам теперь хорошо известны. Но в свете работ последних 30 лет, особенно в применении к генам, это описание не может более рассматриваться как основное; теперь мы имеем сведения, которые дают более правильную картину изменений, производимых генами. Например, данные по гибридизации элементарных видов, на чем де Фриз частично основывал свои разграничения, теперь объясняются иначе. Мы больше не считаем, что прогрессивное изменение вводит совершенно новый, непарный элемент в зародышевый путь, так как возникновение непарной хромосомы в случаях гетероплоидности не может, очевидно, рассматриваться как обычный путь прогрессивной эволюции. Кроме того, постоянство известных гибридных комбинаций, когда бы не возникали подобные исключительные случаи, не рассматривается теперь как следствие введения каждым из родителей нового непарного элемента, но объясняется различно в различных случаях.

Но та определенность, с какой де Фриз указал на мутационные изменения в зародышевой субстанции, как резко прерывистые, независимо от действия на признак, имела большое и длительное значение для теории и практики генетики.

Основным трудом по прерывистым фенотипическим вариациям является работа Бэтсона 1894 г. Хотя мы признаем, что некоторые

из примеров, собранных Бэтсоном, не наследственные, но фенотипические (что несколько затемняет картину), тем не менее его подчеркивающие значения прерывистости подготовило почву к принятию более основательной классификации де Фриза.

Но я хочу обратить внимание на то, что переворот, происшедший в это время в наших воззрениях, не столько был обязан упору на прерывистость соматических структур, сколько на прерывистость в наследственных зачатках. Пример может уяснить эту разницу. Когда ген изменяется, его действие на новые признаки, взятые в отдельности, обыкновенно очень различно. Некоторые из них могут резко отличаться от первоначального признака. Признак, подвергшийся наибольшему действию, обыкновенно избирается для генетических исследований. Но в то же время имеются изменения в других органах, менее заметные, причем некоторые из признаков так мало подверглись действию нового гена или так изменчивы сами по себе, что они скорее дают картину непрерывности, чем прерывистости. Они легко могут остаться незамеченными, если только внимание не будет привлечено к ним открытием более значительного изменения.

Для теории эволюции некоторые из этих незаметных изменений могут иметь большее значение, чем самое явное прерывистое изменение. Действительно, если эволюционный прогресс гораздо чаще происходит путем невидимых физиологических, а не морфологических, мутационных изменений, мы скорее можем понять парадоксальное положение, в каком оказываются систематики, когда находят, что резкие структурные различия, используемые для диагностики видов, относятся к признакам часто, повидимому, не имеющим значения для существования индивида. Эта новая точка зрения совершенно переворачивает многие из прежних положений эволюционной теории.

Как я уже говорил, быстрый расцвет генетики после 1900 г. был тесно связан с применением хромосомной теории к экспериментальным исследованиям в области генетики. Индивидуальность хромосом и их преемственность от одной генерации клеток к другой, постоянство числа хромосом для каждого вида и отсутствие смешения материалов конъюгирующих хромосом во время редукции, послужили фундаментом для генетики.

Мне кажется, мы не можем переоценить значение связи между теоретической стороной генетики и фактами, наблюдаемыми при изучении материальной основы наследственности. Говоря прямо, признание наличия хромосомального механизма, с которым должна согласоваться генетическая теория, если она хочет быть продуктивной, помогает нам держаться правильного пути и удерживает нас от безответственных умозрений, как бы соблазнительно они не выглядели в печати.

Мне могут возразить, что затырять с головой в факты не всегда является преимуществом. Допустим! Но, если вспомнить, как часто острые спекуляции в биологии не приводили ни к чему, а истинные достижения как биологии, так и химии, физики и астрономии, оставались в границах механистического объяснения, мы, генетики, можем радоваться, что даже с головой зарывшись в факты (т. е. не отрывая глаз от

микроскопа), мы обладаем надежным способом проверки идей, возникающих у нас в голове.

Расцвет после 1900 года

Я подхожу теперь к расцвету Менделевской теории, имевшему место в последние 30 лет. Если я воздерживаюсь от приведения имен многочисленных виновников ее успехов, это потому, что многие из исследователей здесь передо мной; те же, которых здесь нет, получают отчеты о Конгрессе. Будущие конгрессы, вероятно, смогут лучше оценить личные заслуги тех из нашего поколения, чьи вклады в науку имеют серьезное значение.

После 1903 г. многим генетикам должно было стать очевидным, что, раз хромозомы являются носителями менделевской наследственности, может быть лишь столько независимых признаков, сколько оказывается хромозом, если только господствовавшая тогда идея о целостности хромозом верна. Это ограничивает второй закон Менделя — закон независимости признаков. На самом деле генетикой сейчас, можно сказать, твердо установлено, что независимо наследуемых признаков больше (в указанных пределах), чем хромозом.

Но сцепление тоже, оказывается, имеет свои пределы, и эти-то пределы дают возможность определить локализацию генов в хромозомах. Я говорю, конечно, о кроссинг-овере (перекресте хромозом).

Так как локализация генов является теперь основой для многих количественных исследований в области генетики, разрешите мне остановиться на ней подробнее.

Для генетики имеет основное значение тот факт, что обмен частями происходит только между гомологичными хромозомами — т. е. между членами одной и той же пары.

Вторым важным фактом является то, что, когда обмен имеет место, большие куски хромозом обмениваются между собой. Это может быть доказано только в тех случаях, когда задеты более, чем два „локуса“ (loci), а еще лучше, если установлено большее число генов, расположенных на определенном расстоянии друг от друга. До недавнего времени тот факт, что большие совокупности генов вовлекаются в кроссинг-овер, устанавливался только генетически. Не было известно ни одного, достоверного цитологического доказательства. Теперь, однако, доказательство найдено. Без сомнения эти цитологические данные будут представлены и рассмотрены на этом конгрессе.

Точно также было установлено на основании генетических данных, что может происходить больше, чем один обмен между парой хромозом, наличие может быть контролирован только при Обмен этот между двумя парами достаточного числа промежуточных „локусов“, служащих стандартными точками.

Я только что-сказал, что кроссинг-овер послужил основанием для теории локализации. Разрешите показать это на примере, в надежде устранить критику определения локализации, основанную, я думаю, на недоразумении. Было указано, например, что изменения, делаемые от времени до времени в генетической карте хромозом *Drosophila*, дискредитируют метод, которым

определяется локализация. Можно в такой же мере сказать, что метод, при помощи которого в химии были постепенно исправлены атомные веса, дискредитировал работу химиков.

Два примера послужат для этой цели. Предположим, что найден новый мутирующий признак, и его хромозомная группа (т. е. его группа сцепления) определена обычными методами. Мы можем действовать далее, найдя его отношение к двум известным „локусам“ в данной хромозоме. Если они очень удалены друг от друга, данные кроссинг-овера определят только приблизительно положение гена. Когда мы найдем его, может оказаться, что „локус“ лежит поблизости от другого гена в этой области, выше или ниже его — неизвестно. Тогда мы определяем более точно его положение по отношению к третьему гену, пользуясь одним из двух прежних генов в качестве второй точки. Таким образом, новый ген будет более точно определен при помощи третьего „локуса“. Если в этой области имеются еще другие гены, то необходимо продолжать исследование.

Второй пример касается различия между данными кроссинг-овера, полученными непосредственно из опыта и их превращением в расстояния на карте хромозом. Для очень маленьких величин (скажем 5 единиц) и то, и другое совпадает, так как еще нет двойного кроссинг-овера. Но на больших расстояниях данные кроссинг-овера могут далеко разойтись с цифрами карты, так как двойной кроссинг-овер делает эти цифры слишком низкими. У *Drosophila*, например, половая хромозома содержит 70 единиц расстояния на карте, но данные кроссинг-овера, как оказывается, дают не больше 50 единиц. В этом случае расстояния на карте должны строиться, участок за участком, путем суммирования данных кроссинг-овера относительно „локусов“, находящихся как близко один от другого, чтобы двойной кроссинг-овер был исключен.

У других животных и растений, где до сих пор еще найдено немного „локусов“, данные кроссинг-овера обычно принимаются расстояния карты. Это может быть далеко от подлинной карты расстояний. Раз значение двойного кроссинг-овера в таких менее разработанных формах неизвестно, а кроссинг-овер различен в разных видах, „локусы“ должны здесь рассматриваться только как предварительные намечания.

Еще один фактор должен быть принят во внимание. Теория локализации основывалась в общем на предположении, что кроссинг-овер в одной области хромозомы происходит столь же часто, как в других областях. Работающим над *Drosophila* давно известно, что это не так, и действительно, они изобрели методы, показывающие, что кроссинг-овер различен в различных областях.

Скопление генов в некоторых областях хромозомальной карты и их скудость в других областях, как было показано, обязаны различной частоте кроссинг-овера на единицу абсолютного расстояния в цитологической хромозоме. Это, повидимому, имеет основание для всех хромозом. В X-хромозоме *Drosophila*, которая, повидимому, представляет особый случай, большая часть генов скопляется у концов хромозомы, а средняя область неопределенной длины не имеет вовсе или имеет лишь незначительное число генов (в том же смысле как Y-хромозома лишена генов). Эти факты

не умаляют значения хромозомной карты, раз относительное положение генов остается тем же самым. Существенно важным является положение каждого из них по отношению к другим. Оно позволяет очень точно предсказывать топографию нового гена, поскольку остальные уже известные гены определены на основании исправленных данных кроссинг-овера.

Это приводит нас к одной из новейших областей современной генетики — изучению перераспределения групп сцепления при транслокации. Как оказалось, работа с Х-лучами дает богатый материал по этому вопросу, но не надо забывать, что транслокация была открыта и использована для генетического истолкования за несколько лет до применения Х-лучей. Даже теперь при наличии многочисленных данных, способ действия Х-лучей в этом случае остается загадочным. Грубым образом мы можем представить себе, что электроны простреливают отверстия в хромосомах и разбивают их на части. Но, если принять во внимание относительную величину электрона и хромосомы, трудно понять, как такой разрыв может произойти от одного удара.

Еще более поразителен тот факт, что оторванный конец обломка может соединиться с концом другой хромосомы и, таким образом, образовать новую группу сцепления. Конечно, отсюда не следует, что такое соединение образуется каждый раз, когда хромосома разрывается. Но генетики изучают и исследуют только те случаи, когда такое соединение происходит. Если же соединение не происходит, обломок, лишенный соединительной точки, погибает, и содержащая его зигота, вероятно, умирает.

Как я уже сказал, остается удивительным тот факт, что оторванный конец иногда соединяется с концом другой хромосомы. Без объективного доказательства этого соединения, которое мы имеем теперь, можно было бы предположить, что оторванный участок скорее образует или сохраняет боковую связь с соответствующей частью гомологичной ему хромосомы. Однако, раз конъюгация подобных хромосом может произойти только один раз в течение жизненного цикла клетки, такого соединения нельзя, очевидно, ожидать, если разрыв произошел после этого явления. Если он произошел раньше в зародышевом пути, обломок без сомнения погибнет прежде, чем наступит редукция. Здесь перед нами, следовательно, поле для умозрений. Будем надеяться, что оно недолго останется в прежнем положении, и данные, разъясняющие эти загадочные соотношения скоро будут найдены.

В связи с этим вряд ли мне нужно напоминать, что по современной теории кроссинг-овера линейное расположение генов прерывается на одном и том же уровне в обоих кусках хромосомы, и наступает новое соединение в длину оторванных концов. Сравнимы ли эти разрыв и соединение с аналогичным процессом, наблюдаемым нами при транслокациях, мы не знаем, и в настоящий момент непродуктивно даже делать какие бы то ни было предположения по этому поводу.

Полнплоидность

Даже в беглом обзоре достижений современной генетики многочисленные проблемы, связан-

ные с возрастанием числа хромосом или, пользуясь специальным термином, полиплоидностью, не могут быть оставлены без внимания. Но можно ли надеяться подвести итог работам, которыми полны страницы каждого вновь выходящего номера любого генетического журнала? Большое значение полиплоидности для эволюционного учения очевидно, но здесь следует соблюдать осторожность, имея в виду историю филогенетического толкования фактов сравнительной анатомии. Я надеюсь, что эта ошибка здесь не повторится, и об ней не придется говорить, когда настанет время писать историю генетики; потому что в свете недавних исследований по обмену частей не гомологичных хромосом, и по транслокациям, сравнение числа хромосом без знания того и другого может быть очень сомнительным. Определение сцеплений генов — единственно надежное основание для таких сравнений.

В настоящий момент я могу только кратко указать на некоторые из наиболее ясных и значительных пунктов. Во многих семействах растений, а также, хотя и в более ограниченном числе, у животных имеются группы хромосом, которые являются кратными основного числа (за последнее обычно принимается гаплоидное число члена группы с наименьшим числом хромосом). Часто это основное число бывает удвоенным, утроенным или учетверенным. Очень многие из наших культурных растений дают кратные истинному или постулируемому основному числу хромосом. Естественно предположить, что во многих случаях, это явилось скорее следствием подлинного удвоения всего набора хромосом, а не разрыва хромосом, который тоже привел бы к удвоению их числа. Поэтому вернее допустить, что происходит именно удвоение, что можно определить, принимая во внимание данные величины хромосом и способ их конъюгации.

Известно несколько способов, при помощи которых мы можем осуществить удвоение числа хромосом в клетке. Обычный способ — это задержка деления плазмы клетки во время деления хромосом. При этом хромосомы не соединяются снова, но потомство этой клетки будет всегда обладать вдвое большим против нормального числом хромосом. Теоретически, этот процесс может все время продолжаться, пока не будет достигнут высший физиологический предел, препятствующий бесконечному возрастанию числа хромосом. Удваивание диплоидов дает тетраплоидов. Скрещенные с диплоидами они дают триплоидов. Удвоенные тетраплоиды (или октоплоиды), скрещенные с тетраплоидами, дают гексаплоидов, и так далее.

Эти исследования дают возможность к разрешению некоторых генетических проблем теоретического характера, потому что без знакомства с ним некоторые из известных генетических положений очень трудно объяснить. Но мы найдем их согласными с установленными общими принципами, если учтем данные работ по полиплоидам.

Быть может, невежливо указывать, что простое изучение числа хромосом у различных видов может само по себе сделаться ремесленной работой. Оно может стать столь же банальным для научной работы, как резка зародышей на

микротоме в еще недавнее время. Более великодушно, может быть, рассматривать работу по счету хромосом как разведочную, и, следовательно, предварительную работу в поисках новых материалов; некоторые из этих данных будут несомненно ценны для более глубоких генетических проблем. Это особенно очевидно при изучении гибридов, родители которых (как у диких, так и у культурных организмов), имеют разное число хромосом. Непостоянство хромосом, часто наблюдаемое при созревании половых клеток подобных гибридов, полностью объясняет необычность и часто ненормальность получаемых результатов. Не зная этого, мы могли бы впасть в искушение предаться бесполезным и произвольным спекуляциям.

Но не только известные случаи, когда происходит умножение одной и той же группы хромосом в пределах вида, но также и немногие случаи, когда оно достигается скрещиванием разных видов с различным числом хромосом, которые не соединяются при редукции. Эти случаи представляют большой интерес для исследователей генетики, заключая в себе обширное поле новых возможностей.

Большое значение для генетического толкования полиплоидности в свете хромосомной теории представляет идентификация хромосом, несущих специфические гены. Несколько лет тому назад это было известно только относительно одного животного, но число таких случаев все время возрастает. До тех пор, пока исследование этой области не станет более широким, будет делаться масса предположений относительно хромосомальных групп, имеющих различное число хромосом.

Влияние генов на цитоплазму

Если бы другая ветвь зоологии, которая усердно культивировалась в конце прошлого столетия, осуществила свои честолюбивые намерения, было бы возможно уже теперь перебраться мост через пропасть, отделяющую ген от признака. Но вопреки своему громкому названию, „механика развития“ не дала никаких подлинно количественных или механистических результатов. Напротив, скорее это были общие места философского характера, чем экспериментально установленные факторы. Кроме того, экспериментальная эмбриология одно время поклонялась ложным кумирам, что окончательно завело ее в лабиринт метафизических тонкостей. Поэтому, как это ни грустно, мы не можем прибавить к трем основным линиям научного исследования, приведшим к развитию генетики, четвертой и крайне нужной линии, идущей из этой области, чтобы восполнить этот несчастный пробел. Я говорю это с большим сожалением, потому что, я никогда не переставал интересоваться увлекательной областью эмбриологических экспериментов. Правда, много фактических данных увидело свет, и было оставлено много ошибочных воззрений, но итог получился отрицательный, если говорить об установлении каких-либо факторов развития. Быть может, причина здесь в том, что эти исследования были прокладыванием новых путей и преимущественно качественными. Может быть, мое разочарование в результатах этих исследований и привело меня к пре-

увеличению их слабых сторон. Кое-что показало, что будущее их может иметь существенное значение для генетики. Я подразумеваю экспериментальное доказательство того, что непосредственные факторы при дифференциации зародыша находятся во время их действия уже в цитоплазме клетки. Вторым по интересу было открытие, что, в известных пределах, уже детерминированная специфичность может быть обратима, или, правильнее сказать, первые уже пройденные шаги обратимы при помощи факторов чуждых клеткам индивида.

Эти положения требуют дальнейшей разработки, потому что подсознательно они составляют основу многих наших идей в области проблем генетики, и должны быть, если возможно, более строго сформулированы.

Что форма дробления яйца определяется свойствами хромосом, которые яйцо содержало, еще прежде, чем достигло зрелости, достаточно доказано; и раз существование иных факторов более поздней дифференциации в настоящее время отрицается, опытное доказательство этого имеет для генетики значение первостепенной важности, потому что оно показывает, что мы не обязаны предполагать гены или хромосомы действующими в момент видимого проявления признаков.

Это доказывается оплодотворением яйца сперматозоидом другого вида, имеющего иной тип развития. Хотя хромосомы сперматозоида имеются налицо, начиная с первого дробления и далее, сначала они не производят никакого действия на дробление; только спустя некоторое время они начинают вызывать изменения в зародыше. Эти данные, как я сказал, имеют важное значение для нашего генетического анализа, потому что они предостерегают нас от допущения, что отношения между геном и цитоплазмой во времени могут иметь иное значение, кроме непосредственного динамического воздействия на цитоплазму. Эффект подготавливается задолго до его действительного проявления.

Второе заключение не менее значительно. В настоящее время мне не нужно доказывать, что признаки индивида являются следствием как его наследственной конституции, так и окружающей его среды. Прежнее воззрение, что каждому признаку соответствует особый ген — так называемая „единица признака“ — никогда не было общей доктриной генетики, хотя некоторые более ранние популяризаторы новой теории, несомненно, были виновны в том, что создавалось такое впечатление. Противоположная крайность, а именно, взгляд, что каждый признак является продуктом всех генов, тоже должен иметь ограничения, но, несомненно, согласуется гораздо лучше с нашими воззрениями на отношения между генами и признаками. Более правильно считать, что ген действует дифференциально, изменяя условия равновесия в определенном направлении и воздействуя на некоторые признаки более заметно, чем на другие. Но не следует забывать, что среда может также действовать дифференциально, то усиливая, то ослабляя действие генов.

Лучшей иллюстрацией этого двойного отношения может служить определение пола. Когда у того или другого пола — непарная хромосома,

ее гены, как правило, определяют, самец или самка разовьются из данного яйца. Если условия среды, как мы говорим, являются нормальными, дифференциальное действие генов безупречно; но под влиянием необычных условий и в немногих особых случаях их действие может быть частично преодолено или даже явиться обратным нормальному. Эти необычные условия среды могут быть внешними агентами, как температура или свет. Они могут быть также внутренними факторами, как гормоны. Даже сам „возраст“ может вызвать обращение пола в некоторых случаях. Все эти положения являются ныне общими местами. Вся разница мнений заключается в том, что сторонники одной теории делают упор на среде, а другой — на наследственности.

Мимоходом следует сказать несколько слов о генах, как факторах пола. В течение всех 32 лет нашего столетия делались попытки выделить (в генетическом смысле) факторы, определяющие пол. Сначала, когда был открыт хромозомальный механизм, создалось убеждение, что один X, скажем, образует самца, и два X — самку. Сама половая хромосома была тогда принята за дифференцирующий момент. Вскоре после этого возникла мысль, что половая хромосома является носителем гена, определяющего пол, и начались попытки определить местонахождение этого гена или генов в X-хромозоме. Недавние работы по транслокациям показали вероятную беспочвенность подобного толкования. В настоящее время скорее наблюдается тенденция рассматривать все гены, или по крайней мере многие из них, как определяющие пол в таком же точно смысле, как, все или многие из генов оказывают действие на развитие каждого признака. Вполне возможно, однако, что некоторые гены в половой хромозоме (как и в других хромосомах) оказывают большее влияния, чем остальные на изменение равновесия в том или другом направлении; но даже и в таком случае, в настоящий момент — в свете недавних данных — кажется одинаково мало вероятным, чтобы был найден единственный ген для определения пола в X-хромозоме, как и в какой-нибудь определенной аутозоме. Здесь опять один или несколько генов могут оказывать большее влияния, чем другие, но это хотя и в различной степени, справедливо по отношению к гену любого другого признака. Выдвинутая генетиками теория равновесия внутриклеточных производных генов имеет непосредственную связь с физиологией. Эта идея в применении к системам органов хорошо знакома классической физиологии, но является существенно новым вкладом в клеточную физиологию. Быть может, пройдет много времени, прежде чем эти внутриклеточные вещества, выделяемые генами, будут изолированы и получены в чистом виде (поскольку может быть много ступеней между первичными и конечными производными этих веществ в плазме клетки); тем не менее, как точка зрения, наличие скорее вещества генов, чем динамического действия ядра, подтверждается некоторыми аналитическими данными. Уже во многих натравлениях началось оживление и решительные попытки частью генетическими, частью физиологическими, эмбриологическими, физическими и химическими методами приблизиться к разрешению этой проблемы.

Если бы мы могли получить эти вещества в чистом виде, можно было бы говорить более уверенно о количественном изучении действия генов в смысле количественных исследований химии. Пока же есть другие более доступные методы, при помощи которых мы можем построить временные гипотезы относительно природы внутриклеточных веществ, являющихся продуктами генов, а именно, изучение триплоидов, участков хромосом и анализ скрещиваний между различными видами. Эти предварительные работы, конечно, не исключают возможности открытия совершенно новых методов к разрешению проблемы.

Не будем забывать, что идея равновесия по отношению к признакам, давно знакома генетикам. Например, промежуточный характер гибридов F_2 обычно толковался как следствие взаимодействия между старым и новым геном. Кроме того, известное утверждение, что признаки часто подвергаются модифицирующему действию гена, которое увеличивает или уменьшает действие первичного гена, является другим примером внутриклеточного равновесия в действии генов.

Все, что было сказано до сих пор, относится к действию гена на цитоплазму его собственной клетки — его внутриклеточному действию. Те из нас, которые работают с насекомыми или растениями, склонны трактовать генетические проблемы именно так и рассматривать, главным образом, действие генов, не выходящее за пределы клеток, в которых они заключены. Но в других группах, особенно у птиц и млекопитающих, действие генов не всегда столь ограничено. Мы находимся на пороге исследований в области изоляции так называемых, половых гормонов, гормонов щитовидной железы, гипофиза, тимуса и веществ, выделяемых надпочечниками. Все эти вещества оказывают свое действие вне клеток, их вырабатывающих. Сами по себе они очень далеки от первичного действия генов.

В связи с этим нельзя пропустить некоторые исследования по экспериментальной эмбриологии, начиная с ранних опытов Льюиса в 1904 г. и кончая самыми последними исследованиями Шпемана. Здесь из опытов по трансплантации, повидимому, вытекает, что некоторые органы тела развиваются в связи с присутствием других органов, как, например, хрусталик глаза лягушки возникает как реакция на присутствие под кожей глазного пузыря. Подобные и еще более поразительные воздействия были недавно открыты и для других органов зародыша. Быть может, проще всего объясняется это тем, что выделение гормона эмбриальным органом или группой клеток вызывает отклик в соседних областях зародыша.¹

Эти, как и другие аналогичные данные показывают, что действие генов может сказываться вне тех клеток, в которых оно началось впервые. В настоящее время эта проблема имеет непосредственное значение при изучении гинандроморфов, мозаичных особей и интерсексов.

¹ Это предположение подтвердилось только что вышедшими работами немецких исследователей. П. С.

Эволюция

Рано или поздно каждый генетик должен ответить на вопрос, какое значение имеет генетика для теории эволюции. В первые годы нашего столетия, когда генетика была еще молода, некоторые старались обойти этот вопрос частью оттого, что генетика еще не была готова обсуждать значение новых исследований для эволюции; но главным образом, оттого, что, казалось, точные результаты новых методов могут быть лишь плачевно скомпрометированы эволюционным учением, которое, имея дело с исторической проблемой, было в значительной мере спекулятивным. После 32 лет оживленной деятельности все еще самым мудрым, быть может, является — соблюдать осторожность; но, с другой стороны, мы, я думаю, теперь подготовлены к тому, чтобы высказаться более определенно по этому вопросу. Без сомнения, только наследственные признаки могут играть роль в процессе эволюции.

Мы знаем, что наследственные признаки возникают впервые только как мутации, т. е. прерывисто или, как мы говорим, путем изменения гена. Здесь генетика сделала очень важный вклад в эволюционное учение, особенно если припомнить, что она дала для этого вопроса точный, научный метод наследования. Если сравнить в этом отношении современное положение с рассуждениями старой школы эволюционистов по поводу изменчивости, не может быть сомнения в том, что генетика дала очень ценные сведения, для учения о происхождении видов.

Во вторых, нередко делались возражения, что генетики имеют дело только с аберрантными или уклоняющимися от нормы признаками — следовательно, их результаты, как бы они не были точны, ничего не имеют общего с теми прогрессивными изменениями, которые ведут к возникновению новых форм. С подобными возражениями выступают, главным образом, те, кто не знает, что делают генетики. С такими же возражениями выступают те, которым недоступны новые данные, или кто не может увидеть разницы между ценностью доказанных и проверенных теорий и туманным „взглядом и нечто“ на основе телеологических предассудков.

Кратко укажу на многочисленные данные в пользу того, что различия между характерными особенностями „диких“ видов или разновидностей следуют тем же законам наследственности, что и, так называемые, аберрантные формы, изучаемые генетиками.

Даже эти данные могут не удовлетворить приверженцев старой школы, потому что, как они могут сказать, все признаки, следующие законам Менделя, даже те, что обнаружены у диких видов, не принадлежат к признакам, имеющим существенное значение для эволюции. Может быть они скажут, что последние представляют собой совершенно особую группу признаков и не подчиняются законам Менделя. Если они займут такую позицию, мы можем только ответить, что здесь наши пути расходятся, так как утверждения *ex cathedra* еще не доказательства, и апелляция к мистицизму находится за пределами науки.

Остается еще вопрос о причине возникновения мутаций.

Здесь также сделаны некоторые успехи, но вопрос этот, несомненно, находится совсем не в том положении, как наше знание законов наследственности. Нам следует поэтому быть осторожными, так как наши успехи в этой области еще незначительны и не вполне надежны. Я хочу этим сказать, что мы не обладаем еще точным методом, при помощи которого отдельные гены могли бы быть изменены специфическим образом.

Однако, и здесь кое-что сделано. При воздействии X-лучами и температурой были получены уже известные ранее мутации, которые возникали при нормальных условиях. Вдобавок, новые мутанты возникали совершенно так же как при нормальных условиях. Если удастся показать в широком масштабе, что полученные при работе с X-лучами мутации имеют тот же характер, что и спонтанные, у нас пробита брешь для дальнейшего изучения причин возникновения ряда типов мутаций.

Меня просили указать в этом докладе на проблемы генетики, наиболее важные для исследования в ближайшем будущем. Я решил попытаться, хотя и слишком хорошо знаю, что мой выбор только покажет будущим поколениям, как мы (или, по крайней мере, я) слепы в отношении самых значительных явлений нашего времени.

Итак, во-первых, физические и физиологические процессы, происходящие при увеличении числа генов и их удвоении (или, как мы говорим, их „делении“), суть совершенно очевидно те явления, на которых покоится весь процесс размножения. Способность новых генов сохранять возможность к удвоению является основой всей теории генетики. Будет ли разрешение этой проблемы следствием лобовой атаки цитологов, генетиков и химиков, или результатом фланговых движений, сказать трудно, хотя я считаю последнее более вероятным.

Во-вторых: истолкование в терминах физики изменений, происходящих во время и после конъюгации хромозом. Они включают в себе несколько отдельных, но связанных друг с другом явлений — удлинение нитей, их соединение в пары, кросинг-овер, и разделение на четыре участка. Эта проблема находится, как мы говорим, на уровне общей биологии, и разрешение ее может быть следствием только комбинированной атаки генетиков и цитологов.

В-третьих: отношение между генами и признаками. Это реализация заключенных в генах потенций, включая физиологическое действие гена на остальную часть клетки. Это и есть тот пробел в наших знаниях, о котором я уже говорил более подробно.

В-четвертых: природа возникновения мутаций, или быть может, следует сказать, физико-химические изменения, происходящие при превращении генов. Эволюция в момент ее возникновения, если угодно, но как научная, а не метафизическая проблема.

В-пятых: применение генетики к растениеводству и животноводству, особенно в двух главных направлениях: более интенсивной работы в области наследования физиологических,

чем морфологических признаков; и включения генов диких разновидностей и видов в культурные расы.

Если вы спросите меня, каким образом могут быть сделаны эти открытия, то не ждите от меня точного и определенного ответа. Я могу только сказать, что для этого необходимы: усердные поиски новых путей. Разумное употребление рабочих гипотез (под разумностью я понимаю

готовность отказываться от таких гипотез, которые не могут быть подвергнуты критической проверке). Поиски подходящего материала, которые часто имеют гораздо большее значение, чем топтание на хорошо протеренной тропинке в надежде найти хоть что-нибудь новое. И, наконец, не надо устраивать конгрессов генетики слишком часто.

Перевод П. Г. Светлова.

Жизнь институтов и лабораторий

Лаборатория высоких давлений Академии Наук СССР и ее деятельность за последние годы. 30 лет тому назад, впервые в истории химии, акад. В. Н. Ипатьев занялся изучением химических реакций органических веществ, происходящих под высоким давлением порядка 100—200 атмосфер, разработал метод подобных исследований и сконструировал требуемую для опытов под высоким давлением аппаратуру. С тех пор метод высоких давлений получил широчайшее развитие при химических исследованиях и в химической промышленности особенно в послевоенные годы, ибо, применяя высокое давление в сочетании с использованием катализаторов, (ускорителей) удается заставить идти такие реакции (ценные для промышленности и интересные в научном отношении), которые в условиях обычных давлений неосуществимы.

Широкое и углубленное изучение каталитических реакций под высоким давлением было предпринято лишь после Октябрьской революции. В 1924 г. в Академии Наук создается руководимая академиком Ипатьевым лаборатория, специализированная для постановки химических исследований под высоким давлением, а несколько позже ВСНХ организует в Ленинграде Институт высоких давлений. В настоящее время весьма многие научно-исследовательские учреждения в различных пунктах СССР широко используют в своих исследованиях методы работы под высоким давлением.

Исследования Лабораторий высоких давлений ведутся как в области органической, так и неорганической химии.

За последние годы много работ выполнено по вытеснению металлов из их солей водородом под давлением. Различные металлы замещаются водородом в разных условиях температуры, давления, длительности опыта и т. п., что делает возможным разделение металлов из смеси их солей. Следовательно, помимо большого теоретического интереса эти исследования имеют и практическое значение.

Большое внимание в работах Лаборатории уделяется изучению синтеза под давлением металлоорганических соединений, особенно мышьяковистых, получающих все более широкое применение в медицине.

Один из отделов Лаборатории специализировался на изучении реакций синтеза и благо-

раживании жидкого топлива в условиях высоких давлений и температур, тесно сочетая разрешенные теоретических проблем в этой области с интересами развития нашей промышленности. За последние годы в Лаборатории изучались и изучаются реакции крекинга (расщепления, распада на мелкие части) индивидуальных углеводородов, являющихся составными частями нефти, с тем, чтобы на основании этих исследований можно было судить о механизме крекинга нефти. Проведены также исследования поведения отдельных компонентов каменноугольных смол при обработке их при высокой температуре и высоком давлении водородом — в целях выяснения химизма крекинга-гидрирования (так называемой бергинизации) каменноугольных и буроугольных смол — процесса, имеющего в перспективе широкое развитие в СССР. Разработан способ превращения обработкой водородом под давлением нафталина — не имеющего большого применения продукта — в ценное топливо и растворитель тетрали, изучены условия образования из газа ацетилен моторного топлива.

Ряд работ посвящен разработке методов облагораживания первичных каменноугольных и буроугольных смол, получаемых при нагреве углей в специальных ретортах или печах при температурах 500—600° (полукоксование). Удалось показать, что например, смолы углей Черемховского бассейна при нагреве их паров до 650° с последующей обработкой остатков водородом под давлением и при нагревании дают хорошие выходы бензина; первичная смола Челябинских бурых углей при нагревании с водородом под давлением дает также высокие выходы хорошего бензина. Учитывая отдаленность таких областей как Кузбасс и Урал от источников моторного горючего, нетрудно представить себе практическое значение исследований, указывающих пути получения моторного топлива на месте из доступного и дешевого сырья.

Большое практическое значение имеют проведенные лабораторией работы по превращению газа этилена, содержащегося в значительных количествах в газах коксовых печей и крекинга нефти, в прекрасные смазочные масла, и сейчас проводятся исследования в направлении получения смазочных масел из этилена и нафталина нагреванием этих продуктов с катализаторами под давлением.

Ставятся также опыты получения смазочных масел из каменноугольного пека. Новое направление в работах Лаборатории высоких давлений намечают проводимые в настоящее время опыты облагораживания малоценных фракций первичной каменноугольной смолы в первосортные смазочные масла, путем обработки этих фракций тихими электрическими разрядами.

Следует упомянуть также о теоретически и практически важных исследованиях химического состава бензинов различного происхождения, проведенных лабораторией.

Большинство перечисленных работ, в достаточной степени характеризующих направление исследовательской деятельности Лаборатории, выполнялось и выполняется по заданиям и при финансовой поддержке хозяйственных организаций (Союзнефть, Мосхимэнергострой, Коксобензол, Востокококс и др.).

Деятельность Лаборатории по своему характеру весьма близка работе таких иностранных научно-исследовательских учреждений, как Институт по исследованию угля в Мюльгейм-Рур (Германия), Лаборатория нефти и искусственного жидкого топлива университета в Страсбурге и др.

Со времени основания Лаборатории ее сотрудниками опубликовано в научных журналах СССР и за границей свыше 70 работ теоретического и прикладного характера, издан ряд обзоров, монографий и научно-популярной литературы по топливу.

Лаборатория высоких давлений
Академии Наук СССР.

А. Лозовой.

Основные задачи и объекты физико-химического исследования на Дальнем Востоке. (Работы Дальне-Восточного Гос. университета и Химического института Дальне-Восточного филиала Академии Наук СССР).

В связи с ростом производительных сил Союза выросло значение солевых проблем и получило широкое развитие возглавляемое Академией Наук с ее институтами физико-химического анализа и Лабораторией общей химии (1) изучение соляных растворов.

На результаты этих исследований в значительной мере опирается развивающаяся промышленность поваренной соли и других связанных с ней солей, а также вновь создаваемые в Союзе отрасли химической и химико-металлургической промышленности, калийная, иодная, алюминиевая и магниевая.

Изучение твердых растворов соединений неопределенного состава получило в настоящее время широкое развитие в исследовании физико-химических равновесий.

Подобно области соединений неопределенного состава, имеющая с ней много общего область коллоидной химии получила широкое освещение также лишь в последние два десятилетия (2). Как изучение неопределенных соединений было выдвинуто исследованием солевых равновесий и сплавов, вопросов, связанных с развивающейся химической и металлургической промышленностью, так и изучение коллоидов вызывалось развитием этих же и многих других областей промышленности, получивших в свою очередь, бла-

годаря новым методам и областям научного исследования, еще большее развитие.

Нет сомнения, что дальнейшее развитие производительных сил Союза при настоящем состоянии физико-химических знаний поведет к изучению более сложных систем, которые часто встречаются, где „равновесие“ сталкивается с двумя системами кристаллоида и коллоида. Такие случаи мы имеем при изучении солевых равновесий в растворах над илом и в иле, при изучении животной и растительной ткани, а также при изучении многих геологических и промышленных процессов.

Так, в последнее время рядом исследователей (С. А. Шукарев, В. И. Николаев и др.) выдвигается роль илов при исследовании солевых равновесий (3, 4). Нами также обращено было внимание на изучение солевого равновесия в связи с вопросами использования содовых озер, получения соли из морской воды и иода из водоросли. При этом мы натолкнулись на необходимость учета той громадной роли, которую играют в солевом равновесии лед и ил, иногда отдельно, но часто вместе. Так, изучая Доронинское содовое озеро, мы встретились с влиянием этих двух агентов на образование донной соды, процессом сходным с образованием налета солей на льду так называемым гуджиро-образованием, но только не на льду, а под рассолом на иле. Эти же два агента создали здесь своеобразное условие распределения концентраций рассола над илом и в иле. Здесь рассолы в иле более опреснены, чем рассолы над илом, и это опреснение с глубиной растет. Связано это явление с промерзанием илов снизу. Мы сталкиваемся здесь также, особенно в иле, с влиянием на солевое равновесие биологического фактора (5).

Нами было изучено влияние ила на солевое равновесие и проведена работа по использованию солей и ила озера, результаты которой выяснили большое практическое значение ила для мыловарения и для производства ультрамарина.

Таким образом, ил, которому выказывалось пренебрежение не только хозяйственниками, эксплуатирующими Доронинское озеро, но и исследователями (до наших анализов в 1929 г., насколько нам известно, не было сделано ни одного анализа ила и илового рассола этого озера), этот ил оказывается имеющим большое научное и практическое значение.

При изучении оз. Тальми, с целью получения на нем поваренной соли методом вымораживания, мы встретились со льдом и илом, как геохимическими факторами, обуславливающими накопление виле солей, особенно калия. При отношении в морской воде

$$\frac{K}{Na} = 0.038, \text{ мы имеем здесь отношение}$$

$$\frac{K}{Na}, \text{ доходящее до } 0.14. (6).$$

Явление это здесь связано с промерзанием мелкого озера и части ила, а также с тем, что озеро это, соединенное с морем, имеет постоянное пополнение солей. Здесь происходит своеобразное обогащение морских рассолов, которое уже намечено к использованию в соляной промышленности.

С аналогичными же процессами, связанными с вымораживанием и адсорбционными явлениями, мы встречались в области иодной промышленности, во-первых, в явлениях потери солей иода при

замерзании осенней штормовой водоросли, а вторых, в предложенном нами методе получения иода и др. солей водоросли выщелачиванием водой, когда требуется выдѣлать иод и др. соли из слабых растворов (7); это можно сделать, концентрируя их вымораживанием. Наконец, вымораживание растворов, полученных ферментацией водоросли, и надо полагать, позволит использовать подосодержащие водоросли таких мало доступных, но очень богатых районов, как Шантарские острова.

Необходимо отметить, что для Дальнего Востока с его влажным и туманным летом для разрешения проблемы получения соли, соды и иода, процесс вымораживания имеет большое значение (8). Неменьшее значение имеют вопросы ила, как в связи с вымораживанием, так и самостоятельно, например, при получении поваренной соли по применяемым здесь (в Ханси) китайским методам испарения морской воды с разрыхленного ила (6).

Изучение влияния льда и ила на солевое равновесие, имея большое практическое значение, представляет в то же время громадный научный интерес. Сюда относятся вопросы влияния адсорбции и замерзания на распределение солей между раствором ила, раствором вне ила и илом; вопросы одновременно связанные с явлениями адсорбции, осмоса и кристаллизации, в частности с образованием криогидратов, а также твердых растворов.

Затрагиваемые здесь вопросы относятся к интересной, но и сложной физико-химической области, где в динамическом равновесии находятся химические соединения определенного и неопределенного состава.

Связанные с поверхностью адсорбционные свойства вещества зависят, как от химического характера данного вещества (ненасыщенность, полярность), так и от физической структуры, от величины его относительной поверхности. Так как с химическим и физическим строением связаны не только адсорбционные, но и другие свойства вещества, то адсорбция может в известных случаях служить характеристикой некоторых свойств данного вещества.

Нами несколько лет тому назад была указана связь между адсорбционной способностью ископаемого угля и условиями его генезиса, залегания, газоносностью, выветриванием, самовозгоранием, а также способностью к гидрированию (9), (10). В последнее время на Сибирских и Дальневосточных углях отмечена связь между адсорбционной способностью и классификационной маркой ископаемого угля.

Вследствие сложности факторов, влияющих на адсорбцию углей, последняя зависимость выведена статистически из большого числа анализов. Далее установлена связь между величиной адсорбции (метиленовой голубой и щавелевой кислоты) и реакционной и редуцированной способностью кокса. Наконец, выявлено влияние на адсорбцию отдельных компонентов угля.

Изучая адсорбционные свойства древесины и ее угля различных пород и различного возраста, нами было обращено внимание на понижение этой способности с возрастом до некоторого момента, связанного, видимо, с наибольшей плотностью древесины и насыщенностью ее химических соединений. Далее с возрастом, вероятно, в связи с микробиологическими и другими

факторами, проявляющимися на старой древесине, адсорбционная способность снова возрастает (11). Также велось незаконченное еще исследование адсорбционной способности различных частей древесины и различного периода вегетации.

Наконец, нами исследовались адсорбционные свойства мускульной ткани кеты при ее голодании и обнаружено, что с того момента, как жир израсходован и начинается расход белка, адсорбционная способность ткани начинает возрастать, значительно увеличиваясь к моменту гибели кеты, т. е. когда ею израсходовано более 80% запасов энергии ткани. При этом обращено было внимание на связь между адсорбционной способностью ткани и ее оводнением. Вода, являясь мокрой закладкой израсходованной части ткани, позволяет кете сохранить ее прежние размеры и израсходовать до гибели более 80% запасов ее мускульной ткани (12). Интересно выяснить связь адсорбционной способности мускульной ткани с ее возрастом. Предварительные опыты на корове, сельди и чилище показывают понижение адсорбционной способности с возрастом.

На Дальнем Востоке особенно в области вечной мерзлоты распространено явление пучения грунта, которое причиняет много неприятностей постройкам и различным сооружениям. Изучение этого явления представляет большой интерес и ведется рядом учреждений и отдельных исследователей. Нам представляется возможным, хотя еще и не получены опытные результаты, высказать предположение, что и здесь в пучении грунта значительная роль принадлежит адсорбционным явлениям, связанным с адсорбционной способностью грунта. Специальные опыты должны будут осветить эту картину пучения и связь ее с адсорбционными свойствами грунта.

Наконец, следует указать на проблемы, поставленные нами на разрешение в Химическом Институте Дальневосточного филиала Академии Наук, связанные с золотом и имеющие на ДВ особенно благоприятные условия для изучения. Почти все, а вернее все, реки ДВК золотоносны. При этом многие из них имеют поднимающиеся дельты. А в этих условиях коллоидное золото и очень легкое взвешенное золото, достигнув вблизи устья порога коагуляции, вследствие действия здесь морских солей, будет садиться, и с течением времени отдельные частицы будут, срастаясь, укрупняться. При условии поднятия дельты относительно более легкие части отложений будут сноситься в море, а оставшиеся будут обогащаться золотом. Таким образом, можно встретить в этих условиях зарождение золотых россыпей. Вопрос этот имеет и научный и практический интерес.

Надо думать, что на него смогут дать ответ работы, предпринятые в этом направлении Химическим институтом ДВ филиала Академии Наук, совместно с ДВ отд. Геолого-разведочного треста работы, связанные не только с бурением и взятием проб для исследования различных мест и горизонтов дельтовых образований, но также и с лабораторным исследованием условий стабилизации и коагуляции золота в данной обстановке.

Близко к этому вопросу стоит другой вопрос, поставленный Химическим институтом ДВФАН — это вопрос о золоте в углях ДВК. Много лет

тому назад мною было обнаружено на Урале значительное количество золота и серебра в природном битуме и сделана была попытка объяснения условий поглощения битумом золота из циркулирующих вод золотосного района (13). В Дальневосточном Крае находится обилие углей, залегающих вблизи золотосных районов. Поэтому освещение этого вопроса представит для ДВК значительный научный интерес.

Наконец, большой интерес представляет легкое дражное золото, уносимое в больших количествах промывной водой и слабо улавливаемое механическими средствами, вследствие наличия здесь адсорбционной стабилизирующей пленки. Нет сомнений, что физико-химическими методами удастся снять эту защитную пленку и золото осадить.

Таковы вопросы, на которых сосредоточено главное внимание Лаборатории общей и физической химии Химического института Дальневосточного филиала Академии Наук.

Литература. 1) Акад. Курнаков, Н. С. Введение в физико-химический анализ. 1928 г. 2) А. В. Думанский. Журнал Р. Ф. Х. Об. 1929—1931 г. 3) С. А. Шукарев и Т. А. Толмачева. Коллоидно-химическая теория солевых озер. Жур. Р. Ф. Х. О-ва т. LXII в. 4. 1930 г. 4) В. И. Николаев. О влиянии грязевого комплекса на состав озерной рапы. Журн. Пр. Хим., IV, 5, 1931 г. 5) Б. П. Пентегов. Динамика распределения солей в рассоле и льде Доронинского содового озера. Вестн. ДВ филиала (печатается). 6) Б. П. Пентегов. К вопросу получения поваренной соли на Дальнем Востоке. Доклад VI Менд. Съезду (печатается). 7) Б. П. Пентегов. Использование Дальневосточных водосодержащих водорослей. Изв. ТОНПС т. III. в. 5, 1929. Владивосток. 8) Б. П. Пентегов и И. Н. Пласкин. Поваренная соль из морской воды в условиях приморья. Прозв. Сил. ДВ, в. 6, 1927 г. 9) Б. П. Пентегов и Р. Н. Нянкoвская. Адсорбционная характеристика ископаемых углей. Тр. ДВГ Univ. 1927. Владивосток. 10) Б. П. Пентегов. Адсорбция как общая характеристика ископаемых углей и торфа. Тр. ДВГУ 1928. Ж. Пр. Хим. № 3, 1929 г. 11) Б. П. Пентегов. Адсорбционная характеристика свойств вещества. Научн. Нов. ДВ. 1930. 12) Б. П. Пентегов, Ю. Н. Ментов и Е. Ф. Курнаев. Физико-химическая характеристика нерестово-миграционного голодания кетк. Изв. ТОНС'а, т. II, в. I, 1928. Владивосток. 13) Б. П. Пентегов. Коллоидная химия и обогащение. Ж. Ур. Техн. 1916 г. Екатеринбург.

Б. Пентегов.

Работы физиологической лаборатории Физиологического научно-исследовательского института Ленинградского гос. университета в 1932—1933 акад. году (директор проф. А. А. Ухтомский). Лаборатория разрабатывала ряд вопросов, детализирующих наши сведения о парабитическом состоянии в нервных проводниках. Работы были направлены на выяснение того, как ведет себя очаг стационарного возбуждения в нервных проводниках в отношении набегających на него волн возбуждения и волн, от него отходящих.

В. С. Русинову в недавнем прошлом удалось показать, что парабитический участок реагирует на импульсы так, что еще при самом входе в участок волны претерпевают крутой переход в своем дальнейшем проведении. Иными словами, судьба проводимых волн решается еще в головке парабитического участка. Эта новость совпала с данными, полученными в другой методике японской школой Като, но требовала дополнительных разъяснений. Теперь В. С. Русинов и И. Н. Молоков переисследовали этот вопрос, пользуясь новым методом. Если до сих пор о неравнозначности отдельных поперечных слоев парабитического участка для проводимой волны мы судили окольным путем по степени растормаживающего действия анэлектротона на отдельные поперечные слои, то теперь дело шло о прямом наблюдении условий проведения через парабитический участок как в основной ствол нерва, так и в боковые его веточки, в зависимости от того, отходит ли боковая ветвь от головы измененного участка, от средины, или от дистального конца его. Новый метод дал новые данные в пользу того, что судьба проведения решается еще у самого места входа нормальной волны в область стационарного возбуждения и, сверх того, дал ряд новых замисловатых фактов, чреватых последствиями. Сюда относятся следующие черты: быстрое наступление торможения в боковой веточке, когда последняя отходит от главного ствола, еще не доходя до головы парабитического участка, но от верхней припарабитической области, в которой лабильность повышена; затем наклонность именно маленьких головных участков парабита давать проведение с двойным *optimum*ом; до тех пор, пока боковая ветвь отходит от главного нерва ранее начала парабитического участка, непроводимость в боковой ветви наступает скорее и восстанавливается ранее, чем в главном стволе; но при вторичном вызове парабита на том же приборе, наблюдается вариант: непроводимость в веточке наступает одновременно, или даже позже, чем в главном стволе. Эти интересные варианты связаны во всяком случае с началом (головкой) парабитической области. Когда же боковая ветвь отходит дистальнее головной области, мы имеем однообразные отношения: торможение в боковой ветви наступает всегда ранее, а восстанавливается позже, чем в главном стволе.

В. С. Русинов воспользовался тем же сложным нервно-мышечным препаратом для демонстрации основной теоремы учения о доминанте: всегда возможно подобрать такую стадию развития парабита в главном стволе и в боковой ветви, когда импульсы, рождаемые одним и тем же раздражением, одновременно и подкрепляют возбуждение в одних путях, и углубляют торможение в других путях. Иными словами: одно и то же внешнее раздражение служит подкреплением и текущего возбуждения, и сопряженного с ним торможения, и все это в зависимости только от состояния лабильности в действующих станциях назначения.

Н. В. Голиков детально изучал развитие на нерве парабита при местном стрихнинном оравлении. Отчетливо выявлены две фазы изменения лабильности проводника, сначала в сторону ее повышения, затем в сторону пониже-

ний. При этом автор дал освещение вопроса о месте и роли усвоения ритма для функции проведения. В сотрудничестве с Меркуловым, Голиков занимался определением изменения хронаксий вдоль по нерву при развитии местного парабриотического участка. При этом также выявлено двуфазное изменение лабильности, а затем с совершенною ясностью установлено, что при значительных расхождениях хронаксий в отдельных участках проводника, проведение через последний все еще осуществляется и, стало быть, принцип изохронизма L. Laricque'a нельзя принимать так прямолинейно, как это делалось.

М. В. Кирзон заканчивал свою многолетнюю работу над парабриотизмом симпатического проводника. Если эффекты от раздражения симпатического проводника сказываются в особенности в повышении лабильности тех приборов, на которые симпатикус действует, то сам симпатикус оказывается системой малой лабильности, и это побуждает ожидать, что парабриотическое состояние должно развиваться в нем еще легче, чем в путях центральной нервной системы. Кирзон занимается выяснением особенностей парабриотического состояния в симпатической системе по сравнению с ним в центральных проводниках.

Е. К. Жуков провел очень тщательную работу над развитием колориметрических изменений в нерве при развитии температурного парабриотизма. Он мог заметить, что участок будущего парабриотизма переживает сначала сдвиг активной реакции в основную сторону, затем из середины его появляется постепенное красная, т. е. подкисленная полоса, постепенно расширяющаяся и отодвигающаяся участки ошелочения на фланги, т. е. в припарабриотические области, так что лишь в конце такой эволюции получают известные нам картины О. И. Романенко. Эти изменения активной реакции не причины, а продукты и следствия парабриотического состояния. Затем Жуков показал, что обработка нерва моноиодуксуснокислотой влечет за собою необратимое прекращение проводимости, развивающееся, впрочем, вначале с типическою стадиею парадоксальной проводимости.

М. П. Березина и Е. А. Гусева закончили очень важную для нас работу по восстановлению проводимости в задушенном нерве в бескислородной среде под влиянием факторов, специально повышающих лабильность проводника (адреналин и стрихнин в слабых концентрациях). Поскольку восстановление проводимости после парабриотизма связано с повышением лабильности и с сокращением рефракторных фаз в проводнике, мы убеждаемся из данных Березиной и Гусевой в отсутствии непосредственной связи этих функций с дыхательным обменом нерва; убеждаемся в самостоятельном значении фактора лабильности для функции проведения возбуждений; наконец, поскольку сам по себе стрихнин и адреналин не вызывают всплески газообмена и заметных признаков возбуждения, возникновение этих последних, а равно и сокращение рефракторных фаз, требующееся для восстановления проведения, идет под прямым воздействием нервных импульсов с нормального нерва. Иными словами, перед нами типичное усвоение ритма и, при том, в бескислородной среде.

П. А. Киселев и В. А. Меркулов специально исследовали влияние импульсов с блуждающего нерва на дыхательный центр в зависимости от состояния лабильности в последнем. Импульсы п. vagi прежде всего увеличивают тонически-спитное возбуждение дыхательного центра (остаточную инспирацию) и вместе с тем создают торможение фазных возбуждений дыхания. С перерывкою каротид остаточный инспираторный тонус выпадает и, с понижением лабильности центра, более значительные раздражения vagi начинают давать уже экспираторные остановки, которые, впрочем, еще могут переходить в различные степени инспирации. Аналогично прекращению кровообращения на дыхательный центр действует и наркоз. Явления торможения в дыхательном центре выражены наиболее при раздражении vagus'ов в условиях снижения лабильности центра. Эффект от раздражения sympatisci (учащение дыхательного ритма и увеличение амплитуд) может быть получен независимо от децеребрации (на кролике). Этот эффект требует более сильных раздражений, характеризуется более длинным скрытым периодом и продолжительным последствием. Наиболее сильные эффекты приходятся на последствие. При наличии симпатического эффекта инспираторная остановка с vagus, не получается; не достигается и экспираторная остановка в ответ на сильное раздражение vagi. Симпатический эффект сводится на повышение лабильности дыхательного центра.

В. В. Болдырев изучал торможение в сердце так называемым Vagusstoff'ом, стремится найти принципиальный мост между этим гуморальным торможением и механизмом парабриотического торможения. Лишь в более глубокие стадии парабриотического торможения это последнее связано с прогрессивным упадком лабильности тормозимого субстрата. Напротив, в первую фазу развития парабриотизма неприводимости может иметь место при симптомах явно повышенной лабильности и сокращения рефракторных фаз. Гуморальное торможение сердца с vagus'ов сближается скорее всего именно с этим первым периодом парабриотического торможения.

С. И. Горшков и Е. А. Гусева приступили к детальному обследованию первого и второго pessima проведения в нервно-мышечном аппарате теплокровного в условиях Briscoe. Уже в настоящее время вполне очевидно зависимость того и другого от силы и частоты действующих импульсов, а также их физиологическое значение, как разграничительных зон между областями позно-тонической и фазно-тетанической деятельности. Перед нами очередная проблема о том, как создается усвоение ритма в нервно-мышечной системе с переходом из области позно-тонической в область фазно-тетанической иннервации.

Специально для учения о доминанте очень важны работы, с одной стороны, Д. Г. Квасова с другой Э. Ш. Айрапетянца и В. Бакашовой. Квасов провел большую работу над значением механических сопротивлений текущему рефлексу и связанных с таким сопротивлением проприоцептивных рефлексов для подкрепления текущего рефлекса. Первая работа в этом направлении была проведена у нас Н. А. Шошиной, которая натолкнула нас на неожиданный нами факт, а именно, что сопротивление может вести не к подкреплению,

но к торможению и извращению текущего рефлекса: Квасов подробно проследил, что механическое сопротивление может иметь на текущий рефлекс типичное двуфазное действие с подкреплением в начале и с затормаживанием в дальнейшем.

Э. Ш. Айрапетянц сделал следующее замечательное наблюдение: рефлексы Sherrington'a в поясничных сегментах спинного мозга, изолированных от вышележащих центров поперечным сечением мозгового ствола, тормозятся закономерно, во-первых, с продолговатого мозга (на децеребрированной кошке в моменты приступов тошноты) и, во-вторых, с коры (при напряженных установках на движения мыши в поле зрения, или на азартно лающую собаку). В том и в другом случае посредниками передачи тормозящих влияний на поясничный мозг оставались нервные пути исключительно через *sympatric*. В настоящее время Айрапетянц с Балакиной заняты изучением той роли, которая лежит на *sympatricus* при образовании сопряженных торможений при доминантах.

А. Ухтомский.

В биохимических лабораториях. (Проблема хлеба). Технологический процесс превращения зерна в муку, как известно, сводится к измельчению зерна и к частичному освобождению от внешних слоев и оболочки, содержащих клетчатку и значительные количества белков, внутреннего слоя, состоящего преимущественно из углеводов и некоторого количества белков. При этом, в зависимости от способа помола, получается мука с тем или иным содержанием отрубей. Высокие сорта помола характеризуются почти полным отсутствием отрубей, а следовательно, почти полным отсутствием целлюлозы и относительной бедностью белками. Качество муки, с точки зрения белковой и вкусовых свойств получаемого из нее хлеба, определяется процентом ее выхода из данного количества зерна. Чем меньше процент выхода, тем выше сорт муки. Так, высшие сорта помола пшеничного зерна, дающие муку, приблизительно соответствующую „крупчатке“, получают при помоле, дающем 50% выхода. 75% выхода — соответствуют муке, из которой выпекается ситный хлеб. С дальнейшим увеличением процента выхода сорт муки делается все грубее и грубее, вплоть до 96% муки, из которой при процессе обработки изымается лишь 4% наиболее грубых, с наибольшим трудом поддающихся измельчению и состоящих почти из чистой клетчатки частей зерна. При этом технология процесса такова, что из каждой порции зерна всегда выходят и высокие, и низкие сорта муки. Конечный сорт, поступающий потребителю, получается путем смешивания муки с низким процентом выхода с мукой с высоким процентом помола.

В недавнее время проф. Левинсон подверг анализу этот процесс и показал, что при условии введения в технологию мукомольного процесса, помимо механического, еще и химический способ обработки зерна, оказывается значительно выгоднее давать потребителю чисто высоко-сортный белый хлеб из муки с малым процентом выхода, чем, как это делается обычно, черный хлеб из муки, представляющей смесь почти всех сортов помола. По данным проф. И. Н. Левинсона наиболее

правильный способ обработки зерна заключается в следующем. Механическую обработку следует остановить на той стадии, когда получаются сорта помола, дающие при смеси муку, составляющую около 60% выхода. Остальные 40% следует считать отходами мукомольного производства. Проф. Левинсоном разработан способ химической обработки этих отходов, посредством которой из них удается извлечь почти полностью весь запас углеводов в виде мальтозы, остаток от этой обработки превращается в богатый белками жмых, представляющий собой прекрасный корм для скота. Таким образом, если бы предложенное проф. Левинсоном изменение мукомольного процесса было широко внедрено в производство, население должно было бы получать исключительно высоко-сортный, почти полностью усваиваемый, лишенный отрубей белый хлеб, однако относительно бедный белками. Кондитерская промышленность получила бы такие количества мальтозы, которые полностью вытеснили бы из этой промышленности потребление сахара. Сельское хозяйство получило бы громадное количество полноценного корма для скота. Уменьшение общего количества муки, выходящей из данного количества зерна, идет за счет неусваиваемых, или во всяком случае мало усваиваемых компонентов. С этой точки зрения калорийная ценность меньшего количества муки в 60% может почти не отличаться от калорийской ценности большого количества муки в 96%. Вместе с тем полученная из отходов мальтоза и неусваиваемые человеком белки жмыха, пройдя через организм животного, превращаются в полноценные животные белки, доставляют новые количества пищевого материала, тогда как при настоящем способе обработки зерна они бесполезно уходят в канализацию, в виде неусвоенных продуктов пищеварения.

Проект проф. Левинсона, если бы он действительно оказался во всех его частях таким, как он рисуется по предварительным лабораторным и производственным охватам, несомненно заслуживает самого серьезного изучения. Этот проект имеет в виду коренное переоборудование предприятий мукомольной промышленности в течение второй пятилетки, что потребует значительных капиталовложений. Этот проект имеет в виду резкое изменение условий питания всего населения, которое один из основных пищевых материалов будет получать исключительно в виде белого, полностью лишенного отрубей хлеба, так как проект проф. Левинсона предусматривает полное прекращение выработки муки высокого процента помола. Научно-исследовательский институт зерна занят в настоящее время всесторонним исследованием проекта проф. Левинсона. Технологическая сторона проекта изучается в Москве и в Харькове; на Ленинградские лаборатории и клиники выпала ответственная задача высказать суждение о возможных последствиях, которые принесет населению резкое изъятие из пищевого рациона отрубенистого хлеба.

При Научном институте им. П. Ф. Лесгафта организовано бюро по кооперированию исследовательских институтов, принимающих участие в разработке этой проблемы. Во главе этого бюро стоит проф. А. А. Орбели. План работ, намеченный бюро и уже осуществляемый различными

лабораториями и клиниками, должен дать ответ на ряд основных вопросов. Прежде всего выясняется сравнительная усвояемость хлеба из муки различного помола, чтобы получить возможность выразить в точных цифрах калорийную ценность различных сортов хлеба, выходящих из одного и того же количества зерна. Далее подвергается химическому анализу мука с различным процентом выхода, с целью установить, каких компонентов лишается хлеб, в котором отсутствует почти половина вещества зерна. Соответствующие биологические пробы будут поставлены, чтобы установить влияние уменьшения количества витаминов и белков. Подвергается изучению секреторная и двигательная работа желудочно-кишечного тракта при питании хлебом, лишенным основного возбудителя моторной функции кишечника, клетчатки. Исследуется влияние перехода

на питание безотрубнистым хлебом на лактацию матери и на рост вскармливаемого ею ребенка. Изучается роль хлебного компонента в пищевом рационе детей и подростков в общем балансе развиваемой ими энергии. Изучается кишечная флора и процессы гниения в кишечнике человека при питании хлебом с различным содержанием отрубей, и ряд других проблем.

В этом сложном и многообразном исследовании принимают в настоящее время участие: Институт экспериментальной медицины, Военно-медицинская академия, Институт питания, Институт пищевой промышленности, Институт имени Лесгафта, Институт охраны материнства и младенчества и Институт охраны здоровья детей и подростков. Первые результаты исследования должны быть получены в нынешнем году.

А. Гинецинский.

Критика и библиография

Успехи астрономических наук. Сборник I. Под редакцией А. А. Канчеева и В. Г. Фесенкова. Госуд. техн.-теорет. изд. М. А. 1932. Стр. 160. Ц. 2 р. 30 к.

Советская астрономическая литература получила ценное пополнение в виде начавшего выходить неперiodического сборника „Успехи Астрономических Наук“. Потребность в издании подобных сборников, систематически освещающих достижения современной астрономии и астрофизики, во всем их многообразии, ощущалась уже давно. Можно поэтому только приветствовать инициативу Московского Госуд. астрон. института им. Штернберга, приступившего к составлению сборников „Успехи Астрономических Наук“.

Задачей сборников является „дать возможность специалистам-астрономам с наименьшей затратой времени ознакомиться с современными достижениями астрономии и позволить любителям астрономии, аспирантам, подготовленным студентам и представителям смежных наук войти в курс современной астрономической литературы“. С этой целью редакция намеревается помещать обзорные статьи по основным вопросам современной астрономии, содержащих критическое изложение предмета с точки зрения диалектического материализма, а также более сжатых рефератов об отдельных работах.

Вышедший первый сборник „Успехов Астрономических Наук“ содержит пять обзорных статей (в том числе две переводных) и 22 реферата. Можно отметить обстоятельный обзор В. Г. Фесенкова „Звездные скопления“, касающийся одного из интереснейших вопросов строения вселенной. К сожалению, автор ограничился материализмом монографии Шепли (Shapley) „Star Clusters“, вышедшей еще в 1930 г., и почти не использовал литературу последних двух лет. Так, например, в обзоре нет упоминания о многочисленных работах последнего времени о нуль-

пункте „period-luminosity relation“, имеющем столь важное значение при определении масштабов вселенной; в списке литературы отсутствует ссылка на обширную монографию Коллиндера (Collinder), вышедшую еще в начале 1931 г. и т. п. В связи с предстоящим 19 июня 1936 г. полным солнечным затмением, видимым в СССР, перед советскими астрономами встает задача тщательно подготовиться к наблюдениям этого явления. Поэтому вполне уместно помещение в сборнике перевода статьи Стреттона (Stratton), посвященной проблеме и методике наблюдений полных солнечных затмений. Кроме того, в сборнике помещены статьи Пяскового, давшего ценный для советских гравиметристов обзор современной методики определения силы тяжести, перевод работы Бобровникова „Происхождение астероидов“, снабженный интересными примечаниями переводчика, а также статья Воронцова-Вельяминова, посвященная вопросу о температурах ядер планетарных туманностей, уже достаточно освещенному в ряде статей того же автора в „Астр. журнале“ и „Мироведении“.

К сожалению, в первом выпуске сборника мы не находим статей, посвященных критическому обзору с точки зрения диалектического материализма таких существеннейших проблем современной астрономии, как вопрос о так назыв. „расширяющейся вселенной“, о внутреннем строении и эволюции звезд и т. д. Та полемика, которая ведется по этим вопросам в зарубежной литературе, как нельзя лучше свидетельствует о глубоком кризисе, переживаемом в капиталистических странах современной астрономией, наряду со всем естественным. Советские астрономы вправе рассчитывать на то, что все эти вопросы получат соответствующее освещение на страницах очередных выпусков „Успехов Астр. Наук“.

Около трети сборника занято более короткими рефератами отдельных работ, размером от 6 до $\frac{1}{2}$ страниц. К сожалению, нельзя не отметить чисто случайный выбор работ, прореферированных в сборнике. Хотелось бы видеть в дальнейшем, чтобы в этом выборе работ более чувствовалась рука редакции, планомерно отбирающей наиболее интересные исследования, а не влияние случайных интересов отдельных сотрудников. Далее, нельзя не отметить значительное отставание помещаемого материала, которого зачастую можно было бы избежать хотя бы путем редакционных примечаний. Так, например, помещение в середине 1932 г. обзора работ Потсдамской экспедиции для проверки эффекта Эйнштейна без всякой ссылки, хотя бы в примечании, на горячую полемику, вызванную этой работой, представляется несколько странным.

В заключение следует отметить, что по характеру своего изложения сборник может местами оказаться мало доступным не только любителю, но и студенту, начинающему аспиранту. Может быть, было бы целесообразно, по крайней мере в первых выпусках, более подробно разъяснить отдельные термины и выражения, получившие права гражданства в специальной иностранной астрономической литературе, но зачастую непонятных для лиц, мало знакомых с ней. Было бы желательно также, чтобы фамилии иностранных авторов при первом упоминании всегда снабжались оригинальной транскрипцией, что облегчит начинающим работникам ознакомление с оригинальными исследованиями.

Издан сборник довольно тщательно и содержит относительно небольшое число опечаток. Цена, если принять во внимание убористый набор, невысокая. Остается только пожелать, чтобы „Успехи Астрономических Наук“ скорее завоевали бы себе столь же почетное место в нашей литературе, как этого добились „Успехи Физических Наук“ в области физики.

В. Мальцев.

М. М. Соловьев. Проблема сапропеля в СССР. Изд. Акад. Наук СССР, Л., 1932. Стр. 105, с 47 фиг. Ц. 2 р.

Книга представляет несомненный интерес для всякого натуралиста и в частности лиц, интересующихся практическими вопросами по линии использования минерального сырья.

Сапропели или гниющий ил, образующийся, главным образом, за счет живущих в воде низших растительных и животных организмов, составляют весьма сложный как в химическом, так и в биологическом отношении комплекс веществ, превращающихся под водой, при слабом доступе кислорода и воздействии различных микроорганизмов, в коллоидальную мягкую и жирную на ощупь массу. В этой массе главную основную часть образует богатое жировыми, воскообразными и белковыми телами аморфное вещество, известное под названием детрита. Оно образуется, как известно, из отмерших низших водных растений, животных и их извержений.

Такие детриты накапливаются веками на дне различных водных бассейнов в виде жидких илов, которые в результате сложных физических, гео- и биохимических процессов, дают начало

разнообразным породам органического происхождения, так называемым биолитам. Некоторые из них горючи; сюда относятся каустобиолиты — угли, торфы, битуминозные сланцы и нефть. Те из них, которые не горят, акаустобиолиты — образуются за счет диатомей и организмов, слагающих известняки.

Сапропели издавна играли роль в образовании большинства осадочных пород, причем они в течение времени постепенно переходят в метаморфические породы и, попадая в область высокой температуры — в магматическую оболочку земли, вошли в дальнейшем в состав массивных горных пород.

Понятие сапропели продолжают отлагаться в пресных и соленых водоемах земной поверхности, демонстрируя перед нами процесс генезиса геологических образований.

Современные сапропели в верхних своих слоях, находящихся на дне незарастающих водоемов, очень богаты водой (не менее 95%) и походят на расплывающийся студень. Поверхностный их слой, самый подвижный, известный под названием пелогена, представляет исключительный интерес для решения вопросов о природе сапропелей и их разновидностей. Органическая масса сапропелей в значительной своей части состоит из жировых и азотных белковых веществ; кроме того, сапропели исключительно богаты азотом, образующимся за счет животных остатков. Азота в сапропели содержится значительно больший процент, чем, например, в торфе, сланцах и даже нефти.

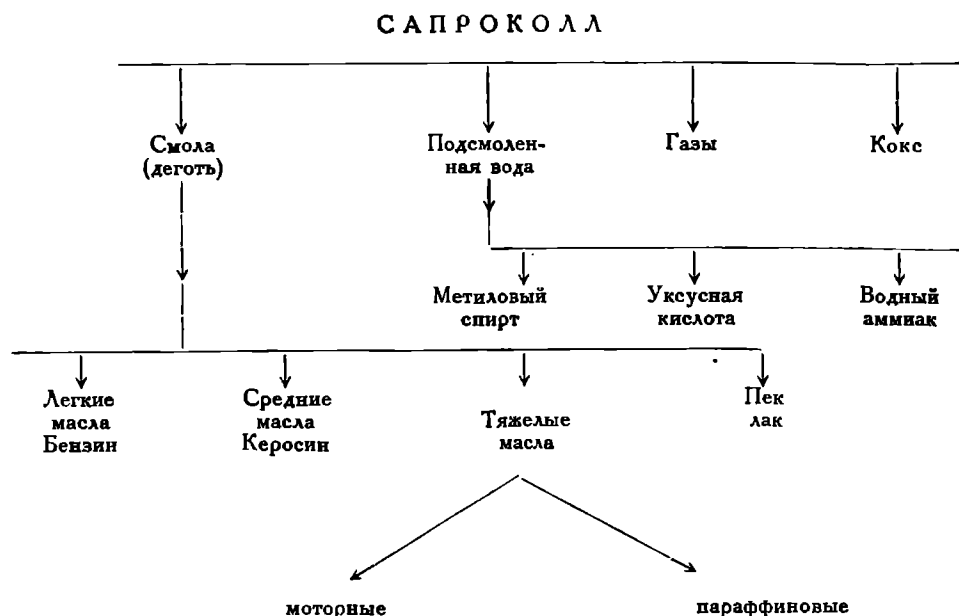
Процесс минерализации сапропелевых отложений обычно происходит при значительном участии бактерий и ведет к образованию многочисленных типов, богатых минеральными частями сапропелевых отложений или сапропелитов.

В природе существует несколько типов сапропелитов. Различают сапропелиты глинистые (богатые глинистыми примесями), кремнеземистые сапропелиты (с значительной примесью кремнистых образований), известковые сапропелиты (образующиеся в водоемах с жесткой известковой водой).

Своеобразный тип сапропеля представляет так называемый балхашит, образующийся в Алакульском заливе оз. Балхаш.

Исходным материалом этого образования являются разнообразно окрашенные скопления различных растительных организмов, и отчасти животных организмов. Вся эта масса, находящаяся в состоянии разложения, постепенно приобретает желто-бурый цвет и подвергается бактериальному разложению, которое ведет к образованию вещества — сухой, эластичной массы, различной плотности с характерным салынм и восковым запахом. Балхашит весьма мало минерализован и содержит до 95% органического вещества; он богат углеродом и водородом; в нем незначительное количество азота, малое количество серы и почти полное отсутствие фосфора, что указывает на его растительное происхождение.

Подобного рода водорослевые сапропели обнаружены также в различных озерах Союза, например, в озере Селигер, а также в некоторых иностранных озерах и даже на прибрежных лагунах южного полушария. В Западной Европе



сапропели известны в Скандинавии, Франции, Германии, Финляндии и у нас — начиная с Кольского полуострова, в значительной части Советского Союза. Они встречаются мощными пластами во многочисленных озерных котловинах, характерных для северной зональной полосы СССР. Сапропелевые отложения различных типов наблюдаются также в некоторых западно-сибирских озерах; сапропели находятся также и в районе Байкала, Якутии и Дальнем Востоке.

В замкнутых бассейнах озера постепенно превращаются в болота, а донные отложения — сапропели, постепенно превращаются в густые, полужископаемые болотные образования, так называемые сапроколла. Сапроколла режутся свободно ножом, при чем вполне сохраняют придаваемую им форму; окраска верхних слоев их бурая, а нижних — оливковая. В изломе сапроколла отличаются маслянистым, тусклым блеском.

Богатые месторождения сапроколла находятся в западной Европе: в западной Германии на Скандинавском полуострове, Финляндии; у нас сапроколла встречаются в Чувашской АССР и Вотской авт. области, Башкирии, Западной Сибири, а также в Уссурийском крае.

Ископаемые сапроколла представляются в виде ряда углей, называемых сапропелитами. Такие угли образуются в течение многих веков и представляют собой вещество, получившееся в результате сочетания сложных биологических, химических и геологических процессов. Весьма сложен путь образования угля от пелогеновых новых образований до формирования углей — богдыхов или торбанитов.

Близко родственная битуминозным горючим сланцам нефть считается в настоящее время предположительно также биогенным, а в некоторых случаях не фито-, а преимущественно зоогенным образованием, связанным генетически с сапропелевыми отложениями.

Сапропелевые образования, при соответствующей обработке дают ряд весьма важных для народного хозяйства веществ. Так, например, воздушно-сухой сапропель (с количеством влаги не более 30%) в результате сухой перегонки в печи (в перегонной реторте) при температуре от 400 до 500° разлагается на кокс, смолу, газ и подсмоленную воду.

Газ и кокс используется, как горючее в топке. Разгонка смолы дает бензин, керосин, тяжелые масла и пек. Все эти вещества могут иметь широкое применение в технологии неорганических веществ. Отметим, что некоторые сапропели могут дать также высокоценные парафиновые воска.

Сухая перегонка сапроколла дает ценные продукты, как это явствует из приведенной выше схемы.

Книга Соловьева содержит множество данных по вопросу о природе сапропелей, а также методах их использования, в значительной степени основанных на работах опытного небольшого сланце-перегонного завода в г. Осташкове, на берегу о. Селигер, богатого сапропелем.

Во всяком случае, дело практического использования сапропелевых отложений находится еще в периоде первоначального изучения не только у нас, но и за границей; тут открываются богатые перспективы и широкие возможности.

Книга Соловьева насыщена фактическим материалом большой ценности, но ее заглавие не вполне соответствует ее содержанию, так как автор не ставит никаких проблем и не выясняет значения сапропелевых вопросов в социалистическом строительстве ближайшего времени. Она, скорее всего является весьма полезным справочным пособием для всякого натуралиста, особенно при работах, касающихся вопросов использования производительных сил природы нашей страны.

И. Палибин

С. С. Казарновская. Бактериофагия. Изд-во Академии Наук СССР, 1933 г., стр. 116. Ц. 2 р. 25 к.

Книга С. С. Казарновской „Бактериофагия“, хотя и отнесена Издательством Академии Наук к разряду научно-популярных, но, по видимому, предназначается по существу более для бактериологов, если иметь в виду характер изложения и сведений, в ней сообщаемых. Автор, очевидно, чувствовал это и сам, делая в предисловии оговорку, что книжка была предназначена для широкого круга биологов не-специалистов (в бактериологии) и, далее, что, в связи с отсутствием в русской литературе соответственных трудов, она пополнена материалом более специального характера. Автор книги является хорошо известным исследователем в вопросах бактериофагии, и потому изложение различных глав является не только пересказом известных из литературы сведений, но во всем изложении чувствуется личный взгляд и личное освещение трактуемых вопросов. Изложение же крайне интересное, с приведением новой и разнообразной литературы. Кардинальный вопрос о природе бактериофага, живой или мертвой его природы, разрешается в том смысле, что „между этими двумя состояниями существует бесконечная цепь переходов и если представить себе, что только постепенное накопление выявляется на определенной стадии в этом „скачке“ (почему „скачек“, если бесконечная цепь переходов?), то дилемма, фермент или живое, теряет свою актуальность.“ Все же из разбросанных по книге заключений и выводов, кажется, что автор более склоняется к разрешению проблемы в смысле неживого.

Большой интерес представляет глава о приложении бактериофага в медицине. Думается, что эта глава могла бы быть проведена несколько более детально, так как даже основные опыты Д'Эреля приведены далеко не исчерпывающе. Что касается корректурной стороны издания, то тут отмечаются некоторые недосмотры: нет достаточного внимания к правильному начертанию слов; так, слово „tache“ от начала до конца пишется с accent circonflexe, иностранные фамилии пишутся то русским, то латинским шрифтом без какого-либо постоянного чередования; в хорошей и интересной по содержанию книге это режет глаза. В заключение остается сказать, что все, интересующиеся вопросом бактериофагии, вероятно, будут приветствовать эту книжку; и остается пожалеть, что тираж ее мал (3000 экз.).

Б. Эберта

Библиографические работы по икhtiологии. За последние годы в различных странах Зап. Европы и Сев. Америки появился ряд библиографических работ, посвященных икhtiологии и рыбному хозяйству. Здесь мы остановимся пока на четырех таких указателях, предполагая в дальнейшем привести сведения и о других аналогичных работах. Калифорнийская Рыбная Лаборатория (California State Fisheries Laboratory) издала два библиографических указателя по тунцам и сардинам, составленные одним и тем же автором. Первый указатель: Genevieve Corwin. A Bibliography of the *Tunas* Sacramento, 1930 (103), 1 фиг. на отд. л. (Fisch Bulletin № 22) со-

держит литературу по пяти крупным видам тунцов: *Thunnus thynnus*, *Neothunnus macropterus*, *Germo alalunga*, *Euthynnus pelamis* и *Sarda chiliensis* до 1929 г. включительно. Описание почти всех вошедших в указатель работ сделано автором de visu, при чем большинство работ аннотировано. Всего приведено в алфавитном порядке авторов до 1000 названий работ; сюда включены и сочинения XVI и XVII веков. Указатель снабжен подробным предметным указателем.

По тому же принципу составлен и второй указатель: Genevieve Corwin Wheeler. A Bibliography of the *Sardines* Sacramento, 1931, (133), 1 фиг. на отд. л. (Fish Bulletin, № 36). Приведены работы до 1930 г. вкл. и отчасти за 1931 г., касающиеся следующих видов сардин: *Sardina pilchardus* (Европа), *Sardina melanosticta* (Япония), *Sardina ocellata* (Ю. Америка), *Sardina Sfax* (западное побережье Ю. Африка) и *Sardina caerulea* (западное побережье С. Америки). Приводится свыше 1000 работ по систематике, биологии и промыслу сардин.

В 1931 г. одновременно в двух изданиях¹ появилась работа директора океанографической станции в Salammbô (Тунис) H. Heldt, заключающая библиографию только одного вида тунца — *Thunnus thynnus*. Автор, в течение последних лет, ежегодно представляющий Международной Комиссии по исследованию Средиземного моря отчеты о работах по изучению биологии и промысла тунцов, выбрал из указателя G. Corwin все, что относится к виду *T. thynnus* и дополнил свой указатель работами, появившимися в 1930 г.

В Journal du Conseil [vol. VII, 2, 1932 (255—283)], издаваемом Международным Советом по исследованию моря, появился весьма ценный библиографический указатель по физиологии и поведению рыб, составленный E. S. Russell и H. O. Bull (A Selected Bibliography of Fish Behaviour). Литература по этим вопросам разбросана по самым разнообразным зоологическим, физиологическим, психологическим и др. журналам и изданиям, почему ценность этого указателя еще более возрастает. Авторы в предисловии указывают, что в их указатель включены все экспериментальные работы, а также и другие, имеющие интерес в данном отношении. Список работ, заключающий, примерно около 700 названий, расположен в алфавитном порядке авторов, аннотаций не приведено. В конце дается подробный предметный указатель. Труд Russell и Bull в качестве первого опыта подобного рода работы безусловно должен будет сыграть крупную роль в деле дальнейшего изучения физиологии рыб.

В. Есипов.

¹ H. Heldt. Le Thon rouge et sa pêche. Éléments d'un nouveau rapport. Bibliographie du sujet. Bull. de la Station Océanographique de Salammbô, (Tunisie) 21, 1931.

H. Heldt. Rapport sur le Thon rouge et sa pêche (6-e Rapport). — Rapport et Procès-verbaux des Réunions, VI, 1931 (157—283) (Commis. Intern. pour l'explor. sc. de la Mer Méditerranée).

Гуго Гроссет. Лес и степь в их взаимоотношениях в пределах лесостепной полосы Восточной Европы. Изд. Общества ЦЧО, Воронеж, 1930 г., стр. 93. Бесплатно.

Едва ли есть еще один вопрос ботанической географии, который привлек бы к себе столько внимания, вызвал бы столь оживленную и длительную полемику в нашей литературе, как вопрос о взаимоотношениях лесной и степной растительности. Это внимание вполне понятно, ибо проблема лес-степь далеко выходит из рамок чисто академических интересов специалиста ботанико-географа, захватывая с одной стороны широкий круг сопредельных областей знания — почвоведение, геологию, климатологию, зоогеографию, — с другой стороны непосредственно упираясь в вопросы практики сельского и лесного хозяйства.

Трудно дать что-либо новое там, где, казалось бы, уже высказаны все возможные гипотезы, привлечены к объяснению все накопленные многочисленные исследователями факты и использованы все пути научного и практического разрешения вопроса. Тем не менее, автор недавно выпущенной Обществом ЦЧО книги „Лес и степь“, Г. Э. Гроссет вполне удачно справился со взятой им на себя нелегкой задачей. Помимо ясного, хотя и весьма сжатого, изложения и критического освещения господствовавших до сего времени взглядов и теорий, мы находим в разбираемой работе новое, в достаточной степени оригинальное, освещение некоторых сторон этой интереснейшей проблемы, опирающееся как на материал собственных исследований автора в пределах ЦЧО, так и на новейшие научные данные, в частности из области учения о почвообразовательных процессах.

В первой главе автор разбирает взгляды различных исследователей на причины безлесия степей, объединяя их в следующей группировке:

а) причина безлесия — климат, неблагоприятный для существования лесной растительности (Бер, Гривебах, Пепель, Шимпер, Высоцкий, Миддендорф, Каминский);

б) причина безлесия степей — засоленность степных почв и подпочв (Эверсман, Бекетов, Палимпсестов, Докучаев, Таифильев);

в) причина безлесия степей — физические свойства их почв: мелко-земистость и связанная с ней трудная проницаемость для воды (Тейман, Воейков, Костычев, Спрыгин);

г) безлесие степей зависит от вредящего корням деревьев заболачивания (хотя бы временного) являющегося следствием их равнинности и слабого дренажа (Лекере, Уинчел, Энгельман, Краснов, Махов);

д) распределение лесных и степных пространств — результат борьбы за существование между лесной и степной растительностью, исторического момента хода этой борьбы (Коржинский);

е) безлесие степей — явление вторичное, связанное с деятельностью человека (Герман, Палимпсестов, Талиев).

Подводя итоги изложенному в первой главе, автор прежде всего отмечает, что выводы, полученные для одних районов, нельзя переносить на районы с иными физико-географическими условиями и приходит к заключению, „что не может быть найдено единого решения для объяснения

причин безлесия всех степей“. Если для южных степей основными причинами безлесия следует считать недостаток влаги и избыточное содержание солей в почвах и грунтах, то для лесостепной зоны такое объяснение оказывается неудовлетворительным, и вопрос до сего времени остается нерешенным.

Во второй главе излагаются результаты собственных наблюдений автора, произведенных в лесных массивах центральной части лесостепной зоны (ЦЧО в пределах б. Курской и Воронежской губ.). Сопоставляя полученные данные с данными изучения степной растительности той же полосы, автор устанавливает разделение лесостепной зоны на три подзоны: северную, центральную и южную. Каждой подзоне свойственен особый тип дубрав и особый же, отвечающий ему, тип луговых степей. Таким образом „дубравы и луговые степи представляют растительность одной климатической зоны“, будучи тесно связаны в своем распространении. Северная граница степей является таковой же и для области господства дубрав. К югу, как дубравы, так и луговые степи переходят в экстраординарные условия, уступая место ковыльным степям.

Третья, заключительная глава посвящена взаимным отношениям между лесом и степью в лесостепной зоне.

Изучение состава растительности естественных и искусственных лесных насаждений, таксационных описаний и данных почвенных исследований позволяло автору нарисовать следующую схему процесса смены растительности в условиях лесостепи. Лес, как более мощная в данных условиях формация, захватывает территорию степи и, поселяясь на неизменном черноземе, постепенно его деградирует (выщелачивает), приводя через ряд промежуточных стадий — деградированный чернозем, темный и светлый лесной суглинок — к формированию в конечном счете подзолистого почв. По мере развития этого процесса, условия для произрастания широколистного леса становятся все более неблагоприятными вплоть до того, что естественное лесовозобновление становится невозможным, и дубрава, постепенно обедняясь в своем составе, в конце концов отмирает, уступая свое место вновь вторгающейся на территорию луговой степи. Степная растительность через посредство своей корневой системы и ежегодно отмирающей надземной массы перекачивает выщелоченные вглубь соли в верхние горизонты и одновременно, обогащая почву гумусом, производит таким образом обратный имевшему место под лесом процесс регрессии (восстановления) чернозема. Существенную роль в этом процессе играют перемещающие почвенные горизонты роющие животные, которые поселяются на освободившейся из-под леса территории в месте со степной растительностью.

Когда плодородие почвы полностью восстановится, она будет являться вновь благоприятной средой для поселения леса, и весь цикл должен начаться сначала. Происходит как бы естественный севооборот.

Следовательно, распределение территории между лесом и степью не находится в прямой зависимости от почвенно-климатических факторов местообитания, но лишь отражает определенную

стадию этой непрерывной смены.¹ Таким образом „при постоянном перераспределении площади между лесом и степью общие отношения в пределах лесостепной зоны оставались неизменными“.

Особо останавливаясь на процессе реградации чернозема из оподзоленной почвы, автор доказывает его возможность и неизбежность, исходя из современных взглядов на подзолообразовательный процесс, согласно которым в основе этого процесса лежит отмучивание и вынос из верхних горизонтов органических и минеральных коллоидов и тонких суспензий с отложением их в иллювиальном горизонте (Гедройц, Глинка). Ранее, когда господствовало мнение, что при подзолообразовании происходит химическое разложение минеральной части почвы в результате воздействия гумусовых кислот с распадом алюмосиликатной частицы на составляющие ее простые окислы, процесс реградации не мог быть удовлетворительным образом обоснован. Теперь, очевидно, это затруднение отпадает само собой.

В целом, предложенная автором гипотеза, несомненно, дает новое освещение вопроса и объясняет многие казавшиеся непримиримыми факты, подкупая своей стройностью и последовательностью. Однако, нам думается, распространение ее на всю лесостепную область Восточной Европы (понимая под этим термином хотя бы только Европейскую часть СССР), все же едва ли возможно.

Правильно отмечая изменение физико-географических условий в пределах даже одной зоны при движении с севера на юг, автор, как кажется, упускает из вида не менее существенные различия между отдельными частями зон и подзон по широтному направлению, что давно отмечено в геоботанике и почвоведении под понятием провинций (Прасолов и др.). Так, лесостепь западно-украинская и лесостепь предуральская столь же, если не более, отличны между собой, как и лесостепь северной и южной частей Центрально-черноземной области. В частности на западе, для обширной области белорусского и украинского Полесья, вряд ли можно отрицать, как это делает автор, наличия самостоятельной зоны широколиственных лесов (дубрав), безраздельно господствующих здесь на всех более или менее мелкоземистых грунтах при полном и то же время отсутствии лугово-степной формации и черноземных почв или их дериватов, как в настоящем, так, повидимому, и в ближайшем прошлом. Фактическое преобладание здесь сосновых боров и болот, конечно, не меняет сути дела, так как эти группировки носят вообще экстремальный характер, будучи приурочены к песчаным грунтам или отрицательным элементам рельефа. Также не противоречит сказанному и нахождение в этой области отдельных представителей степной флоры, заходящих до широт Мозыря. При этом надо отметить, что широколиственные леса в Полесье на подзолистых почвах достигают весьма мощного развития, о чем свидетельствуют существовавшие до недавнего времени так называемые

„корабельные рощи“, напр., в окрестностях Тонеза, известные дубравы Буды-Кошелевской и другие (Высоцкий).

С другой стороны, лесостепь Башкирии и Средней Волги (в б. Самарской губ.) представляют совершенно иную и весьма своеобразную картину вклинивания лесных массивов в область тучного и даже обыкновенного чернозема с типичной ковыльной и ковыльно-типчаковой степью. Однако, тут уже леса приурочены, в противоположность данным автором по центральной полосе, к строго определенным условиям рельефа и грунта (отнюдь не экстраординарным в обычном понимании этого слова), что, очевидно, исключает возможность перераспределения территории между лесом и степью (Прасолов, Неуструев, Новопокровский). Но, что самое интересное, здесь же, на крайнем востоке Предуралья, в Башкирии и Уралообласти (в б. Пермской губ.) появляется новый, совершенно отличный тип лесостепи, получивший название западно-сибирского, где в роли пионера-завоевателя степной территории выступают уже не дуб с его спутниками, а береза с осинкой. Это явление, описанное в свое время Коржинским и Крыловым (Кунгурский и Красноуфимский лесостепные острова), отмечено и на новейшей геоботанической карте Европейской части СССР под редакцией Кузнецова (лист 14). В березовой лесостепи взаимоотношения между лесной и степной формациями должны, очевидно, складываться иначе, чем в лесостепи дубовой.

Что касается процесса реградации чернозема, то сейчас едва ли кто станет отрицать его возможность. Но придавать ему слишком расширительное толкование было бы, на наш взгляд, неправильно.

Подзолообразовательный процесс в своем типичном выражении связан со сквозным промыванием грунта положительных элементов рельефа и, следовательно, с выносом ряда веществ из сферы деятельности почвообразовательных процессов током почвенных и грунтовых вод. Таким образом происходит обеднение не только поверхностных горизонтов, но и всей толщи породы до уровня грунтовых вод. Вымытые соединения выходят из малого (биологического) и попадают в большой (геологический) круговорот веществ, откуда возврат уже ни при каких обстоятельствах невозможен в современную геологическую эпоху, если не принимать во внимание таких факторов, как импульверизация солей, имеющих несомненно весьма ограниченное значение. В частности трудно предположить, например, воссоздание в процессе реградации исчезнувшего горизонта скопления гипса, характерного признака степных почв. Представляется сомнительным, чтобы потеря от вымывания легкорастворимых соединений могла в этих случаях в достаточной мере восполняться за счет выветривания неразрушенных минералов, — путь, на который также указывает автор, ссылаясь на наблюдения Полюнова (нахождение зерен кальцита в подзолистых почвах б. Новозыбковского у.) — поскольку этот процесс требует очевидно весьма длительного времени.

Еще одно соображение, которое стоит здесь привести, касается самого хода процесса деградации. В согласии с мнением большинства современных исследователей автор трактует процесс деградации как функцию времени, протекающего с мо-

¹ Вернее сказать, отражало до момента вмешательства человека, в корне изменившего сложившиеся отношения распаханной степи и вырубкой лесов.

мента поселения леса. Чем древнее лесной массив, тем больше степень оподзоленности при прочих равных условиях. В то же время отмечается тесная зависимость между характером растительности, в частности составом лесного насаждения, и типом почвы. Во взаимном влиянии растительности и почвы „затруднительно сказать, что является следствием, а что причиной“, говорит автор. Но если так, то возникает вопрос, нельзя ли связать степень деградации и оподзоленности почвы с типом леса более непосредственной зависимостью.

Ведь можно предположить существование более или менее длительных, как бы стационарных, фаз развития почвы в определенной стадии процесса деградации, отвечающей определенному составу лесной растительности. Тогда, очевидно, переход на следующую, высшую ступень должен быть обусловлен не только временем, но и изменением состава древесной и травяной растительности леса, появлением тех или иных новых компонентов и исчезновением ранее существовавших.

Такое предположение станет понятным, если вспомнить, что характер гумуса лесных почв, в сильной степени влияющий на ход почвообразовательного процесса, непосредственно зависит от характера лесной подстилки, а лесная подстилка, в частности степени ее кислотности, в свою очередь является прямой функцией состава и возра-

ста насаждения. Целый ряд фактов свидетельствует в пользу именно такого толкования процесса эволюции почвы от слабо-выщелоченного чернозема до типичного подзола. Но этот вопрос заслуживает более подробного рассмотрения, и мы думаем вернуться к нему в другом месте.

Сделанные замечания, конечно, ни в какой мере не имеют в виду умалить достоинство работы Г. Э. Гроссета, представляющей несомненный интерес для всех, кто так или иначе соприкасается в своей работе в вопросах ботанико-географического порядка. Нельзя не пожалеть, что крайне ограниченный тираж (500 экз.) делает книгу мало доступной широкому кругу читателей.

Из замечаний чисто технического порядка, следует отметить, что цитированную литературу было бы удобнее дать отдельным списком в конце текста, а не в подстрочных примечаниях. Желательно было бы также приложить к работе небольшого масштаба карту (хотя бы схематическую) лесостепной зоны с разделением на подзоны, как это предложено автором, нанеся на нее обследованные и упоминаемые в тексте лесные массивы.

С внешней стороны книга издана вполне удовлетворительно. Заслуживает быть отмеченным почти полное отсутствие опечаток, как в русском, так и в латинском тексте.

С. Соколов.

Напечатано по распоряжению Академии Наук СССР

Март 1933 г.

Непременный секретарь академик В. Волгин.

Ответственный редактор академик А. А. Борисяк.

Члены редакционной коллегии { Акад. Б. А. Келлер, акад. В. Ф. Миткевич,
проф. Я. М. Урмановский (зам. отв. редактора),
проф. А. Ю. Харит.

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

Обложка работы худ. Д. Двоскина.

Технический редактор К. А. Гранстрем. — Ученый корректор М. М. Севастьянов.

Сдано в набор 4 марта 1933 г. — Подписано к печати 22 марта 1933 г.

Формат бум. 72 × 110 см. — 11 печ. л. — 72800 тип. л. — Тираж 6500

Ленторлант № 7193.

АНИ № 121.

Заказ № 292

ПРОДОЛЖАЕТСЯ ПОДПИСКА НА 1933 г.

НА ПОПУЛЯРНЫЙ
ЕСТЕСТВЕННО-ИСТОРИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
ИЗДАВАЕМЫЙ АКАДЕМИЕЙ НАУК СССР

„ПРИРОДА“

Ответственный редактор акад. А. А. Борисяк. Члены редакционной коллегии: акад. С. И. Вавилов, акад. Б. А. Келлер, проф. Я. М. Урановский (зам. отв. редактора), проф. А. Ю. Харит. Отв. секретарь редакции д-р М. С. Королюцкий.

Журнал популяризирует достижения современного теоретического естествознания в СССР и за границей и освещает их связь с социалистическим строительством. Наряду с эмпирическим материалом журнал дает статьи, которые трактуют методологические проблемы, преодолевая реакционные направления в теоретическом естествознании. В журнале представлены все основные отделы естественных наук, организованы также отделы: История и философия естествознания, Новости науки, Научные съезды и конференции, Жизнь институтов и лабораторий, Критика и библиография.

ПОДПИСНАЯ ЦЕНА: НА ГОД . . . 15 р. — к.
НА 1/2 ГОДА . . . 7 р. 50 к.

ПОДПИСКА ПРИНИМАЕТСЯ в Секторе распространения Издательства Академии Наук СССР

Ленинград, 1, В. О., Тучкова наб., д. 2, тел. 5-92-62

Редакция: Ленинград, 1, В. О., Таможенный пер., д. 2, тел. 669-38 и 555-78

В „ПРИРОДЕ“ принимают участие в качестве руководителей отделов и сотрудников:

Математика. Акад. С. Н. Бернштейн (редактор отдела), доц. Б. И. Сегал (зам. ред.), акад. И. М. Виноградов, доц. В. Д. Купрадзе и др.

Физика и астрономия. Акад. С. И. Вавилов (редактор отдела), доц. В. А. Амбарцумян, акад. А. А. Белопольский, доц. М. П. Бронштейн, А. Б. Веригу, доц. Б. М. Вул, чл.-корресп. АН Г. А. Гамов, почетн. чл. АН проф. С. П. Глазенап, Д. И. Ерошкин, проф. Н. И. Идельсон, акад. А. Ф. Иоффе, акад. П. П. Ладырев, акад. В. Ф. Миткевич, чл.-корресп. АН проф. П. М. Никифоров, чл.-корресп. АН проф. Б. В. Нумеров, чл.-корресп. АН проф. К. Д. Покровский, акад. Д. С. Рождественский, акад. Н. Н. Семенов, Д. Л. Талмуд, почетн. чл. АН проф. О. Д. Хвольсон, проф. Ю. П. Шниг, доц. М. С. Эйзенсон и др.

Химия. Акад. Н. С. Курнаков (редактор отдела), доц. М. А. Бендецкий (зам. ред.), проф. М. А. Блох, А. П. Виноградов, проф. А. А. Гринберг, проф. С. Н. Данилов, проф. И. И. Жуков, проф. О. Е. Зелинцев, проф. В. Я. Курбатов, А. В. Лозовой, проф. Б. Н. Меншуткин, проф. Н. А. Орлов, А. Д. Петров, акад. Д. Н. Прякишиников, чл.-корресп. АН проф. Н. И. Степанов, чл.-корресп. АН проф. В. Г. Хлопин и др.

Геология с палеонтологией. Акад. А. А. Борисяк (редактор отдела), доц. В. А. Ковда (зам. ред.), акад. А. Д. Архангельский, чл.-корресп. АН проф. Д. С. Белянкин, акад. В. И. Вернадский, президент Всесоюз. Акад. Наук акад. А. П. Карпинский, акад. Ф. Ю. Левинсон-Лессинг, акад. В. А. Обручев, Ю. А. Орлов, чл.-корресп. АН проф. Б. Б. Полюнов, чл.-корресп. АН Л. И. Прасолов, проф. А. Н. Рябинин, акад. А. Е. Ферман, чл.-корресп. АН проф. А. Е. Шубников, доц. Д. И. Щербаков, проф. Я. С. Эдельштейн и др.

Общая биология с микробиологией. акад. Г. А. Надсон (редактор отдела), д-р А. А. Имшенецкий (зам. ред.), чл.-корресп. АН проф. Г. Д. Белоносовский, проф. Б. Н. Вишневский, Т. А. Гинзбург-Караичева, С. Я. Залкинд, проф. В. П. Израильский, чл.-корресп. АН проф. Н. К. Кольцов, проф. А. В. Немилос, проф. Л. И. Рубенчик, проф. В. С. Садилов, проф. Н. Г. Хлопин, проф. Б. П. Эберт и др.

Ботаника. Акад. Б. А. Келлер (редактор отдела), чл.-корресп. АН проф. Н. А. Буш, проф. Е. В. Вульф, проф. Н. Н. Иванов, чл.-корресп. АН проф. Б. Л. Исаченко, чл.-корресп. АН проф. Б. М. Козо-Полянский, акад. В. А. Комаров, проф. А. Н. Криштофович, акад. ВУАН В. Н. Любищенко, проф. И. В. Палибин, акад. А. А. Рихтер, проф. В. А. Троицель, проф. Б. А. Федченко, акад. ВУАН А. В. Фомин, акад. ВУАН Н. Г. Холодный, проф. Б. К. Шишкин и др.

Зоология. Акад. А. Н. Северцов (редактор отдела), чл.-корресп. АН проф. Л. СБерг, проф. С. Н. Боголюбовский, проф. В. А. Вагнер, проф. К. М. Дрюгин, проф. В. А. Дотель, акад. С. А. Зернов, чл.-корресп. АН проф. Н. М. Книпович, проф. Н. Я. Кузнецов, чл.-корресп. АН проф. Н. М. Кулагин, проф. Б. С. Матвеев, акад. М. А. Мензбир, проф. А. К. Мордвинов, проф. Е. Н. Павловский, проф. П. Г. Светлов, проф. П. В. Семеновский, М. И. Тихий, А. Я. Тугаринов, проф. Д. М. Федотов, проф. Б. Н. Шванвич, проф. П. Ю. Шмидт, проф. В. Л. Якимов и др.

Физиология. Чл.-корресп. АН проф. Л. А. Орбели (редактор отдела), д-р Э. А. Асратян (зам. ред.), проф. В. С. Исупов, проф. Х. С. Коштойян, А. И. Кузнецов, проф. Е. С. Лондон, акад. Г. П. Павлов, проф. Н. А. Подкопаев, чл.-корресп. АН проф. А. А. Ухтомский, проф. А. Ю. Харит и др.

Генетика. Акад. Н. И. Вавилов (редактор отдела), проф. Н. П. Дубинин, Ю. Я. Керкис, Т. К. Лепин и др.

История и философия естествознания. Проф. Я. М. Урановский (редактор отдела), проф. С. Ф. Васильев, проф. Б. Н. Выропаев, чл.-корресп. АН проф. Б. М. Гессен, доц. Б. М. Кедров, проф. Г. С. Тыманский, проф. Р. А. Янковский, проф. С. А. Яновская и др.

В журнале принимают также участие: проф. В. Я. Альтберг, акад. А. А. Байков, чл.-корресп. АН проф. В. Г. Глушков, проф. Н. А. Копылов, проф. П. А. Молчанов, почетн. чл. АН проф. Н. А. Морозов, проф. Б. П. Мультиановский, проф. С. А. Советов, А. И. Толмачев, акад. А. А. Чернышев и др.

Цена 2 р. 50 к.