

ПРИРОДА

ПОПУЛЯРНЫЙ ЕСТЕСТВЕННО-ИСТОРИЧЕСКИЙ

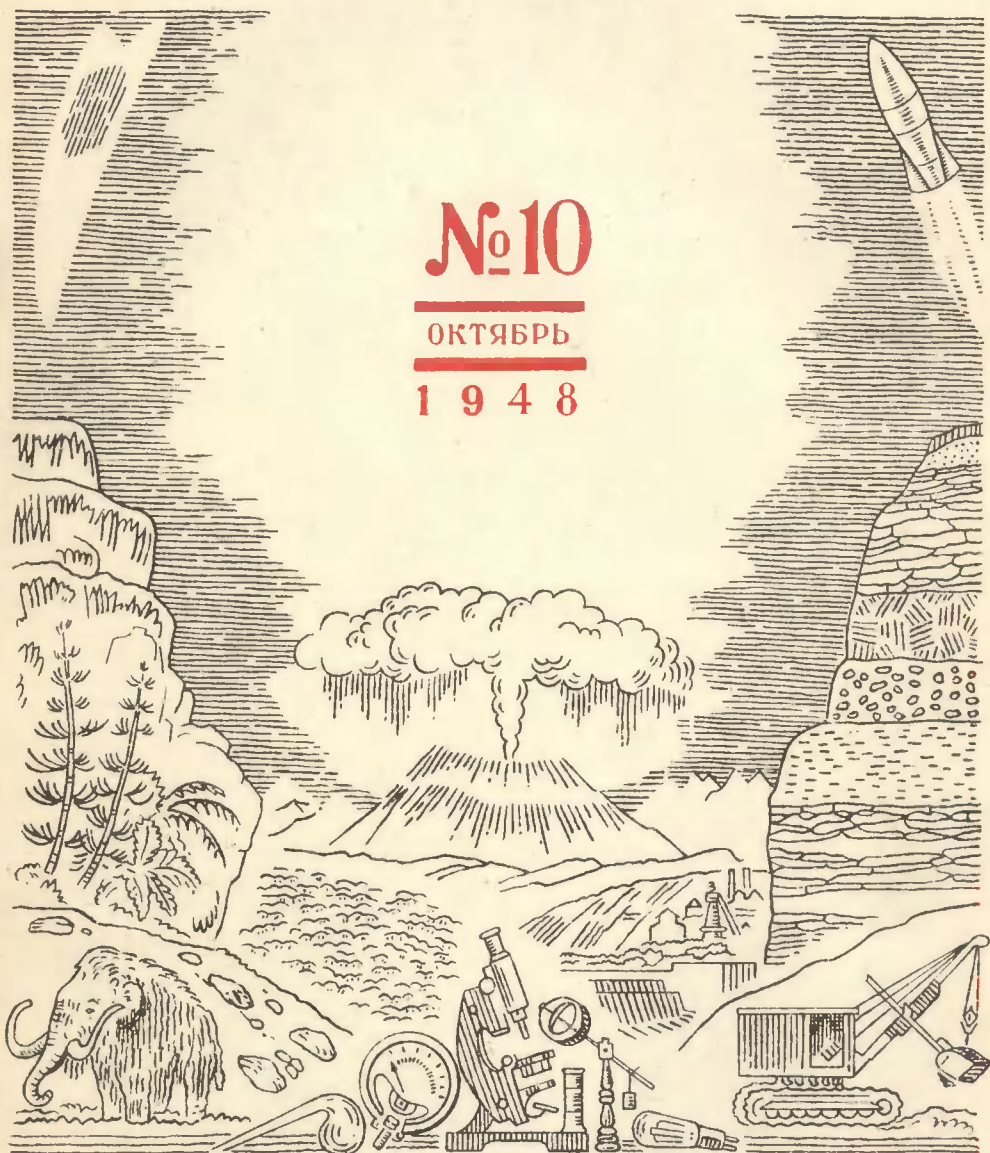
Ж * У * Р * Н * А * Л

ИЗДАВАЕМЫЙ АКАДЕМИЕЙ НАУК СССР

№10

ОКТАБРЬ

1948



ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР

П Р И Р О Д А

ПОПУЛЯРНЫЙ ЕСТЕСТВЕННО-ИСТОРИЧЕСКИЙ
Ж * У * Р * Н * А * Л

ИЗДАВАЕМЫЙ АКАДЕМИЕЙ НАУК СССР

№ 10 ГОД ИЗДАНИЯ



ТРИДЦАТЬ СЕДЬМОЙ 1948

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.		Стр.
Постановление Президиума АН СССР от 24—26 августа 1948 г. по вопросу о состоянии и задачах биологической науки в Институтах и учреждениях Академии Наук СССР	3	Геология. Кальдера-вулкан Ксудач. — Штормовые каменные валы	62
Акад. <i>Т. Д. Лысенко</i> . О положении в биологической науке . .	7	Минералогия. Атомная структура лавсонита	67
<i>Л. Б. Понизовский</i> . Энергия атомного ядра	20	Лимнология. Годовой бюджет энергии озера	68
Проф. <i>М. В. Волькенштейн</i> . Рассеяние света	31	Техника. Металлические титан и цирконий	69
<i>Т. Т. Плешкова</i> . Альbedo земных образований	44	Микробиология. Стрептомицин необходим для развития некоторых линий бактерий	70
<i>Л. А. Портенко</i> . Шейные мешки у птиц	50	Ботаника. О вегетации некоторых растений под Сталинградом в январе 1948 г. — Волчий лишайник. — Метасеквойя — живое ископаемое. — О вегетативном размножении ели. — Водяной орех в бассейне р. Урала. — Культура цинерарий.	70
Естественные науки и строительство СССР		Зоология. Отличия в адаптации пчёл разных пород. — Сожительство личинок и куколок мошки с подёнками. — Новые афанитерологические находки. — К распространению и биологии барханного kota	76
<i>Н. И. Шаронов</i> . Сахарный тростник в СССР	55	Палеонтология. Гигантские насекомые в Пермских отложениях Приуралья.	82
Новости науки			
Астрономия. Радиофизические наблюдения во время полного солнечного затмения 20 V 1947	60		
Химия. Новый метод экспериментальной работы при высоких температурах	62		

История и философия естествознания

Проф. *И. И. Искольдский*.
Московский химик *Р. Ф. Герман* 85

Юбилей и даты

Доц. *А. А. Шамшурин*. 200 лет
открытия сахарозы в свекловице 93

Д-р биол. н. *М. С. Яковлев*.
Русские морфологи первой поло-
вины XIX столетия 94

Съезды и конференции

В. М. Ратынский. Вопросы
геохимии в Советском Союзе . . 96

Потери науки

Ю. И. Миленушкин. Памяти
профессора *С. А. Бутурлина* . . 101

Varia

Новые иностранные научные
журналы и серии 103



Председатель редакционной коллегии академик **С. И. Вавилов**

Редактор засл. деят. науки РСФСР проф. **В. П. Савич**

Члены редакционной коллегии:

Акад. **А. И. Абрикосов** (отд. медицины), акад. **А. Е. Арбузов**, акад. **В. Г. Хлопин** и член-корр. **С. Н. Данилов** (отд. химии), акад. **С. Н. Бернштейн** (отд. математики), акад. **А. С. Берг** (отд. географии и зоологии), акад. **С. И. Вавилов** (отд. физики и астрономии), проф. **Д. П. Григорьев** (отд. минералогии), акад. **А. М. Деборин** (отд. истории и философии естествознания), акад. **Б. Л. Исаченко** (отд. микробиологии), засл. деят. науки РСФСР проф. **Н. Н. Калитян** (отд. геофизики), акад. **В. А. Обручев** и проф. **С. В. Обручев** (отд. геологии), акад. **Л. А. Орбели** (отд. физиологии), акад. **Е. Н. Павловский** (отд. зоологии и паразитологии), акад. **В. Н. Сукачев** и засл. деят. науки РСФСР проф. **В. П. Савич** (отд. ботаники), акад. **А. М. Терпигорев** и член-корр. **М. А. Шателен** (отд. техники), проф. **М. С. Эйгенсон** (отд. астрономии).

ПОСТАНОВЛЕНИЕ ПРЕЗИДИУМА АКАДЕМИИ НАУК СССР ОТ 24—26 АВГУСТА 1948 г. ПО ВОПРОСУ О СОСТОЯНИИ И ЗАДАЧАХ БИОЛОГИЧЕСКОЙ НАУКИ В ИНСТИТУТАХ И УЧРЕЖДЕНИЯХ АКАДЕМИИ НАУК СССР

Сессия Всесоюзной Академии сельскохозяйственных наук им. В. И. Ленина (ВАСХНИЛ) поставила перед советской биологической наукой ряд важнейших задач, решение которых должно содействовать великому делу социалистического строительства. Сессия ВАСХНИЛ вскрыла реакционную, антинародную сущность вейсманистско-морганистско-менделевского направления в биологической науке, разоблачила его конкретных носителей. Разгром антимичуринаского направления открыл новые возможности для творческого развития всех отраслей передовой биологической науки.

Материалы сессии ВАСХНИЛ со всей очевидностью показали, что в биологической науке происходила борьба двух диаметрально противоположных по своим идеологическим и теоретическим позициям направлений: борьба прогрессивного, материалистического, мичуринского направления против реакционного, идеалистического, вейсманистско-морганистского.

Мичуринское направление, творчески обогатившее теорию эволюции, раскрывшее законы развития живой природы, своими методами направленного изменения природы растений и животных внесло выдающийся вклад в практику социалистического сельского хозяйства. Вейсманистско-морганистское направление, утверждающее независимость изменений наслед-

ственности организма от особенностей образа и условий жизни организма, отстаивает идеалистические и метафизические позиции, оторвано от жизни, разоружает практиков сельского хозяйства в деле улучшения существующих и создания новых сортов растений и пород животных, занимается бесплодными экспериментами.

Академия Наук не только не приняла участия в борьбе против реакционного буржуазного направления в биологической науке, но фактически оказывала поддержку представителям формально-генетической лженауки в Институте цитологии, гистологии и эмбриологии, в Институте эволюционной морфологии, в Институте физиологии растений, в Главном ботаническом саду и других биологических учреждениях Академии Наук.

Президиум Академии Наук СССР признаёт свою работу по руководству биологическими институтами Академии неудовлетворительной.

В работе Президиума Академии Наук и Биологического отделения, под флагом объективного отношения к двум противоположным направлениям в биологической науке, фактически проводилась поддержка реакционного, вейсманистского направления и всячески третировалось и ограничивалось единственно правильное, мичуринское направление.

Президиум Академии Наук допу-

стиль организационное укрепление сторонников лженаучного, вейсманистского, формально-генетического направления. Президиум АН СССР допустил ошибку, поставив в 1946 г. вопрос о создании специального Института генетики и цитологии, в противовес существующему Институту генетики, руководимому академиком Т. Д. Лысенко. В ряде биологических учреждений Академии Наук при поддержке Президиума концентрировались представители морганистской генетики.

Бюро Отделения биологических наук и его руководитель академик Л. А. Орбели не сумели поставить теоретическую работу биологов Академии Наук на службу насущным задачам социалистического строительства в области растениеводства и животноводства.

Совершенно недостаточно проводилась борьба с буржуазными реакционными течениями в биологии в Институтах Отделения истории и философии. Так, Институт философии АН СССР, призванный вести последовательную борьбу против всяких проявлений идеализма в науке и защищать материалистическое мировоззрение, не оказывал должной поддержки мичуринскому, материалистическому направлению в биологии и не занимался научной разработкой методологических проблем биологической науки.

Редакционно-издательский совет и редколлегии журналов Отделения биологических наук фактически превратили свои издания в органы антимичуринского направления.

Одобренный Центральным Комитетом ВКП(б) доклад академика Т. Д. Лысенко ставит перед учёными Советского Союза и прежде всего перед биологами и представителями других

отраслей естествознания ряд новых, принципиальных вопросов, требует от научных учреждений полной и глубокой перестройки исследовательской работы в области биологии и действительного превращения биологической науки в могучее оружие изменения живой природы в интересах построения коммунистического общества.

Доклад академика Т. Д. Лысенко правильно вскрыл и осудил научную несостоятельность идеалистических реакционных теорий последователей вейсманизма — Шмальгаузена, Дубинина, Жебрака, Навашина и других.

Наша страна трудами таких выдающихся учёных, как И. М. Сеченов, И. И. Мечников, К. А. Тимирязев, А. Н. Северцов, развивала и отстаивала дарвинизм от реакционных нападок со стороны ряда западноевропейских биологов-идеалистов — Вейсмана, Моргана, Лотси, Бетсона и других.

Выдающиеся учёные нашей страны В. В. Докучаев и В. Р. Вильямс создали передовую теорию образования и развития почв. Крупнейший советский учёный В. Р. Вильямс положил начало плодотворному учению о единстве организма и почвенных условий его жизни, дал теорию непрерывного повышения плодородия почв.

Гениальный преобразователь природы И. В. Мичурин своими трудами создал новую эпоху в развитии дарвинизма. Учение И. В. Мичурина основывается на великой творческой силе марксистско-ленинской философии. Мичуринское учение ставит главной своей задачей управлять органической природой, создавать новые формы растений и животных, необходимых социалистическому обществу.

Царская Россия не могла оценить значимость и преобразующую силу научного творчества И. В. Мичурина.

И. В. Мичурин открыт для нашего

народа и для передовой науки гением Ленина и Сталина. В эпоху социализма учение Мичурина оказалось мощным рычагом в деле преобразования природы. Оно получило широкие возможности для своего развития и всенародное признание.

Если дарвинизм в старом виде ставил перед собой задачу только объяснения эволюционного процесса, то учение Мичурина, получившее дальнейшее развитие в работах академика Т. Д. Лысенко, ставит и разрешает задачу направленного изменения наследственных свойств растений и животных, ставит и разрешает задачу управления эволюционным процессом.

Академик Т. Д. Лысенко, его единомышленники и ученики внесли существенный вклад в мичуринскую биологическую науку, в дело развития социалистического сельского хозяйства, в дело борьбы за высокий урожай сельскохозяйственных культур и продуктивность животноводства.

Президиум АН СССР обязывает Отделение биологических наук, биологов и всех естествоиспытателей, работающих в Академии Наук, коренным образом перестроить свою работу, занять ведущее место в борьбе против идеалистических, реакционных учений в науке, против низкопоклонства и раболепия перед зарубежной лженаукой. Естественно-научные институты Академии Наук должны активно бороться за дальнейший расцвет отечественной биологической науки, и в первую очередь за дальнейшее развитие учения, созданного И. В. Мичуриным, В. В. Докучаевым, В. Р. Вильямсом, продолженного и развитого Т. Д. Лысенко.

Президиум АН СССР постановляет:

1. Освободить академика Л. А. Орбели от обязанностей академика-секретаря

Отделения биологических наук. Временно (до избрания Общим Собранием) обязанности академика-секретаря возложить на академика А. И. Опарина. Ввести в состав Бюро Отделения биологических наук академика Т. Д. Лысенко.

2. Освободить академика Шмальгаузена И. И. от обязанностей директора Института эволюционной морфологии имени А. Н. Северцова.

3. Упразднить в Институте цитологии, гистологии и эмбриологии лабораторию цитогенетики, возглавляемую членом-корреспондентом Дубининым Н. П., как стоящую на антинаучных позициях и доказавшую в течение ряда лет свою бесплодность. Закрывать в том же институте лабораторию ботанической цитологии, как имеющую такое же неправильное и антинаучное направление. Ликвидировать в Институте эволюционной морфологии имени А. Н. Северцова лабораторию феногенеза.

4. Обязать Бюро Отделения биологических наук пересмотреть планы научно-исследовательских работ на 1948—1950 гг., имея в виду разработку и развитие мичуринского учения и подчинение научно-исследовательской работы учреждений биологического отделения нуждам народного хозяйства страны.

5. Обязать Редакционно-издательский совет и Отделение биологических наук в течение 1948—1949 гг. подготовить издание научной биографии Мичурина в серии «Классики науки».

6. Пересмотреть составы учёных советов биологических институтов, редколлегий биологических журналов, вывести из них сторонниковвейсманистско-морганистской генетики и пополнить их представителями передовой мичуринской биологической науки.

7. Поручить Отделению истории

и философии предусмотреть в плане работ Отделения работы по теоретическому обобщению достижений мичуринского направления в биологии и критике лженаучноговейсманистско-морганистского направления.

8. Поручить Бюро Отделения биологических наук пересмотреть структуру, направление работ и состав кадров научных учреждений Отделения. Представить в месячный срок проект реорганизации Института эволюционной морфологии им. А. Н. Северцова и Института цитологии, гистологии и эмбриологии.

9. Редакционно-издательскому совету в месячный срок пересмотреть издательские планы с целью обеспечения издания научных трудов в области мичуринской биологии.

10. Отделению биологических наук провести в октябре 1948 г. широкую сессию, посвященную проблемам развития мичуринской биологической науки. Сессию провести с участием ВАСХНИЛ, биологических учреждений республиканских академий, филиалов и баз АН СССР.

11. Поручить Бюро Отделения биологических наук пересмотреть план подготовки аспирантов при институтах Отделения биологических наук, руководствуясь в деле подготовки научных кадров интересами развития мичуринской биологической науки.

12. Опубликовать материалы расширенного заседания Президиума в очередном номере «Вестника Академии Наук».

Президент Академии Наук СССР академик *С. И. Вавилов*.

Академик-секретарь Академии Наук СССР академик *Н. Г. Бруевич*.

О ПОЛОЖЕНИИ В БИОЛОГИЧЕСКОЙ НАУКЕ¹

Акад. Т. Д. ЛЫСЕНКО

1. Биологическая наука — основа агрономии

Агрономическая наука имеет дело с живыми телами — с растениями, с животными, с микроорганизмами. Поэтому в теоретическую основу агрономии включается знание биологических закономерностей. Чем глубже биологическая наука вскрывает закономерности жизни и развития живых тел, тем действеннее агрономическая наука.

По своей сущности агрономическая наука неотделима от биологической. Говорить о теории агрономии — это значит говорить о вскрытых и понятых закономерностях жизни и развития растений, животных, микроорганизмов.

Для нашей сельскохозяйственной науки существенно важным является методологический уровень биологических знаний — состояние биологической науки о законах жизни и развития растительных и животных форм, т. е. прежде всего науки, именуемой в последнее полу столетие генетикой.

2. История биологии — арена идеологической борьбы

Появление учения Дарвина, изложенного в его книге «Происхождение видов», положило начало научной биологии.

Ведущей идеей дарвиновской теории является учение об естественном и искусственном отборе. Путём отбора полезных для организма изменений создавалась и создаётся та целесообразность, которую мы наблюдаем в живой природе: в строении организмов и в их приспособленности к условиям жизни. Дарвин своей теорией отбора дал рациональное объяснение целесообразности в живой природе. Его идея отбора научна, верна. По своему содержанию учение об отборе — это взятая в самом общем виде многовековая практика земледельцев и жи-

вотноводов, задолго до Дарвина эмпирическим путём создававших сорта растений и породы животных.

В своём научно правильном учении об отборе Дарвин через призму практики рассматривал, анализировал многочисленные факты, добытые натуралистами в естественной природе. Сельскохозяйственная практика для Дарвина послужила той материальной основой, на которой он разработал свою эволюционную теорию, объяснившую естественные причины целесообразности устройства органического мира. Это было большим завоеванием человечества в познании живой природы.

По оценке Ф. Энгельса, познание взаимной связи процессов, совершающихся в природе, двинулось гигантскими шагами вперёд, особенно благодаря трём великим открытиям: во-первых, благодаря открытию клеточки, во-вторых, благодаря открытию превращения энергии, в-третьих, «благодаря впервые представленному Дарвином связному доказательству того, что окружающие нас теперь организмы, не исключая и человека, явились в результате длинного процесса развития из немногих первоначально одноклеточных зародышей, а эти зародыши, в свою очередь, образовались из возникшей химическим путём протоплазмы или белка»^[1].

Высоко оценивая значение дарвиновской теории, классики марксизма одновременно указывали на ошибки, допущенные Дарвином. Теория Дарвина, являясь в своих основных чертах бесспорно материалистической, содержит в себе ряд существенных ошибок.

Так, например, большим промахом является то, что Дарвин ввёл в свою теорию эволюции, наряду с материалистическим началом, реакционные мальтусовские идеи. Этот большой промах в наши дни усугубляется реакционными биологами.

Сам Дарвин указывал на принятие им мальтусовской схемы. Об этом он пишет в своей автобиографии:

«В октябре 1838 года, через пятнадцать месяцев после того как я при-

¹ Доклад на сессии Академии сельскохозяйственных наук им. В. И. Ленина 31 VII 1948.

ступил к своему систематическому исследованию, прочёл я, ради развлечения, Мальтуса «О народонаселении». Будучи подготовлен продолжительными наблюдениями над образом жизни растений и животных, я оценил всё значение повсеместно совершающейся борьбы за существование и сразу был поражён мыслью, что при таких условиях полезные изменения должны сохраняться, а бесполезные уничтожаться. Наконец-то я обладал теорией, руководясь которой мог продолжать свой труд...»^[2] (Разрядка моя. — Т. Л.).

Многим до сих пор не ясна ошибка Дарвина, перенёсшего в своё учение сумасбродную реакционную схему Мальтуса о народонаселении. Настоящий учёный-биолог не может и не должен замалчивать ошибочные стороны учения Дарвина.

Биологам ещё и ещё раз нужно вдуматься в слова Энгельса: «Всё учение Дарвина о борьбе за существование — это просто-напросто перенесение из общества в область живой природы учения Гоббса о войне всех против всех и буржуазно-экономического учения о конкуренции наряду с теорией народонаселения Мальтуса. Проделав этот фокус (безусловную правильность которого я оспариваю, как уже было указано в 1-м пункте, в особенности в отношении теории Мальтуса), опять переносят эти же самые теории из органической природы в историю и затем утверждают, будто доказано, что они имеют силу вечных законов человеческого общества. Наивность этой процедуры бросается в глаза, на это не стоит тратить слов. Но если бы я хотел остановиться на этом подробнее, то я сделал бы это так, что прежде всего показал бы, что они — плохие экономисты и только затем уже плохие естествоиспытатели и философы»^[3].

В целях пропаганды своих реакционных идей Мальтус изобрёл якобы естественный закон. «Закон этот, — пишет Мальтус, — состоит в проявляющемся во всех живых существах постоянном стремлении размножаться быстрее, чем это допускается находящимся в их распоряжении количеством пищи»^[4].

Для прогрессивно мыслящего дарвиниста должно быть ясным, что реакционная мальтузианская схема хотя и была принята Дарвином, но она в корне противоречит материалистическому началу его собственного учения. Нетрудно подметить, что сам Дарвин, будучи великим натуралистом, положившим начало научной биологии, сделавшим эпоху в науке, не мог удовлетвориться принятой им схемой Мальтуса, которая на самом деле в корне противоречит явлениям живой природы.

Поэтому Дарвин, под давлением огромного числа собранных им же биологических фактов, в ряде случаев был вынужден в корне изменять понятие «борьба за существование», значительно расширять его, вплоть до объявления его метафорическим выражением.

Сам Дарвин в своё время не сумел освободиться от допущенных им теоретических ошибок. Эти ошибки вскрыли и указали классики марксизма. И ныне совершенно недопустимо принимать ошибочные стороны дарвиновской теории, основанные на мальтузианской схеме перенаселения с якобы вытекающей отсюда внутривидовой борьбой. Тем более недопустимо выдавать ошибочные стороны учения Дарвина за краеугольный камень дарвинизма (И. И. Шмальгаузен, Б. М. Завадовский, П. М. Жуковский). Такой подход к теории Дарвина препятствует творческому развитию научного ядра дарвинизма.

В первый же момент появления учения Дарвина сразу стало очевидным, что научное, материалистическое ядро дарвинизма — учение о развитии живой природы — находится в антагонистическом противоречии с идеализмом, господствовавшим в биологии.

Прогрессивно мыслящие биологи, как наши, так и зарубежные, увидели в дарвинизме единственно правильный путь дальнейшего развития научной биологии. Они предприняли активную защиту дарвинизма от нападок со стороны реакционеров во главе с церковью и мракобесами от науки, вроде Бетсона.

Такие выдающиеся биологи-дарвинисты, как В. О. Ковалевский, И. И.

Мечников, И. М. Сеченов и, в особенности, К. А. Тимирязев, со всей присущей истинным учёным страстью отстаивали и развивали дарвинизм.

К. А. Тимирязев, как крупный исследователь-биолог, отчётливо видел, что успешное развитие науки о жизни растений и животных возможно только на основах дарвинизма, что только на основе далее развитого и поднятого на новую высоту дарвинизма биологическая наука приобретает возможность помогать земледельцу получать два колоса там, где сегодня растёт один.

Если дарвинизм в том виде, в каком он вышел из-под пера Дарвина, находился в противоречии с идеалистическим мировоззрением, то развитие материалистического учения ещё более углубляло это противоречие. Поэтому реакционные биологи сделали всё от них зависящее, чтобы выбросить из дарвинизма его материалистические элементы. Отдельные голоса прогрессивных биологов, вроде К. А. Тимирязева, тонули в дружном хоре антидарвинистов из лагеря реакционных биологов всего мира.

В последарвиновский период подавляющая часть биологов мира, вместо дальнейшего развития учения Дарвина, делала всё, чтобы ополчить дарвинизм, удушить его научную основу. Наиболее ярким олицетворением такого ополчения дарвинизма являются учения Вейсмана, Менделя, Моргана, основоположников современной реакционной генетики.

3. Два мира — две идеологии в биологии

Возникшие на грани веков — прошлого и настоящего — вейсманизм, а вслед за ним менделизм-морганизм своим остриём были направлены против материалистических основ теории развития Дарвина.

Вейсман назвал свою концепцию неодарвинизмом, но по существу она явилась полным отрицанием материалистических сторон дарвинизма и протаскивала в биологию идеализм и метафизику.

Материалистическая теория развития живой природы немыслима без признания необходимости наследствен-

ности приобретаемых организмом в определённых условиях его жизни индивидуальных отличий, немыслима без признания наследования приобретаемых свойств. Вейсман же предпринял попытку опровергнуть это материалистическое положение. В своей основной работе «Лекции по эволюционной теории» Вейсман заявляет, «что такая форма наследственности не только не доказана, но что она немыслима и теоретически...» [5]. Ссылаясь на другие, подобного же рода свои более ранние высказывания, Вейсман заявляет, что «этим была объявлена война принципу Ламарка, прямому изменяющему действию употребления и неупотребления, и действительно, с этого началась борьба, продолжающаяся и до наших дней, борьба между неоламаркистами и неодарвинистами, как были названы спорящие партии» [6].

Вейсман, как мы видим, говорит об объявлении им войны принципу Ламарка, но нетрудно видеть, что он объявил войну тому, без чего нет материалистической теории эволюции, объявил войну материалистическим устоям дарвинизма под прикрытием слов о «неодарвинизме».

Отвергая наследуемость приобретаемых качеств, Вейсман измыслил особое наследственное вещество, заявляя, что следует «искать наследственное вещество в ядре» [7] и что «искомый носитель наследственности заключается в веществе хромосом» [8] содержащих зачатки, каждый из которых «определяет определённую часть организма в её появлении и окончательной форме» [9].

Вейсман утверждает, что «есть две больших категории живого вещества: наследственное вещество или идиоплазма и „питательное вещество“ или трофо-плазма...» [10]. Далее Вейсман объявляет, что носители наследственного вещества «хромосомы представляют как бы особый мир» [11], автономный от тела организма и его условий жизни.

Превратив живое тело лишь в питательную почву для наследственного вещества, Вейсман затем провозглашает наследственное вещество бес-

смертным и никогда вновь не зарождающимся.

«Таким образом, — утверждает Вейсман, — зародышевая плазма вида никогда не зарождается вновь, но лишь непрерывно растёт и размножается, она продолжается из одного поколения в другое... Если смотреть на это только с точки зрения размножения, то зародышевые клетки являются в особи важнейшим элементом, потому что одни они сохраняют вид, а тело спускается почти до уровня простого питомника зародышевых клеток, места, где они образуются, при благоприятных условиях питаются, размножаются и созревают» [12]. Живое тело и его клетки по Вейсману, — это только вместилище и питательная среда для наследственного вещества и никогда не могут продуцировать последнее, «никогда не могут произвести из себя зародышевых клеток» [13].

Таким образом, мифическое наследственное вещество наделяется Вейсманом свойством непрерывного существования, не знающего развития и в то же время управляющего развитием тленного тела.

Далее, «...наследственное вещество зародышевой клетки, — пишет Вейсман, — до редукционного деления в потенции содержит все зачатки тела» [14]. И хотя Вейсман и заявляет, что «в зародышевой плазме нет детерминанта «горбатого носа», как нет и детерминанта крыла бабочки со всеми его частями и частицами», — но здесь же он уточняет свою мысль, подчёркивая, что всё же зародышевая плазма «...содержит некоторое число детерминантов, последовательно определяющих во всех стадиях её развития всю группу клеток, ведущую к образованию носа, таким образом, что в результате должен получиться при этом горбатый нос, совершенно подобно тому, как крыло бабочки со всеми её жилками, клеточками, нервами, трахеями, железистыми клетками, формой чешуек, отложениями пигмента, возникает путём последовательного воздействия многочисленных детерминантов на ход размножения клеток» [15].

Таким образом, по Вейсману, на-

следственное вещество не знает новообразований, при развитии индивидуума наследственное вещество не знает развития, не может претерпеть никаких зависимых изменений.

Бессмертное наследственное вещество, независимое от качественных особенностей развития живого тела, управляющее бранным телом, но не порождаемое им, — такова открыто идеалистическая, мистическая в своём существе концепция Вейсмана, выдвинутая им под завесой слов о «неодарвинизме».

Менделизм-морганизм целиком воспринял и, можно сказать, даже усугубил эту мистическую вейсмановскую схему.

Обращаясь к изучению наследственности, Морган, Иогансен и другие столпы менделизма-морганизма с порога декларировали, что они намерены исследовать явления наследственности независимо от дарвиновской теории развития. Иогансен, например, в своей основной работе писал: «...одной из важных задач нашей работы было покончить с вредной зависимостью теорий наследственности от спекуляций в области эволюции» [16]. Такие декларации морганисты делали для того, чтобы закончить свои исследования утверждениями, в конечном счёте означавшими отрицание развития в живой природе или признание развития как процесса чисто количественных изменений.

Как мы отмечали ранее, столкновение материалистического и идеалистического мировоззрений в биологической науке имело место на протяжении всей её истории.

Ныне, в эпоху борьбы двух миров, особенно резко определились два противоположные, противостоящие друг другу направления, пронизывающие основы почти всех биологических дисциплин.

Социалистическое сельское хозяйство, колхозно-совхозный строй породили принципиально новую, свою, мичуринскую, советскую, биологическую науку, которая развивается в тесном единстве с агрономической практикой, как агрономическая биология.

Основы советской агробиологиче-

ской науки заложены Мичуриным и Вильямсом. Они обобщили и развили всё лучшее накопленное в прошлом наукой и практикой. Своими трудами они внесли много принципиально нового в познание природы растений и почвы, в познание земледелия.

Тесная связь науки с колхозно-совхозной практикой создаёт неиссякаемые возможности развития самой теории для всё лучшего и лучшего познания природы живых тел и почвы.

Не будет преувеличением утверждать, что немощная метафизическая моргановская «наука» о природе живых тел ни в какое сравнение не может идти с нашей действенной мичуринской агробиологической наукой.

Новое действенное направление в биологии, вернее, новая советская биология, агробиология, встречена в штыки представителями реакционной зарубежной биологии, а также рядом учёных нашей страны.

Представители реакционной биологической науки, именуемые неodarвинистами, вейсманистами, или, что то же самое, менделистами-морганистами, защищают так называемую хромосомную теорию наследственности.

Менделисты-морганисты, вслед за Вейсманом, утверждают, что в хромосомах существует некое особое «наследственное вещество», пребывающее в теле организма, как в футляре, и передающееся следующим поколениям вне зависимости от качественной спецификации тела и его условий жизни. Из этой концепции следует, что приобретаемые организмом в определённых условиях его развития и жизни новые склонности и отличия не могут быть наследственными, не могут иметь эволюционного значения.

Согласно этой теории, свойства, приобретенные растительными и животными организмами, не могут передаваться в поколения, не могут наследоваться.

Менделевско-моргановская теория в содержание научного понятия «живое тело» условия жизни тела не включает. Внешняя среда, на взгляд морганистов, является только фоном, хотя и необходимым, для проявления, разворота тех или иных свойств живого тела, согласно его наследствен-

ности. Поэтому качественные изменения наследственности (природы) живых тел, с их точки зрения, совершенно независимы от условий внешней среды, от условий жизни.

Представители неodarвинизма — менделисты-морганисты — считают совершенно ненаучным стремление исследователей управлять наследственностью организмов путём соответствующего изменения условий жизни этих организмов. Поэтому менделисты-морганисты и называют мичуринское направление в агробиологии неоламаркистским, на их взгляд совершенно порочным, ненаучным.

В действительности же дело обстоит как раз наоборот.

Во-первых, известные положения ламаркизма, которыми признаётся активная роль условий внешней среды в формировании живого тела и наследственность приобретаемых свойств, в противоположность метафизике неodarвинизма (вейсманизма), отнюдь не порочны, а, наоборот, совершенно верны и вполне научны.

Во-вторых, мичуринское направление отнюдь нельзя назвать ни неоламаркистским, ни неodarвинистским. Оно является творческим советским дарвинизмом, отвергающим ошибки того и другого и свободным от ошибок теории Дарвина в части, касающейся принятой Дарвином ошибочной схемы Мальтуса.

Нельзя отрицать того, что в споре, разгоревшемся в начале XX века между вейсманистами и ламаркистами, последние были ближе к истине, ибо они отстаивали интересы науки, тогда как вейсманисты ударялись в мистику и порывали с наукой.

Истинную идеологическую подоплёку морганистской генетики хорошо (невзначай для наших морганистов) вскрыл физик Э. Шредингер. В своей книге «Что такое жизнь с точки зрения физики?», одобрительно излагая хромосомную вейсманистскую теорию, он пришёл к ряду философских выводов. Вот основной из них: «...личная индивидуальная душа равна вездесущей, всепостигающей, вечной душе». Это своё главное заключение Шредингер считает «...наибольшим из того, что может дать биолог. пы-

тающийся одним ударом доказать и существование бога и бессмертие души» [17].

Мы, представители советского мичуринского направления, утверждаем, что наследование свойств, приобретаемых растениями и животными в процессе их развития, возможно и необходимо. Иван Владимирович Мичурин на основании своих экспериментальных и практических работ овладел этими возможностями. Самое же главное в том, что учение Мичурина, изложенное в его трудах, каждому биологу открывает путь управления природой растительных и животных организмов, путь изменения её в нужную для практики сторону, посредством управления условиями жизни, т. е. через физиологию.

Резко обострившаяся борьба, разделившая биологов на два непримиримых лагеря, возгорелась таким образом вокруг старого вопроса: возможно ли наследование признаков и свойств, приобретаемых растительными и животными организмами в течение их жизни? Иными словами, зависит ли качественное изменение природы растительных и животных организмов от качества условий жизни, воздействующих на живое тело, на организм.

Мичуринское учение, по своей сущности материалистическо-диалектическое, фактами утверждает такую зависимость.

Менделистско-морганистское учение, по своей сущности метафизическо-идеалистическое, бездоказательно такую зависимость отвергает.

4. Схоластика менделизма-морганизма

Воснове хромосомной теории лежит ослушное ещё К. А. Тимирязевым нелепое положение Вейсмана о непрерывности зародышевой плазмы и её независимости от сомы. Морганисты-менделисты вслед за Вейсманом исходят из того, что родители генетически не являются родителями своих детей. Родители и дети, согласно их учению, являются братьями или сёстрами.

Больше того, и первые (т. е. родители) и вторые (т. е. дети) вообще не являются сами собой. Они только побочные продукты неиссякаемой и бессмертной зародышевой плазмы. Последняя в смысле своей изменчивости совершенно независима от своего побочного продукта, т. е. от тела организма.

Обратимся к такому источнику, как энциклопедия, где, понятно, даётся квинт-эссенция сущности вопроса.

Основоположник хромосомной теории Т. Морган в статье «Наследственность», опубликованной в США в «Американской энциклопедии» в 1945 году, пишет: «Зародышевые клетки становятся впоследствии основной частью яйчника и семенника. Поэтому по своему происхождению они независимы от остальных частей тела и никогда не были его составной частью... Эволюция имеет зародышевую, а не соматическую (телесную. — Т. Л.) природу, как думали раньше (разрядка моя. — Т. Л.). Это представление о происхождении новых признаков в настоящее время принимается почти всеми биологами».

То же самое, только в иной вариации, говорит Кэсл в статье «Генетика», помещённой в той же «Американской энциклопедии». Говоря о том, что обычно организм развивается из оплодотворённого яйца, Кэсл далее излагает «научные» основы генетики. Приведём их.

«В действительности родители не производят ни потомка, ни даже воспроизводящую исходную клетку, из которой получается потомок. Сам по себе родительский организм представляет не более как побочный продукт оплодотворённого яйца или зиготы, из которого он возник. Непосредственным же продуктом зиготы являются другие воспроизводящие клетки, подобные тем, из которых они возникли... Отсюда следует, что наследственность (т. е. сходство между родителями и детьми) зависит от тесной связи между воспроизводящими клетками, из которых образовались родители, и теми клетками, из которых образовались дети. Эти последние

являются непосредственным и прямым продуктом первых. Этот принцип «непрерывности зародышевого вещества» (вещества воспроизводящих клеток) является одним из основных принципов генетики. Он показывает, почему изменения тела, вызванные у родителей влиянием окружающей среды, не наследуются потомством. Это происходит потому, что потомки не являются продуктом тела родителя, но лишь продуктом того зародышевого вещества, которое облечено этим телом... Заслуга первоначального разъяснения этого обстоятельства принадлежит Августу Вейсману. Тем самым его можно считать одним из основоположников генетики».

Для нас совершенно ясно, что основные положения менделизма-морганизма ложны. Они не отражают действительности живой природы и являются собой образец метафизики и идеализма.

Вследствие этой очевидности менделисты-морганисты Советского Союза, буквально полностью разделяя основы менделизма-морганизма, часто стыдливо прячут, вуалируют их, прикрывают метафизику и идеализм словесной шелухой. Делают они это из боязни быть высмеянными советскими читателями и слушателями, которые твердо знают, что зачатки организмов или половые клетки являются одним из результатов жизнедеятельности родительских организмов.

Только при замалчивании основных положений менделизма-морганизма людям, детально не знакомым с жизнью и развитием растений и животных, хромосомная теория наследственности может казаться стройной и хотя бы в какой-то степени верной системой. Но стоит только допустить абсолютно верное и общеизвестное положение, а именно, что половые клетки или зачатки новых организмов рождаются организмом, его телом, а не непосредственно той половой клеткой, из которой произошёл данный уже зрелый организм, как вся «стройная» хромосомная теория наследственности сразу же нацело расстраивается.

Само собой понятно, что сказанным биологическая роль и значимость хромосом в развитии клеток и организма

нисколько, конечно, не отрицается, но это вовсе не та роль, которая приписана хромосомам морганистами.

В подтверждение того, что наши отечественные менделисты-морганисты нацело разделяют хромосомную теорию наследственности, её вейсманистскую основу и идеалистические выводы, можно привести немало примеров.

Так, академик Н. К. Кольцов утверждал: «Химически генонема с её генами остаётся неизменной в течение всего овогенеза и не подвергается обмену веществ — окислительным и восстановительным процессам»^[18]. В этом абсолютно не приемлемом для грамотного биолога утверждении отрицается обмен веществ в одном из участков живых развивающихся клеток. Кому не ясно, что вывод Н. К. Кольцова находится в полном соответствии с вейсманистской, морганистской, идеалистической метафизикой.

Неверное утверждение Н. К. Кольцова относится к 1938 году. Оно давно уже разоблачено мичуринцами. К прошлым дням, возможно, не стоило бы и возвращаться, если бы морганисты и по сей день не продолжали оставаться точно на тех же самых антинаучных позициях.

Для лучшего доказательства сказанного обратимся к уже упоминавшейся нами книге Шредингера. В этой книге автор пишет по существу то же, что и Кольцов. Шредингер, разделяя идеалистическую концепцию морганистов, также заявляет, что существует «наследственное вещество, не подверженное в основном воздействию беспорядочного теплового движения»^[19]. (Разрядка моя. — Т. Л.).

Переводчик книги Шредингера — А. А. Малиновский (научный сотрудник лаборатории Н. П. Дубинина) в своём послесловии к книге с полным основанием присоединяется к мнению Холдена, связывая изложенную Шредингером идею с воззрениями Н. К. Кольцова.

В указанном послесловии А. А. Малиновский в 1947 году пишет: «Принимаемый Шредингером взгляд на хромосому как на гигантскую молекулу («аперриодический кристалл» Шре-

дингера) был впервые выдвинут советским биологом проф. Н. К. Кольцовым, а не Дельбрюком, с именем которого Шредингер связывает эту концепцию»^[20].

В данном случае не стоит разбирать вопрос о приоритете в авторстве этой схоластики. Более же существенна та высокая оценка книги Шредингера, которую ей даёт один из наших доморожденных морганистов — А. А. Малиновский.

Приведу несколько выдержек из этой хвалебной оценки:

«Шредингер в своей книге, в форме увлекательной и доступной как для физика, так и для биолога, открывает читателю новое, быстро развивающееся в науке направление, в значительной мере объединяющее методы физики и биологии...»^[21].

«Книга Шредингера представляет собой, строго говоря, первые связанные результаты этого направления... Шредингер вносит в это новое направление науки о жизни большой личный вклад, что в значительной степени оправдывает те восторженные оценки, которые его книга получила в международной научной прессе»^[22].

Так как я не физик, то не стану говорить о методах физики, объединённых Шредингером с биологией. Что же касается биологии в книге Шредингера, то она доподлинно морганистская, и это-то, собственно, и вызывает восхищение Малиновского.

Восторги, источаемые автором послесловия по адресу Шредингера, весьма красноречиво говорят об идеалистических взглядах, позициях в биологии наших морганистов.

Профессор биологии Московского университета М. М. Завадовский в статье «Творческий путь Томаса Гента Моргана» пишет: «Идеи Вейсмана нашли широкий отклик в среде биологов, и многие среди них пошли путями, подсказанными этим богато одарённым исследователем. ... Томас Гент Морган был среди тех, кто высоко оценил основное содержание идей Вейсмана»^[23].

О каком «основном содержании» идёт здесь речь?

Речь идёт об очень важной с точки зрения Вейсмана и всех менделистов-

морганистов, в том числе и проф. М. М. Завадовского, идее. Эту идею проф. Завадовский формулирует так: «Что раньше возникло: куриное яйцо или курица? И в этой острой постановке вопроса, — пишет проф. Завадовский, — Вейсман дал чёткий, категорический ответ: яйцо»^[24].

Кому не ясно, что как вопрос, так и ответ на него, даваемый вслед за Вейсманом проф. Завадовским, — это простое и притом запоздалое возрождение старой схоластики.

В 1947 году проф. М. М. Завадовский повторяет и отстаивает те же идеи, которые он высказывал в 1931 году в своей работе «Динамика развития организма». М. М. Завадовский считал нужным «твёрдо присоединить свой голос к голосу Нуссбаума, который утверждает, что половые продукты развиваются не из материнского организма, а из одного с ним источника»^[25], что «семенные тельца и яйца берут начало не из родительского организма, а имеют с последним общее происхождение»^[26]. И в «общих выводах» своей работы проф. Завадовский писал: «Англиз приводит нас к выводу, что клетки зародышевого пути нельзя рассматривать как производные соматических тканей. Зародышевые клетки и клетки сомы следует рассматривать не как дочернее и родительское поколение, а как сестёр-близнецов, из которых одна (сома) является кормилицей, защитницей и олекуном другой»^[27].

Профессор биологии, генетик Н. П. Дубинин в своей статье «Генетика и неоламаркизм» писал: «Да, совершенно справедливо генетика разделяет организм на два отличных отдела — наследственную плазму и сому. Больше того, это деление является одним из её основных положений, это одно из крупнейших её обобщений»^[28].

Не будем дальше удлинять список таких откровенных, как М. М. Завадовский и Н. П. Дубинин, авторов, высказывающих азбуку морганистской системы воззрений. Эта азбука в вузовских учебниках генетики именуется правилами и законами менделизма (правило доминирования, закон расщепления, закон чистоты гамет и т. д.). Примером тому, насколько не критически

принимают у нас отечественные менделисты-морганисты идеалистическую генетику, может служить и то, что до последнего времени основным учебником по генетике во многих вузах является строго морганистский, переводной американский учебник Синнота и Денна.

В соответствии с основными положениями этого учебника профессор Н. П. Дубинин в той же его статье «Генетика и неоламаркизм» писал: «Таким образом факты современной генетики не позволяют ни в какой степени мириться с признанием «основы основ» ламаркизма, с представлением о наследовании благоприобретенных признаков»^[9]. (Разрядка моя. — Т. Л.).

Таким образом, положение о возможности наследования приобретенных уклонений — это крупнейшее приобретение в истории биологической науки, основа которого была заложена ещё Ламарком и органически освоена в дальнейшем учении Дарвина, — менделистами-морганистами выброшено за борт.

Итак, материалистическому учению о возможности наследования растениями и животными индивидуальных уклонений признаков, приобретаемых в определённых условиях жизни, менделизм-морганизм противопоставил идеалистическое утверждение, делящее живое тело на две особые сущности: обычное смертное тело (так называемая сома) и бессмертное наследственное вещество — зародышевая плазма. При этом категорически утверждается, что изменение «сомы», т. е. живого тела, никакого влияния на наследственное вещество не имеет.

5. Идея непознаваемости в учении о «наследственном веществе»

Менделизм-морганизм наделяет постулированное мифическое «наследственное вещество» неопределённым характером изменчивости. Мутации, т. е. изменения «наследственного вещества», якобы не имеют определённого направления. Это утверждение морганистов логически связано с основной основой менделизма-морганизма, с положением о независимости наслед-

ственного вещества от живого тела и его условий жизни.

Провозглашая «неопределённость» наследственных изменений, так называемых «мутаций», морганисты-менделисты мыслят наследственные изменения принципиально не предсказуемыми. Это — своеобразная концепция непознаваемости, имя ей — идеализм в биологии.

Утверждение о «неопределённости» изменчивости закрывает дорогу для научного предвидения и тем самым разоряет сельскохозяйственную практику.

Исходя из ненаучного, реакционного учения морганизма о «неопределённой изменчивости», зав. кафедрой дарвинизма Московского университета академик И. И. Шмальгаузен в своей работе «Факторы эволюции» утверждает, что наследственная изменчивость в своей специфике не зависит от условий жизни и поэтому лишена направления.

«... Неосвоенные организмом факторы, — пишет Шмальгаузен, — если они вообще достигают организма и влияют на него, могут оказать лишь неопределённое воздействие... Такое влияние может быть только неопределённым. Неопределёнными будут, следовательно, все новые изменения организма, не имеющие ещё своего исторического прошлого. В эту категорию изменений войдут, однако, не только мутации, как новые «наследственные» изменения, но и любые новые, т. е. впервые возникающие, модификации»^[20].

Страницей раньше Шмальгаузен пишет: «При развитии любой особи факторы внешней среды выступают в основном лишь в роли агентов, освобождающих течение известных формообразовательных процессов и условий, позволяющих завершить их реализацию»^[31].

Эта формалистская автономистическая теория «освобождающей причины», где роль внешних условий сведена лишь к реализации автономного процесса, давно разбита поступательным ходом передовой науки и разоблачена материализмом, как ненаучная по своему существу, как идеалистическая.

При этом Шмальгаузен и другие наши отечественные последователи зарубежного морганизма ссылаются в данных своих утверждениях на Дарвина. Провозглашая «неопределённость изменчивости», они цепляются за соответственные высказывания Ч. Дарвина по этому вопросу. Действительно, Дарвин говорил о «неопределённой изменчивости». Но ведь эти высказывания Дарвина имели своей основой именно ограниченность селекционной практики его времени. Дарвин отдавал себе в этом отчёт и сам писал:

«...мы в настоящее время не можем объяснить ни причин, ни природы изменчивости у органических существ» [32].

«Этот вопрос тёмн, но, может быть, нам полезно убедиться в своём невежестве» [33].

Менделисты-морганисты цепляются за всё отжившее и неверное в учении Дарвина, одновременно отбрасывая живое материалистическое ядро его учения.

В нашей социалистической стране учение великого преобразователя природы И. В. Мичурина создало принципиально новую основу для управления изменчивостью живых организмов.

Мичурин сам и его последователи — мичуринцы — буквально в массовом количестве получали и получают направленные наследственные изменения растительных организмов. Несмотря на это, Шмальгаузен и теперь по данному же вопросу утверждает:

«Возникновение отдельных мутаций имеет все признаки случайных явлений. Мы не можем ни предсказать, ни вызвать произвольно ту или иную мутацию. Какой-либо закономерной связи между качеством мутации и определённым изменением в факторах внешней среды пока установить не удалось» [34].

Исходя из морганистской концепции мутаций, Шмальгаузен декларировал глубоко неверную идеологически, обезоруживающую практику, теорию так называемого «стабилизирующего отбора». По Шмальгаузену, породообразование и сортообразование якобы неизбежно идут по потухающей кривой: бурное на заре куль-

туры пороодо- и сортообразование всё более растрчивает свой «резерв мутаций» и постепенно идёт на погашение. «...И породообразование домашних животных и сортообразование культивируемых растений, — пишет Шмальгаузен, — произошло с такой исключительной скоростью, очевидно, главным образом, за счёт накопленного ранее резерва изменчивости. Дальнейшая строго направленная селекция идёт уже медленнее...» [35].

Утверждения Шмальгаузена и вся его концепция «стабилизирующего отбора» являются проморганистскими.

Как известно, Мичурин создал за период одной человеческой жизни более трёхсот новых сортов растений. Ряд из них созданы без половой гибридизации, и все они созданы путём строго направленной селекции, включающей в себя планомерное воспитание. Перед лицом этих фактов и дальнейших достижений последователей мичуринского учения утверждать прогрессирующее затухание строго направленной селекции — значит возводить напраслину на передовую науку.

Мичуринские факты, повидимому, мешают Шмальгаузену в изложении его теории «стабилизирующего отбора». В книге «Факторы эволюции» он выходит из затруднения, совсем умалчивая об этих мичуринских работах и о самом существовании Мичурина, как учёного. Шмальгаузен написал толстую книгу о факторах эволюции, ни разу и нигде, даже в списке литературы, не упомянув ни К. А. Тимирязева, ни И. В. Мичурина. А ведь К. А. Тимирязев оставил советской науке замечательную теоретическую работу, которая прямо называется «Факторы органической эволюции»; Мичурин же и мичуринцы ставят факторы эволюции на службу сельскому хозяйству, вскрывая новые факторы и углубляя понимание старых.

«Забыв» о советских передовых учёных, об основоположниках советской биологической науки, Шмальгаузен в то же время усиленно и многократно опирается и ссылается на высказывания больших и малых зарубежных и наших деятелей мор-

ганистской метафизики, на лидеров реакционной биологии.

Таков стиль «дарвиниста» академика Шмальгаузена. И эта книга на собрании биологического факультета Московского университета рекомендовалась как шедевр творческого развития дарвинизма. Эту книгу высоко оценили два декана биофаков — Московского и Ленинградского университетов, — эту книгу восхваляли профессор дарвинизма Харьковского университета И. Поляков, проректор Ленинградского университета Ю. Полянский, академик нашей Академии Б. Завадовский и ряд других морганистов, подчас именующих себя ортодоксальными дарвинистами.

6. Бесплодность морганизма-менделизма

Неоднократно, причём голословно, а часто даже клеветнически, морганисты-вейсманисты, т. е. сторонники хромосомной теории наследственности, утверждали, что я, как Президент Сельскохозяйственной Академии, в интересах разделяемого мною мичуринского направления в науке, административно зажал другое, противоположное мичуринскому направление.

К сожалению, до сих пор дело обстоит как раз наоборот, и в этом меня, как Президента Всесоюзной Академии с.-х. наук, и можно и должно обвинять. Я не сумел найти в себе силы и умения в должной мере использовать предоставленное мне должностное положение в деле создания условий для большего развития мичуринского направления в различных разделах биологической науки и хотя бы немного ограничить схоластиков, метафизиков противоположного направления. Поэтому, в действительности зажатым, и именно морганистами, до сих пор оказывалось то направление, которое представлено Президентом, т. е. мичуринское направление.

Мы, мичуринцы, должны прямо признать, что до сих пор не смогли ещё в достаточной степени использовать все прекрасные возможности, созданные в нашей стране Партией и Правительством для полного разоблачения морганистской метафизики, целиком привнесённой из враждебной

нам зарубежной реакционной биологии. Академия, только что пополненная значительным количеством академиков-мичуринцев, теперь обязана выполнить эту важнейшую задачу. Это будет немаловажно в деле подготовки кадров, в деле усиления помощи колхозам и совхозам со стороны науки.

Морганизм-менделизм (хромосомная теория наследственности) в разных вариациях до сих пор преподаётся ещё во всех биологических и агрономических вузах, а преподавание мичуринской генетики по существу совершенно не введено. Часто и в высших официальных научных кругах биологов последователи учения Мичурина и Вильямса оказывались в меньшинстве. До сих пор в меньшинстве они были и в прежнем составе Всесоюзной Академии сельскохозяйственных наук им. В. И. Ленина. Благодаря заботам Партии, Правительства и лично товарища Сталина, теперь положение в Академии резко изменилось. Наша Академия пополнилась и в скором времени, при ближайших выборах, ещё более пополнится значительным количеством новых академиков и членов-корреспондентов-мичуринцев. Это создаст в Академии новую обстановку и новые возможности для дальнейшего развития мичуринского учения.

Абсолютно неправильно утверждение, что хромосомная теория наследственности, в основе которой лежит сущая метафизика и идеализм, до сих пор была зажата. Дело до сих пор обстоит как раз наоборот.

В нашей стране цитогенетикам-морганистам мичуринское направление в агробиологической науке своей практической действенностью стояло и стоит поперёк дороги.

Зная практическую никчёмность теоретических предпосылок своей метафизической «науки» и не желая от них отказываться и воспринять действительное мичуринское направление, морганисты прилагали и прилагают все свои усилия к тому, чтобы задерживать развитие мичуринского направления, в корне враждебного их лже-науке.

Клеветой звучит утверждение, что цитогенетическому направлению в био-

логической науке в нашей стране кто-то препятствует увязываться с практикой. Сугубо не правы те, кто говорит, будто бы «право на практическое приложение плодов своего труда было монополией академика Лысенко и его сторонников».

Ведь Министерство сельского хозяйства могло бы точно указать, что именно цитогенетики предложили для внедрения в практику, и если такие предложения действительно были, то принимались ли они или отвергались.

Министерство сельского хозяйства могло бы также сказать, какие из его научно-исследовательских институтов (не говоря уже об учебных) не занимались цитогенетикой вообще и в частности полиплоидией растений, получаемой путём применения колхицина.

Мне известно, что многие институты занимались и занимаются этой, на мой взгляд, малопродуктивной работой. Больше того, Министерство сельского хозяйства открыло для работы по вопросам полиплоидии специальное учреждение во главе с А. Р. Жебраком. Думаю, что это учреждение, на протяжении ряда лет занимаясь только этой работой (т. е. полиплоидией), практически буквально ничего не дало.

Никчёмность практической и теоретической целеустремлённости наших отечественных цитогенетиков-морганистов можно показать хотя бы на следующем примере.

Один, на взгляд наших морганистов, якобы наиболее выдающийся среди них, член-корреспондент Академии наук СССР, профессор-генетик Н. П. Дубинин много лет работает над выяснением различий клеточных ядер плодовых мушек в городе и в сельской местности.

В целях полной ясности укажем на следующее. Дубинин исследует не качественные изменения, в данном случае клеточного ядра, в зависимости от воздействия различных по качеству условий жизни. Он исследует не нахождение приобретаемых под влиянием определённых условий жизни отличий у плодовых мушек, а изменения, опознаваемые по хромосомам, в составе популяции этих мух, вследствие простого уничтожения части из

них, в частности, во время войны. Такое уничтожение называется Дубининым, как и другими морганистами, «отбор». Такого рода «отбор», идентичный с простым ситом и ничего общего не имеющий с его действительной творческой ролью, и является предметом изучения Дубинина.

Эта работа называется «Структурная изменчивость хромосом в популяциях города и сельской местности».

Приведу несколько выдержек из этой работы.

«При обследовании отдельных популяций *D. funebris* в работе 1937 г. отмечен факт заметных различий по концентрации инверсий. Тиняков на обширном материале подчеркнул это явление. Однако лишь анализ 1944—1945 гг. показал нам, что эти существенные различия популяций связаны с различиями условий обитания в городе и деревне.

Популяция Москвы имеет 8 разных порядков генов. Во второй хромосоме 4 порядка (стандарт и 3 разных инверсии). Одна инверсия в III хромосоме и одна в IV... Инв. II—1 имеет границы от 23 С до 31 В. Инв. II—2 от 29 А до 32 В. Инв. II—3 от 32 В до 34 С. Инв. III—1 от 50 А до 56 А. Инв. IV—1 от 67 С до 73 А/В. В течение 1943—1945 гг. в популяции Москвы изучен кариотип 3315 особей. Популяция содержала огромные концентрации инверсий, которые оказались различными по разным районам Москвы» [36].

Во время и после войны Дубинин продолжал свои исследования, занявшись проблемой плодовых мух г. Воронежа и его окрестностей. Он пишет:

«Разрушение индустриальных центров в течение войны нарушило нормальные условия жизни. Популяции дрозофилы оказались в таких суровых условиях существования, которые, возможно, превосходили суровость зимовок в сельских местностях. Глубоко интересным было изучить влияние изменений условий существования, вызванных войною, на кариотипическую структуру популяций города. Весной 1945 г. мы изучили популяции из г. Воронежа, одного из тех городов, которые потерпели наибольшие разрушения от немецкого нашествия.

Среди 225 особей были найдены только две мухи, гетерозиготные по инверсии II—2 (0.88%). Таким образом, концентрации инверсий в этом крупном городе оказались ниже, чем в некоторых сельских местностях. Мы видим катстрофическое воздействие естественного отбора на кариотипическую структуру популяции» [7].

Как мы видим, Дубинин излагает свою работу так, что внешне эта работа может показаться некоторым даже научной. Недаром же эта работа фигурировала как одна из главных при избрании Дубинина членом-корреспондентом Академии наук СССР.

Но если изложить эту работу проще, освободив её от словесного псевдонаучного оформления и заменив органистский жаргон обычными русскими словами, то выяснится следующее:

В результате многолетней работы Дубинин «обогастил» науку «открытием», что в составе мушиного населения у плодовых мушек г. Воронежа и его окрестностей во время войны произошло увеличение процента мух с одними хромосомными отличиями и уменьшение других плодовых мух с другими отличиями, в хромосомах (на моргановском жаргоне это и называется «концентрацией инверсии» II—2).

Дубинин не ограничивается добытыми им во время войны столь «высокоценными» для теории и практики открытиями, он ставит для себя дальнейшие задачи и на восстановительный период и пишет:

«Будет очень интересно изучить в течение ряда последующих лет восстановление кариотипической структуры популяции города в связи с восстановлением нормальных условий жизни» [38].

Таков типичный для органистов «вклад» в науку и практику до войны, в период войны и таковы перспективы органистской «науки» на восстановительный период!

Продолжение в следующем номере.

Литература

- [1] Ф. Энгельс. Людвиг Фейербах. К. Маркс и Ф. Энгельс. Сочинения, т. XIV, 1931, стр. 665—666. — [2] Ч. Дарвин. Сочинения, т. I, изд. Лепковского, 1907, стр. 31. — [3] К. Маркс и Ф. Энгельс. Сочинения, т. XXVI, 1935, стр. 406—409. Письмо Энгельса П. Л. Лаврову. — [4] Т. Мальтус. Опыт закона о народонаселении, 1908, стр. 31. — [5] А. Вейсман. Лекции по эволюционной теории. 1905 г., стр. 294. — [6] Там же, стр. 294. — [7] Там же, стр. 410. — [8] Там же, стр. 411. — [9] Там же, стр. 452. — [10] Там же, стр. 413. — [11] Там же, стр. 353. — [12] Там же, стр. 505. — [13] Там же, стр. 504. — [14] Там же, стр. 419. — [15] Там же, стр. 466. — [16] Иогансен. Элементы точного учения об изменчивости и наследственности. 1933, стр. 178. — [17] Э. Шредингер. Что такое жизнь с точки зрения физики? Издательство иностранной литературы. Москва. 1947, стр. 123. — [18] Н. К. Кольцов. Структура хромосом и обмен веществ в них. Биологический журнал, т. VII, вып. 1, 1938, стр. 42. — [19] Э. Шредингер. Что такое жизнь с точки зрения физики? Стр. 119. — [20] А. Малиновский. Послесловие переводчика. Там же, стр. 133. — [21] Там же, стр. 130. — [22] Там же, стр. 131. — [23] Бюллетень Московского общества испытателей природы, том III, вып. 3, 1947, стр. 86. — [24] Там же. — [25] М. Завадовский. Динамика развития организма, 1931, стр. 321. — [26] Там же, стр. 313. — [27] Там же, стр. 326. — [28] Журнал «Естествознание и марксизм», 1929, № 4, стр. 83. — [29] Там же, стр. 81. — [30] Акад. И. И. Шмальгаузен. Факторы эволюции. Изд. АН СССР. 1946, стр. 12—13. — [31] Там же, стр. 11. — [32] Ч. Дарвин. Изменение животных и растений в домашнем состоянии. Сельхозгиз. 1941 г., стр. 470. — [33] Там же, стр. 452. — [34] Акад. И. И. Шмальгаузен. Факторы эволюции. Изд. АН СССР, 1946, стр. — 68. — [35] Там же, стр. 214—215. — [36] Доклады АН СССР, 1946 г., т. II, № 2, стр. 152. — [37] Там же, стр. 153. — [38] Там же, стр. 153.

ЭНЕРГИЯ АТОМНОГО ЯДРА

Л. Б. ПОНИЗОВСКИЙ

Фредерик Содди, один из первых заинтересовавшийся проблемой атомного ядра, написал когда-то следующие знаменательные слова: «Люди, которые смогут подчинить себе силы радиоактивного распада, не будут вынуждены в поте лица своего добывать хлеб свой. Они смогут переделать пустыни, растопить обледенелые полюсы, сделать весь мир весёлым райским садом».

Давнишняя мечта человека об использовании атомной энергии ныне осуществилась. Мы действительно стоим на границе двух технических эпох. Новое открытие можно сравнить только с открытием огня. Вероятно в древние времена огонь также пугал людей своей разрушительной силой. Однако теперь ясно, что применение огня сыграло выдающуюся роль в развитии человеческой культуры.

Новый источник энергии, открытый в наше время, в миллионы раз превосходит по своей мощности все известные до сих пор источники энергии: дрова, уголь, нефть и бензин. Атомная энергия открывает новые неизведанные пути для развития техники.

Какова природа новой энергии? Как можно её освободить и использовать для промышленности?

1. Открытие радиоактивности

Дело происходило 50 лет тому назад. В 1895 г. Вильгельм Рентген открыл новые X-лучи, вызвавшие переворот в наших представлениях о природе света и строении вещества. Весь научный мир говорил об этом открытии. Физики стали искать лучи, аналогичные рентгеновским. Известный французский физик Беккерель занимался изучением флюоресценции солей урана. По аналогии с флюоресценцией других веществ, вызванной рентгеновскими лучами, он предположил, что и уран флюоресцирует под воздействием каких-то неизвестных лучей. Облучая соль урана солнечными лучами и затем помещая эту соль, завернутую в чёрную бумагу,

вблизи фотографической пластинки, Беккерель действительно наблюдал почернение фотослоя. Но однажды в пасмурную погоду он положил соль урана на фотопластинку без предварительного облучения солнцем. Проявив случайно эту пластинку, Беккерель обнаружил, что она была засвечена так же, как и все предыдущие, хотя на этот раз соль урана не подвергалась облучению солнцем. Следовательно, источник невидимых лучей находится в самом веществе. Эти лучи, испускаемые ураном, проходили сквозь тонкие слои вещества, засвечивали фотопластинки, ионизовали воздух.

Об этом открытии Беккерель сообщил в 1896 г.

Дальнейшее исследование вопроса переходит в руки Марии Кюри-Складовской. Она показала, что не только уран, но и другие тяжёлые элементы, стоящие рядом с ураном в таблице Менделеева, испускают аналогичные лучи. И в особенности обладает этим свойством радий, химический элемент № 88, ею впервые открытый на земле. Так, например, она рассчитала, что за 1 час 1 г Ra испустит 137 малых калорий тепла, достаточного, чтобы растопить полтора грамма льда. Само по себе это количество тепла не велико, но дело в том, что кусочек радия, который находится в нашем распоряжении, испускает эти лучи непрерывно, день за днём, почти с неослабевающей силой.

По характеру испускания лучей можно оценить, что только через 1600 лет ослабнет наполовину интенсивность излучения данного кусочка радия. Вот откуда стало известно, что уран, радий и другие тяжёлые элементы, названные Марией Кюри «радиоактивными», являются почти неиссякаемыми источниками энергии. Если бы собрать всю энергию, испускаемую кусочком радия за время его полужизни, то энергия получилась бы очень большая. Но, к сожалению, эта энергия излучается слишком медленно. Такой характер излучения может поддерживать тепловой баланс земной

коры, но не может быть использован для промышленных целей.

Однако, нельзя ли ускорить процесс распада? Нельзя ли как-нибудь энергию, излучаемую радиоактивными элементами, сразу освободить и направить её для вращения колёс, турбин и т. д.? Оказалось, что нельзя. Пробовали кусочек радия подвергать сильному нагреванию, чрезвычайно высокому давлению, влиянию сильных электрических и магнитных полей. Никакого влияния на скорость радиоактивного процесса оказать не удаётся. Радиоактивное излучение нельзя ни ускорить, ни замедлить, ни, тем более, приостановить. Резерфорд первый указал, что радиоактивность не может принадлежать периферии атома, а должна происходить из ядра атома, поскольку внешние воздействия не могли повлиять на радиоактивность.

Но самый механизм радиоактивного излучения впервые объяснили Элстер и Гейтель. Они высказали предположение, что ядра тяжёлых элементов должны быть неустойчивыми: от них могут отламываться кусочки, которые вылетают в пространство с большой скоростью. Вот эти обломки ядра и представляют собой радиоактивные лучи, пронизывающие вещество. Вскоре было найдено, что ядра атомов излучают три типа лучей: α , β и γ .

γ -лучи представляют собой электромагнитные колебания очень короткой длины волны, более жёсткие, чем рентгеновские лучи. β -лучи представляют собой поток лёгких частиц — электронов. И только α -лучи действительно представляют собой обломки атомного ядра. Эти обломки весят 4 единицы веса и несут на себе 2 знака положительного электричества. Частицы, вылетающие из ядра с большой скоростью, ионизуют воздух, проходят сквозь тонкие слои вещества, засвечивают фотопластинки, производят биологические воздействия на живые клетки организма.

Содди, слова которого мы цитировали в начале статьи, поставил вопрос глубже: если ядро урана весом в 238 единиц атомного веса выбросит α -частицу весом в 4 единицы веса, то

ядро должно стать легче на 4 единицы и превратиться в другой элемент. Так оно и оказалось. Когда из ядра урана самопроизвольно вылетает α -частица, то ядро урана $^{92}\text{U}^{238}$ превращается в торий $^{90}\text{Th}^{234}$. Так как β -излучение почти не изменяет веса, а только увеличивает положительный заряд, то после двух β -распадов торий превращается в другой изотоп урана $^{92}\text{U}^{234}$. (Изотопами называются разновидности одного элемента, имеющие одинаковый заряд, но различный вес ядра).

Очередной α -распад превратит изотоп урана в новый изотоп тория, который распадается уже с выбрасыванием α -частиц, образуя радий, и т. д. После нескольких α -и β -распадов, следующих друг за другом, ядро урана превратится в ядро свинца. Дальше распад не идёт, так как свинец — нерадиоактивный элемент. Итак мы натолкнулись на очень важное явление, которое поможет нам решить основную задачу: при естественном радиоактивном излучении происходит изменение атомных ядер. Радиоактивность тяжёлых элементов сопровождается превращением одних химических элементов в другие химические элементы: уран превращается в торий, торий — в радий, радий — в emanацию, emanация — в полоний, а полоний — в свинец.

Таким образом, в природе самопроизвольно идут процессы, о которых давно мечтает человек.

Как известно, в средние века господствовала алхимия. Начиная с VIII столетия, алхимики искали методов превращения неблагородных металлов в благородные. Средневековые учёные, правильно угадав возможность превращения химических элементов, вынуждены были применять для этого доступные им методы: нагревание на огне, растворение металлов в крепких кислотах и щелочах. Как теперь ясно, этими методами можно повлиять только на оболочку атома. Тем не менее, упорный труд нескольких поколений учёных подготовил почву, на которой впоследствии выросли химия и горное дело. В период так называемой чистой алхимии были получены окислы металлов, серные и азотные кислоты,

«царская водка» и др. Были разработаны методы кристаллизации, фильтрации и возгонки.

В XIV столетии занятия алхимией были запрещены папской буллой. Но химия (так она стала теперь называться) продвинулась настолько вперёд, что её нельзя было уничтожить.

Работами этих первых неизвестных исследователей было открыто множество рудных месторождений в Испании, Франции, Богемии и других странах. Особенно следует отметить успехи, которых достигли алхимики в области стеклянного производства и керамики.

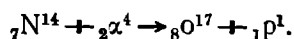
Несомненно, что среди истинных тружеников науки появлялись и аферисты, которые в корыстных целях использовали легенду о превращении алхимическими путями ртути в золото. Так, например, король Леопольд I выпустил в 1675 г. дукаты из золота, «полученного» алхимическим путём августинским монахом Венцель Зейлером. Химический анализ, произведенный впоследствии, показал, что дукаты сделаны не из золота, а из меди.

Теперь мы знаем, что химический элемент можно изменить, только воздействуя на атомное ядро. Нужны были совершенно новые методы.

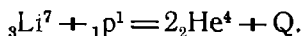
2. Современная «алхимия»

В 1919 г. Эрнст Резерфорд делает гениальный шаг вперёд. Если обычными техническими приёмами не удаётся воздействовать на атомное ядро, то нельзя ли бомбардировать ядра атома снарядами подходящего калибра. Если α -частицы, вылетевшие из ядра радия, направить на ядра других элементов, то можно надеяться изменить ядра мишени. Так он и поступил. На дно сосуда, наполненного азотом, был помещён активный препарат RaC ; α -частицы, вылетающие из радиоактивного препарата с громадной скоростью, ворвались в ядро азота, произвели в нём резкое изменение: из ядра вылетела другая частица — протон, а ядро азота превратилось в ядро кислорода. Так впервые в истории человеческой культуры удалось реально превратить один элемент в другой — азот превратился в кислород.

Реакция записывается так:



Однако первая удачная реакция с превращением элементов была эндотермической, т. е. шла с поглощением энергии. Вскоре последовал ещё ряд успешных ядерных реакций, которые не только превращали ядра одних элементов в ядра других элементов, но и выделяли некоторое количество энергии. В качестве примера такой реакции можно привести получение двух ядер гелия при облучении ядра лития протонами:



Для того, чтобы понять, откуда взялась энергия Q , выделившаяся при реакции, необходимо обратиться к одному следствию из теории относительности.

Теория относительности доказала, что весовая масса и инертная масса совпадают. Таким образом, привычное представление о том, что масса исключительно характеризует только количество вещества, должно быть расширено. Масса — это мера инерции. Чем труднее заставить тело начать своё движение или изменить его первоначальное движение, тем больше масса этого тела. Тяжело лётчику производить фигуры высшего пилотажа с нагружённым самолётом, но ещё тяжелее поворачивать этот самолёт на больших скоростях, близких к скорости звука. Чем больше скорость протона, тем труднее заворачивать его трек в магнитном поле. Рост инерции электрона по мере его ускорения многократно доказан экспериментально. Таким образом, по определению, масса быстро летящей частицы больше массы покоя:

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - v^2/c^2}},$$

где m — масса летящей частицы m_0 — масса покоя, v — скорость полёта, c — скорость света.

Если раньше выводы теории относительности имели чисто академический интерес, то теперь эта формула входит уже в технические справочники инженеров, конструирующих циклотроны.

Теория относительности показала, что не только кинетическая энергия, но и любая форма энергии (звуковая, световая, электромагнитная) имеет эквивалентную массу, и, наоборот, всякая весомая масса обладает громадным запасом энергии:

$$E=mc^2,$$

где E — энергия, m — масса и c — скорость света.

Таким образом обнаружена внутренняя связь двух, казалось бы, противоречивых свойств единой объективной материи.

Если m выразить в единицах массы — граммах, а скорость света — в см/сек., то энергия $1\text{ г} = 9 \times 10^{20}$ эрг.

Удобно энергию выражать в электрон-вольтах, а массу — в единицах атомного веса, при котором вес изотопа кислорода принимается в точности равным 16.00000

Тогда $1\text{ MeV} = 1.07$ тысячных единиц массы (Т. Е. М.).

Увеличение массы при движении частицы не может происходить из «ничего», оно всегда происходит за счёт энергии внешнего источника. Наоборот, если быстро движущаяся частица будет резко остановлена препятствием, и масса примет значение массы покоя, то уменьшение массы в виде эквивалентной энергии передаётся препятствию. Она может быть обнаружена в виде энергии теплоты, энергии возбуждения атомов мишени, но может изменить и массы двух сталкивающихся ядер.

Работами Ломоносова и Лавуазье был доказан закон сохранения вещества. В XIX в. восторжествовал закон сохранения энергии. Теперь выступает новый, более общий закон сохранения вещества и энергии, показывающий их взаимную связь, их переходы. Новая научная абстракция — теория относительности — приближает нас к пониманию того, что «в мире нет ничего, кроме движущейся материи, и движущаяся материя не может двигаться иначе, как в пространстве и во времени» [1].

К сожалению, некоторые не в меру ретивые поклонники теории относительности готовы обобщить её на все времена, на всю Вселенную.

Сама история возникновения теории относительности указывает на незаконность таких экстраполяций на всю Вселенную. Имеются участки Вселенной, где господствуют совершенно другие плотности материи, где ядерные силы являются господствующими. Теория относительности будет частным случаем ещё более общей теории, контуры которой уже начали намечаться в ядерной физике.

В ядерных реакциях непременно следует учитывать и вес и энергию входящих в реакцию частиц. В указанной реакции по бомбардировке лития протонами удалось измерить выделившуюся энергию: $Q = 17\text{ MeV}$. Попробуем написать эту реакцию в массовых числах:

$$\begin{aligned} \text{Li}^7 + \text{p}^1 &= 2\text{He}^4 + Q. \\ 7.01818 + 1.00813 &= (2 \times 4.00389) + Q. \\ Q &= 8.02631 - 8.00778 = 0.01853\text{ Е. М.} \end{aligned}$$

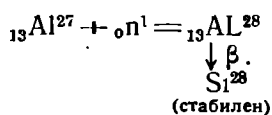
Разница в 0.01853 Е. М. (единиц массы), согласно формуле ($E=mc^2$), действительно равна 17 MeV.

Как видно из приведенного примера, атомная энергия, выделяющаяся в такого рода реакциях, не велика и часто не оправдывает тех средств, которые затрачиваются на разгон бомбардирующих частиц.

Современные циклотроны представляют собою большие промышленные установки, которые требуют больших энергий. Элементарные частицы, ускоренные в электрическом поле, имеют малую вероятность попасть в ядро атома, и эффективность этих реакций для получения атомной энергии не велика. Однако элемент, получившийся в результате ядерной реакции, может ещё длительное время излучать радиоактивные лучи.

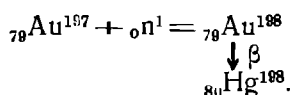
Дочь знаменитой Марии Кюри — Ирен Кюри, совместно с Фредериком Жолио, нашла, что если алюминиевую фольгу бомбардировать α -частицами в течение нескольких минут, то фольга продолжает излучать позитроны и после того, как бомбардировка прекратилась. Фольга может быть перенесена в другую комнату и там будет продолжать испускать радиоактивные лучи. Этот факт обнаруживается тем, что листочки электроскопа, заряженного электричеством, опадают, подоб-

но тому, как они опадают при поднесении к нему естественно радиоактивного элемента. Новые источники радиоактивных лучей получили название «искусственно-радиоактивных» элементов. Удобнее всего искусственно-радиоактивные элементы получать при облучении стабильных элементов нейтронами. Например, радиоактивный алюминий получается из естественного алюминия следующей реакцией:



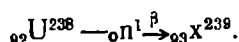
${}_{13}\text{Al}^{28}$ — искусственно-радиоактивный элемент и испускает β -лучи в течение нескольких минут. В итоге этой реакции стабильный элемент алюминий превратился в стабильный элемент кремний. Такова современная алхимия.

В настоящее время нет ни одного химического элемента, которого нельзя было бы приготовить искусственно из другого элемента путём ядерной реакции. И всё же нельзя не извиниться перед читателем: физикам не удалось получить золото из ртути, как об этом мечтали средневековые алхимики; наоборот, из золота получается ртуть:



Можно получить и золото искусственным путём, но для этого нужно взять предыдущий элемент с весом 196; к сожалению, таким элементом является платина, которая дороже золота.

Когда всю таблицу Менделеева, от водорода до U, удалось воспроизвести искусственным путём, возникла задача: нельзя ли получить новый элемент, более тяжёлый, чем уран? В самом деле, если из алюминия получается более тяжёлый элемент — кремний, если из золота получается более тяжёлый элемент — ртуть, то уран, облучённый нейтронами, должен превратиться в следующий заурановый элемент с номером $Z = 93$:



Поиски зауранового элемента шли в течение нескольких лет и завершились совершенно неожиданным открытием.

В конце 1938 г. Ган, Штрассман и Лиза Мейтнер [2] облучали ядра урана нейтронами, но вместо зауранового элемента они неожиданно обнаружили элемент барий. Это было совершенно непонятно, так как уран стоит в конце таблицы Менделеева, а барий в середине таблицы. Нильс Бор, которому было сообщено об этом открытии, вскоре создал совместно с Уиллером теорию [3], объяснявшую возможность деления урана на 2, 3 и более частей. Вот почему могут получаться ядра из середины таблицы Менделеева. Деление урана на 2 части энергетически выгодно для ядра такой сложной конструкции, каким является ядро урана. И такое деление должно сопровождаться выделением заметной энергии.

Советский физик Я. И. Френкель развил теорию электрокапиллярного деления тяжёлых ядер. Согласно этой теории, при делении тяжёлых ядер на 2 части должна выделяться энергия порядка 300 MeV.

Лиза Мейтнер вместе с Фришем показывают в новой работе [4], что при делении ядра урана на 2 части выделяется энергия порядка 200 MeV, что почти совпадает с теоретически найденной величиной.

Чтобы почувствовать всю новизну этого открытия, следует вспомнить, что в прежних реакциях из ядра вылетали элементарные частицы (протоны, нейтроны или α -частицы), и энергия выделялась порядка одного-двух десятков миллионов электрон-вольт. Теперь же открыта реакция, при которой ядро урана делится на 2 почти равные части, и энергия достигает двух сотен миллионов электрон-вольт.

Но как практически воспользоваться этой энергией? — Здесь следуют два блестящих открытия, приблизившие нас к овладению атомной энергией. Ленинградские физики Флёров и Петржак показывают [5], что ядра урана настолько неустойчивы, что они могут делиться самопроизвольно, без бомбардировки их нейтронами. Этот процесс идёт в природе наряду с

α -распадом. Для того, чтобы определить, какую энергию может выделить 1 г урана при делении всех ядер пополам, следует учесть количество таких атомов в 1 г. В 1 г урана содержится 10^{21} атомов, следовательно энергия, которая выделяется при последовательном делении всех этих ядер, равна

$$200 \text{ MeV} \times 10^{21} = 2 \times 10^{23} \text{ MeV} \approx 10^7$$

больших калорий.

Энергии 1 г. урана было бы достаточно, чтобы нагреть 100 т воды до 100° . Но как заставить каждое ядро куска урана последовательно делиться пополам? Сначала это казалось невозможным. Но неожиданно было обнаружено одно явление, которое решило вопрос о выделении больших количеств атомной энергии.

Учёные Гальбан, Жолио и Коварский^[6] обнаруживают, что деление ядра урана на 2 части сопровождается одновременно вылетом в среднем 2-х новых нейтронов. При делении ядра мелкие брызги в виде двух нейтронов попадают в соседние атомные ядра урана и вызывают их деление. Выделяется энергия и выбрасываются новые нейтроны. Реакция приобретает лавинообразный характер, цепная реакция с быстро разветвляющимися цепями охватывает весь кусок, что может привести к взрыву. Как показали Ю. Б. Харитон и Я. Б. Зельдович^[7], для того, чтобы могла идти цепная реакция, нужен ряд неперенных условий. Первое условие заключается в том, чтобы каждое деление приводило к выбрасыванию новых нейтронов. Второе условие заключается в том, чтобы подавляющее большинство вылетевших нейтронов поглотилось ядрами урана, способными к делению, а не ядрами примеси. Наконец, третье условие заключается в том, чтобы число нейтронов, вылетающих случайно наружу через поверхность куска, составляло бы незаметный процент ко всему количеству генерированных нейтронов. Так как в естественных условиях никогда не встречаются одновременно все эти три условия, цепная реакция с ураном, лежащим в недрах земли, возникнуть не может.

3. Строение атомного ядра

Самопроизвольный распад атомных ядер и искусственные ядерные реакции позволили в настоящее время составить более полную картину строения атомного ядра.

Теперь окончательно доказано, что ядра атомов строятся из протонов и нейтронов. Эта гипотеза, высказанная впервые Д. Д. Иваненко, позволила составить логичную картину строения ядер. Ядро водорода построено только из одного протона. Ядро тяжёлого водорода состоит из одного протона и одного нейтрона; ядро гелия — из двух протонов и двух нейтронов; ядро лития — из трёх протонов и трёх нейтронов и т. д. Ядро урана-235 состоит из 92 протонов и 143 нейтронов, ядро урана-238 состоит из 92 протонов и 146 нейтронов. Так как оба изотопа урана имеют одинаковое число протонов, то они способны удерживать равное число электронов на орбитах. Вот почему химически оба изотопа тождественны, хотя ядра их имеют совершенно различные свойства — разный вес, разные механический и магнитный моменты, различное время жизни, различную способность поглощать нейтроны, делиться на части и т. д.

Протоны, входящие в состав каждого атомного ядра, встречаются и в свободном состоянии. Масса протона равна 1.008130 ± 0.000006 единиц атомного веса. Протон — заряженная частица и несёт на себе единичный положительный заряд. Эта элементарная частица обладает собственным вращательным моментом (спин) и магнитным моментом.

Нейтрон представляет собою вторую элементарную частицу, входящую в состав атомных ядер. Она также имеет спин и магнитный момент, но электрического заряда не имеет. Масса нейтрона, по последним данным, равна 1.00892 ± 0.00004 .

Электронов в атомном ядре не содержится. Откуда же электроны, вылетающие при β -радиоактивном распаде атомных ядер? Повидимому, электроны рождаются в момент β -распада, подобно тому, как рождает-

ся фотон в момент излучения света атомом. Возбуждённый и невозбуждённый атом — это лишь различные состояния одного и того же атома. Совершенно аналогично следует считать, что протонное и нейтронное состояние — это две формы существования единой тяжёлой ядерной частицы, получившей название «нуклеон» (от латинского *nucleus* — ядро). Коренным свойством нуклеона является его масса порядка 1.66×10^{-24} г.

Тяжёлая частица может превращаться из протона в нейтрон. Нейтрон может превращаться в протон.

Если внутри нестабильного ядра нейтрон самопроизвольно превращается в протон, то наружу вылетает электрон. Если протон превращается в нейтрон — наружу вылетает позитрон. Указанная картина β -излучения требует некоторых дополнений. Ядро, испустившее электроны, имело резкий уровень энергии. Стабильное ядро, образовавшееся после распада, также имеет свой резкий уровень энергии. Между тем, электроны, вылетающие при этом переходе, имеют различную энергию, начиная с больших скоростей вплоть до чрезвычайно малых скоростей. Для соблюдения закона сохранения энергии приходится предположить, что наряду с электроном вылетает ещё одна частица — нейтрино, которая берёт на себя недостающую разницу в энергиях. Частица нейтрино непосредственно не может быть обнаружена и о ней судят по некоторым косвенным данным. Пока она играет роль «поручика Кижё», на которую списывают неравенства энергии, спина и пр.

Электроны и позитроны, подобно тяжёлым частицам, не могут считаться независимыми. Они имеют одинаковые моменты и массу, но отличаются своими зарядами. В обычных случаях позитроны встречаются редко, но в космических лучах они встречаются столь же часто, как и электроны. Изучение позитронов стало возможным на основании метода академика Д. В. Скобельцина, предложившего для изучения космических лучей помещать камеру Вильсона в магнитное поле. Оказывается, что позитроны, сливаясь с электроном,

превращаются в γ -квант. Жёсткий γ -квант в присутствии атомных ядер может превращаться в пару частиц электрон — позитрон, разлетающихся в разные стороны.

Кроме тяжёлых нуклеонов и лёгких электронов, в космических лучах обнаружены частицы с промежуточной массой, названные мезотронами. Они обычно имеют массу в 200 раз большую массы электрона или в 9 раз меньшую массы нуклеона. Недавно братья Алихановы и другие обнаружили в космических лучах частицы ещё более тяжёлые, имеющие 300 — 800 — 900 электронных масс. Мезотроны, в свою очередь, могут превращаться в электроны.

Не исключена возможность, что в самом процессе превращения элементарных частиц лежит разгадка ядерных сил, удерживающих элементарные частицы в ядрах стабильных элементов.

Природа ядерных сил до конца ещё не разгадана. Известно лишь, что ядерные силы — короткодействующие, т. е. играют существенную роль только на расстояниях порядка 10^{-13} см (радиус ядра). На больших расстояниях кулоновские силы отталкивания имеют большее значение, чем ядерные силы притяжения. Ядерные силы явно не электрической природы, так как протон — протон взаимодействуют так же, как и протон — нейтрон. Силы носят насыщающий характер, так как частицы связываются в пары, а пары — в квартеты. Связь третьей частицы к паре или пятой частицы к квартету менее крепка, чем связь 4 частиц в единую группу^[8]. Ядерные силы спинového характера, т. е. силы связи между 2 частицами, зависят от взаимной ориентации механического и магнитного момента этих частиц.

Сила связи элементарных частиц в сложном ядре может быть количественно оценена по дефекту (недостаче) массы ядра. Приведём следующую аналогию. Представим себе, что кому-нибудь пришла в голову мысль взвесить кирпичи до постройки дома и затем взвесить готовый дом. Он бы, несомненно, заметил, что готовый дом весит больше, так как, кроме кирпича, сюда вошёл вес известки, цемента

и других связующих материалов. Таким образом, добавочный вес может косвенно характеризовать крепость дома, связь между его элементарными кирпичами. В атомном ядре дело происходит аналогичным образом, только... наоборот: сложное атомное ядро весит меньше, чем вес вошедших в него элементарных частиц. Каждая свободная элементарная частица, входящая в компанию стабильного ядра, отдаёт, согласно теории относительности, немного вещества на энергию цементации ядра. Эта энергия выделяется наружу в среднем 8 MeV на частицу, что эквивалентно уменьшению массы на 8 тысяч единиц атомного веса (см. выше). Если бы мы захотели разорвать ядро на составные части, нам нужно было бы подвести извне такое же количество энергии. Следовательно, при формировании сложных ядер из элементарных частиц происходит излучение энергии.

Энергия, выделяющаяся в процессе формирования ядер, объясняет, в основном, механизм непрерывного излучения звёзд и солнца.

Так, например, на солнце и сейчас идёт процесс формирования ядер гелия из протонов. Так как, в конечном счёте, образовавшееся ядро гелия имеет массу меньшую, чем масса 4 протонов, то этот процесс сопровождается выделением колоссальной энергии. Протоны собираются в ядра гелия не сразу, а проходят через ряд промежуточных соединений нестабильных ядер, которые, постепенно усложняясь, образуют ядро гелия.

В этом процессе случайных столкновений протонов действуют статистические законы, и продолжительность реакции достигает 50 миллионов лет. Ядра усложняются и распадаются, менее стабильные образования переходят в более стабильные, образуя известные ныне стабильные элементы таблицы Менделеева.

Энгельс приводил таблицу Менделеева в качестве примера перехода количества в качество, наравне со структурными формулами в органической химии, содержащими всё большее число радикалов CH_n .

Товарищ Сталин в своей работе «Анархизм или социализм» отметил:

«Менделеевская периодическая система элементов» ясно показывает, какое большое значение в истории природы имеет возникновение качественных изменений из изменений количественных» [10]. Эта оценка таблицы Менделеева, данная И. В. Сталиным 40 лет тому назад, подтверждается новейшими достижениями ядерной физики. Различные классы звёзд имеют различные стадии формирования атомных ядер. Процесс кристаллизации стабильных ядер — очень длительный процесс, исчисляемый сотнями миллиардов лет. Участок Вселенной, включающий нашу планету, характеризуется весьма сложными ядерными комплексами, содержащими одновременно свыше 240 элементарных частиц. Процесс распада сложных комплексов в более простые точно так же идёт миллиарды лет. Доступные нам радиоактивные элементы имеют время полужизни около 2 миллиардов лет. Следовательно, вот уже 10 миллиардов лет тяжёлые химические элементы существуют такими, какими мы их знаем. Сколько же сотен миллиардов лет шло формирование тяжёлых ядер из элементарных частиц!

Древние атомисты, верившие в разложимость тел и вечный круговорот материи, самим атомам приписывали неразложимость, непроницаемость, неизнашиваемость, вечность и неизменность.

Громадные успехи, достигнутые в области изучения материального мира и происходящих в нём явлений, привели нас к более полной атомистической концепции: все окружающие нас предметы состоят из молекул. Молекулы состоят из атомов, атомы строятся из ядер и электронов и, наконец, ядра — из протонов и нейтронов. На современном уровне наших знаний протоны и нейтроны рассматриваются как элементарные частицы. Однако новые явления, открытые за последние годы, показывают, что и эти элементарные частицы вовсе не являются неизменными. Протоны превращаются в нейтроны, нейтроны — в протоны. Отрицательный электрон при затрате значительной энергии рождается вместе со своим антиподом — позитроном, позитрон

погибает при встрече с электроном, выделив свободную энергию. Не исключено, что при затрате ещё больших количеств энергии могут рождаться пары тяжёлых частиц протон — антипротон и, наоборот, при столкновении этих частиц должна была бы выделяться колоссальная энергия. Эти процессы ещё никогда не наблюдались, но рождение полутяжёлых частиц — мезонов — наблюдается в космических лучах.

Космическая радиация, приходящая из мирового пространства, в основном состоит из протонов (полагаю, обоих знаков). При входе в атмосферу часть протонов, в непосредственной близости от ядер атомов атмосферы, по причине, ещё не понятой, рождает мезоны. Мезоны живут всего несколько микросекунд, но успевают с громадной скоростью пройти заметную толщу воздуха. По мере прохождения мезоны выбивают электроны из атомов или, погибая сами, рождают электроны высокой энергии. Быстрый электрон, в свою очередь, столкнувшись с ядром атома, даёт энергичный фотон. Дальше этот фотон, подобно γ -лучу, исчезнув, даёт жизнь электрону и позитрону. Часть электронов, рождённых таким образом, сталкиваясь с атомами, даёт новые фотоны, фотоны рождают новые электроны и так далее, пока первоначальная энергия космического луча не снизится до некоторого минимума.

Кроме электронов, позитронов, фотонов и протонов, в этих лавинообразных процессах следует ожидать нейтронов, так как при рождении положительно заряженного мезона протон отдаёт ему положительный заряд.

Элементарные частицы превращаются друг в друга. Однако во всех этих процессах неизменно выполняются законы сохранения заряда, энергии, импульса, спина и статистики.

Отсюда следует, что наше физическое представление о веществе постепенно совершенствуется. Теперь уже нельзя представлять себе вещество как совокупность вечных и неизменных элементарных частиц; сами частицы могут превращаться в другие виды частиц или в фотоны, а фо-

тоны, в свою очередь, могут превращаться в частицы.

«Исчезают такие свойства материи, которые казались раньше абсолютными, неизменными, первоначальными...» — писал Ленин. — «Признание каких-либо неизменных элементов, “неизменной сущности вещей” и т. п. не есть материализм, а есть *метафизический*, т. е. антидиалектический материализм» [11]. Теперь доказано, что элементарные частицы при известных условиях могут превращаться в другие элементарные частицы.

В природе неизменно идут процессы взаимных переходов, переливов одних форм вещества и энергии в другие формы. Это великое приобретение ядерной физики является триумфом диалектического материализма.

4. Использование атомной энергии

Мы видели, что процесс формирования сложных атомных ядер из элементарных частиц сопровождается выделением энергии. Почему же в атомной бомбе или в урановом котле, где ядра урана делятся на части, тоже выделяется энергия?

Дело в том, что постепенное сложение ядер сопровождается выделением различных количеств энергии. Когда формируются сравнительно лёгкие ядра и число частиц ещё не велико, все частицы крепко связаны между собою. Если сосчитать величину дефекта массы, приходящуюся на одну частицу, то она примерно равна 8 тыс. единиц массы (Т. Е. М.), или 8 MeV на 1 элементарную частицу. Когда же формируются сложные ядра, то периферийные частицы слабо связаны с основным остовом ядра и их присоединение сопровождается выделением только 5 MeV. Таким образом, сложные ядра, вроде урана, суть энергетически невыгодные конструкции, и всегда имеется вероятность перехода их в более устойчивые состояния. Одной из таких возможностей является деление ядра урана на 2 части. Тогда получаются 2 ядра меньшего веса, в которых те же самые частицы более плотно упакованы. Такое уплотнение частиц должно со-

проводиться добавочным выделением энергии.

Следовательно, в этих реакциях выделяется энергия, которая когда-то не была отдана звёздам.

Как только будет заключена конвенция о запрещении атомного оружия, так атомная энергия начнет своё победное шествие в науке и технике. Уже сейчас можно предвидеть некоторые возможности и указать трудности в работе с атомной энергией. Если построить большой котёл из чистого графита, в котором кусочки урана вкраплены по определённому закону по всему котлу, то можно регулировать ход и скорость цепной реакции. Регулировка достигается тем, что в котёл вставлены стержни из кадмия или бора. Эти элементы сильно поглощают нейтроны, поэтому при полном вдвигании стержней реакция не идёт. Постепенно выдвигая стержни, мы тем самым увеличиваем возможность всё большему числу нейтронов, появившихся при делении, перекочёвывать к следующим кускам урана и вызывать деление урановых ядер. Чем больше кусков охвачено этой реакцией, тем больше выделяется энергии. Чтобы отвести наружу энергию, выделяющуюся внутри котла, через него можно прогонять ток воды или, что ещё лучше, жидкий металл. Если это охлаждение производить ртутью, то ртутные пары, выходящие из ванны, должны попадать на газовую турбинку, турбинка, в свою очередь, будет вращать динамомашину, вырабатывающую электрический ток.

Таков первый вариант использования атомной энергии.

Сами продукты деления урана представляют собою замечательную находку для научных и практических целей. Уран делится на две неравные части. Обломки имеют различный вес. Таким образом получается большой набор химических элементов от Na до Bi. Обломки не стабильны и обладают заметной радиоактивностью. Следовательно, урановый котёл является чрезвычайно мощным источником искусственно-радиоактивных изотопов. Имеется обширная область применения искусственно-радиоактивных эле-

ментов, так называемых «меченых атомов».

Применимость радиоактивных изотопов в качестве индикаторов в химии и биологии основывается на том, что радиоактивный изотоп химически не отличим от стабильного изотопа того же элемента, между тем как за движением радиоактивного изотопа можно непрерывно следить по его излучению с помощью приборов (счётчика Гейгера).

Особенно примечательно изучение процесса обмена веществ в организме при помощи радиоактивных изотопов. Приведём несколько примеров применения «меченых атомов».

Если радиофосфор ввести в организм животного, то можно проследить, как атомы фосфора попадают в кости животного, как они вытесняют другие атомы фосфора, так что в среднем количество фосфора в костях остаётся постоянным. Радиоактивный фосфор показывает, что у растений фосфор откладывается в листьях только через неделю после введения фосфора, а затем в течение нескольких дней перекочёвывает из одного листа в другой. Как показал Хевеши, фосфор, введённый в кровь, через 3 минуты распространяется по всему организму, а через полчаса 20% введённого фосфора уже проникают в фосфорнокальциевые основы костей животного.

Радиоактивный натрий, инъецированный в одну руку, через 20 секунд обнаруживается в другой руке.

Радиоактивный иод, примешанный к обыкновенному иоду, уже на 20-й минуте обнаруживается счётчиком Гейгера, который был прижат к щитовидной железе. Попадая в щитовидную железу больного, радиоиод изнутри может произвести терапевтическое действие на больной орган.

Сейчас искусственно-радиоактивные элементы успешно применяются для лечения раковых опухолей, лейкемии, лимфосаркомы и полицитемии.

Радиоактивные изотопы позволяют проследить прохождение лекарств и ядов в организме. Преимущество метода заключается в том, что можно проследить минимальные количества

радиоактивных веществ. Если один грамм такого вещества разделить поровну между всеми людьми, населяющими землю, то и тогда можно по излучению определить присутствие у человека радиоактивного изотопа.

Важным продуктом, выделяющимся при очистке урана, является также новый химический элемент — плутоний. Он получается не при делении ядер U^{235} , а при поглощении нейтронов другим изотопом урана — U^{238} ^[9].

Плутоний является заурановым элементом и потому ещё менее устойчив, чем уран. Плутоний делится на 2 части и также выделяет энергию. Поскольку и в этом случае при делении вылетают новые нейтроны, постольку можно вести цепную реакцию на плутонии.

Атомная энергия чрезвычайно концентрирована в небольшом куске вещества, поэтому она решает одну серьёзную проблему энергии: отпадает систематический подвоз топлива. Уран, очищенный от продуктов деления, снова годится в дело.

Выделение атомной энергии не требует наличия кислорода. Поэтому он является идеальным видом энергии для подводных лодок, для межпланетных снарядов и прочего.

Гамма-лучи, выделяющиеся при делении урана, могут быть использованы для новых химических реакций, для фотосинтеза органических соединений и т. д.

Котлы, предназначенные для производства атомной энергии, естественно, являются первыми вариантами применения атомной энергии в промышленности.

Уже сейчас ясно, что и мощные

взрывы могут быть использованы для целого ряда важных проблем: орошения пустынь, изменения климата и пр. К сожалению, применение атомной энергии для промышленности задерживается капиталистическими монополиями, которые не заинтересованы в гуманном использовании нового научного открытия. К атомной энергии вполне применимы слова В. И. Ленина^[12], сказанные им по поводу другого важного открытия: «Переворот в промышленности, вызванный этим открытием, будет огромен. Но последствия этого переворота для общественной жизни в современном капиталистическом строе будут совсем не те, какие вызвало бы это открытие при социализме». В СССР советские учёные, конечно, используют все возможности для того, чтобы поставить атомную энергию на службу социалистическому строительству.

Л и т е р а т у р а

- [1] В. И. Ленин. Собр. соч., т. XIII, изд. 2-е, стр. 144, 1931. — [2] Hahn, Strassmann u. L. Meitner. Цитирую по: N. Bohr. Phys. Rev., 55, 418, 1939. — [3] N. Bohr a. K. Wheeler. Phys. Rev., 56, 426, 1939. — [4] L. Meitner a. O. Frisch. Nature, 143, 239, 471, 1939. — [5] К. А. Петржаки Г. Н. Флеров. Успехи физ. наук, XXV, вып. 2, 1941. — [6] Halban, Joliot et Kowarski. Nature, 143, 470, 680, 1939. — [7] Я. Б. Зельдович и Ю. Б. Харитон. Успехи физ. наук, XXIII, 329, 1940. — [8] Л. Б. Понизовский. Ж. Э. Т. Х., XIII, 121, 1943. — [9] Л. Б. Понизовский. Природа, № 4, 1946. — [10] И. В. Сталин. Собр. соч. т. 1, стр. 301, 1946. — [11] В. И. Ленин. Собр. соч., т. XIII, изд. 2-е, стр. 213 и 214, 1931. — [12] В. И. Ленин. Собр. соч., т. XVI, изд. 2-е, стр. 369, 1930.

РАССЕЯНИЕ СВЕТА

Проф. М. В. ВОЛЬКЕНШТЕЙН

Рассеяние света представляет собой одно из интереснейших явлений не только оптики, но и всей физики. Это явление связано с самыми разнообразными свойствами вещества, для его истолкования оказывается необходимым привлечь данные и методы важнейших областей теоретической физики. Рассеяние света служит ценным источником сведений о строении кристаллов, жидкостей, молекул, о процессах, происходящих в веществе. Наиболее важные в принципиальном отношении исследования в области рассеяния света — как теоретические, так и экспериментальные — принадлежат советским физикам.

§ 1. Молекулярное рассеяние света в газах и флуктуации плотности

Световые волны, попадая в жидкую или газообразную среду, состоящую из материальных частиц, молекул, взаимодействуют с ними, и в результате этого взаимодействия и происходят общеизвестные и постоянно наблюдаемые нами явления преломления света и его поглощения (в тех случаях, например, когда речь идёт о видимом свете, а среда обладает окраской). Разберём подробнее характер этого взаимодействия.

Световая волна (для простоты будем здесь и дальше считать её монохроматической, обладающей одной определённой длиной волны) представляет собой, как известно, переменное, периодически изменяющееся электромагнитное поле. Таким образом, «освещённая» молекула оказывается находящейся в переменном электрическом поле. Под действием этого поля электроны молекулы смещаются и в своём движении следуют за колебаниями поля. Каждая молекула приобретает периодически изменяющийся дипольный момент.¹ Согласно

основным представлениям классической физики, такой периодически колеблющийся диполь вновь является источником электромагнитных волн, обладающих той же частотой, что и его собственная частота колебаний. В рассматриваемом случае эта частота совпадает с собственной частотой первоначальной падающей световой волны, ибо электроны колеблются в такт с колебаниями поля. Таким образом, в результате взаимодействия с молекулами среды к падающей световой волне добавляются вторичные световые волны той же частоты, излучаемые возбуждёнными первичной волной молекулами. Первичная волна и все вторичные волны накладываются друг на друга — интерferируют. В результате этой интерференции свет гасится по всем направлениям, кроме тех, которые предписываются законами оптики. При взаимодействии света и материальной прозрачной среды должны наблюдаться только преломлённая и отражённая волны.

Между тем, как это хорошо известно из наших наиболее привычных наблюдений, свет рассеивается средой и по другим направлениям. Голубое сияние небосвода представляет собой результат рассеяния материальной средой — атмосферой — лучей солнца. Если бы всё происходило так, как мы только что рассказали, мы должны были бы наблюдать ослепительно яркое солнце, гораздо более яркое, чем солнце, нам всем знакомое — на совершенно чёрном, ночном небе. Никакого голубого неба мы не знали бы. Чем же объясняется существование света, рассеянного атмосферой, и голубой цвет неба?¹

Условием существования интерференции, гасящей рассеянный свет, яв-

¹ В своё время цвет неба объяснялся тем, что сами молекулы обладают слабой голубой окраской, заметной лишь в большой толще. Такое объяснение мы, например, находим в «Письмах к одной немецкой принцессе» Леонарда Эйлера — непревзойдённом образце популярной физической литературы, созданной в XVIII в. Легко видеть, что это объяснение совершенно иллюзорное.

¹ Дипольным моментом системы, состоящей из положительного и отрицательного заряда, мы называем произведение из величины заряда на расстояние между зарядами разного знака, это вектор, направленный от $-$ к $+$.

ляется строгая однородность рассеивающей среды. Это значит, что при теоретическом выводе изложенных фактов, мы предполагаем, что в каждом малом элементе объёма ΔV рассеивающей среды находится столько же молекул, сколько и в другом таком же элементе ΔV , взятом в другой части общего рассеивающего объёма. Естественно думать, что такое однородное распределение, равенство плотности среды во всех её участках, действительно имеет место. Кроме того, мы можем доказать, что однородное распределение вещества единственное, удовлетворяющее второму закону термодинамики, согласно которому энтропия системы (в данном случае всей совокупности молекул, находящейся в рассеивающем объёме) должна быть в стационарных условиях максимальной. Напомним, что энтропией называется общий запас тепловой энергии системы, делённый на абсолютную температуру, при которой система находится: $S = \frac{Q}{T}$.

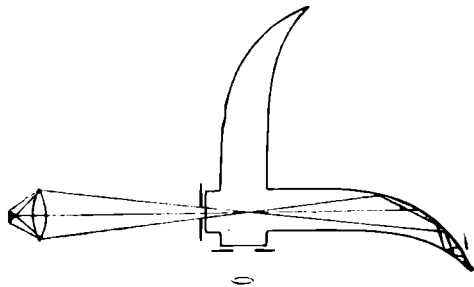
Однако, в отличие от первого термодинамического закона — закона сохранения и превращения энергии, второй закон — закон максимума энтропии — носит статистический, вероятностный характер. Как показал Больцманн, энтропия связана с вероятностью состояния системы W уравнением:

$$S = k \log W,$$

где k — постоянная Больцманна, равная $1.37 \cdot 10^{-16}$ эрг/град, а W — величина, характеризующая вероятность состояния. Однородное распределение вещества — это наиболее вероятное состояние, величина W для него наибольшая и, соответственно, энтропия достигает максимума. Однако это не значит, что не могут осуществиться и менее вероятные состояния, которым отвечают меньшие S и W . Эти состояния возникают вследствие нарушений однородности в отдельных участках среды — местных сгущений и разрежений газа, всегда, конечно, незначительных. Такие нарушения однородности, отклонения от наиболее вероятного состояния называются флуктуациями. Благодаря флуктуа-

циям числа молекул в элементах объёма нарушаются в некоторой степени условия, необходимые для интерференции рассеянного света, и полного погашения света по направлениям, отклоняющимся от предписанных оптикой, не происходит.

Таким образом, молекулярное рассеяние света осуществляется на флуктуациях плотности. Оно может наблюдаться и в лабораторных условиях. Для этого нужно расположить



Фиг. 1

источник света и сосуд, содержащий рассеивающий излучение газ, так, чтобы избежать попадания в глаз наблюдателя света, отражённого стёклами (фиг. 1). Сосуд с газом оканчивается рогом, покрытым чёрной матовой краской; свет, отражённый стенками, поглощается в результате многократных отражений. Рассеянный свет очень слаб и характеризуется голубоватой окраской. Это обстоятельство, равно как и голубой цвет неба, объясняется тем, что, согласно данным теории, интенсивность рассеянного света обратно пропорциональна четвёртой степени длины волны и даётся формулой:

$$I_s = \frac{4\pi^2}{\lambda^4} \frac{V}{r^2} \frac{(n-1)^2}{N_1} \sin^2 \vartheta \cdot I_0. \quad (1)$$

Здесь I_0 — интенсивность падающего света, ϑ — угол, под которым наблюдается рассеянный свет, λ — длина волны, n — показатель преломления, N_1 — число молекул в единице объёма, V — рассеивающий объём, r — расстояние от рассеивающего объёма до места, в котором определяется интенсивность. Следовательно, интенсивность рассеяния света тем больше, чем короче рассеиваемые

волны. Более коротковолновой свет — синие и фиолетовые лучи рассеиваются сильнее, чем длинноволновые. В этом и состоит объяснение голубой окраски небосвода.

§ 2. Рассеяние в жидкостях и твёрдых телах

Механизм рассеяния света в жидкостях принципиально такой же, как и в газах. Мы говорим при этом об оптически пустых жидкостях, не содержащих взвешенных или коллоидных частиц. Коллоидные растворы, суспензии и эмульсии (так же, как и дым, если говорить о газовой фазе) рассеивают свет в сотни и тысячи раз сильнее, чем так называемые оптически пустые или оптически чистые среды. Это объясняется тем, что крупные взвешенные частицы сами по себе являются неоднородностями гораздо более значительными, чем флюктуационные.

В 1910 г. Эйнштейн установил, что флюктуации плотности в жидкости могут быть выражены через сжимаемость жидкости. Выражение для интенсивности света, рассеянного на флюктуациях плотности, в жидкости, имеет вид формулы:

$$I_{\theta}^s = \frac{\pi^2 V}{\lambda^4 r^2} \sin^2 \vartheta \left(\frac{\partial \epsilon}{\partial \rho} \right)^2 kT \times I_0. \quad (2)$$

Здесь $\frac{\partial \epsilon}{\partial \rho}$ — производная диэлектрической постоянной жидкости ϵ по изменению её плотности ρ , k — постоянная Больцмана, T — абсолютная температура, $\times$ — сжимаемость жидкости. Остальные обозначения те же, что и в (1).

Легко видеть, что интенсивность рассеянного света тем больше, чем больше сжимаемость жидкости. В критическом состоянии — при переходе от жидкости к газу — сжимаемость возрастает до бесконечности; соответственно, согласно формуле (2), интенсивность рассеянного света должна бесконечно возрастать. Она действительно резко возрастает, наблюдается яркое свечение, так называемая критическая опалесценция. Однако бесконечное значение интенсивности противоречит закону сохра-

нения энергии. Строго говоря, формула (2) к критической опалесценции неприменима. Последовательная теория явления приводит к конечному значению интенсивности света, рассеиваемого в критическом состоянии. Эта теория построена при учёте того обстоятельства, что флюктуации плотности в соседних элементах объёма не независимы благодаря наличию сил междумолекулярного взаимодействия. Эта взаимосвязь флюктуаций особенно существенна именно в критическом состоянии.

Согласно Эйнштейну, флюктуации плотности в жидкости или в кристалле могут быть математически представлены в виде некоторого ряда Фурье — наложения периодических колебаний плотности. Пользуясь этим математическим приёмом, позволившим построить количественную теорию рассеяния света в жидкостях и твёрдых телах, Эйнштейн не приписывал этим периодическим членам ряда Фурье какого-либо реального значения и никак не связывал их с другими свойствами кристаллов и жидкостей.

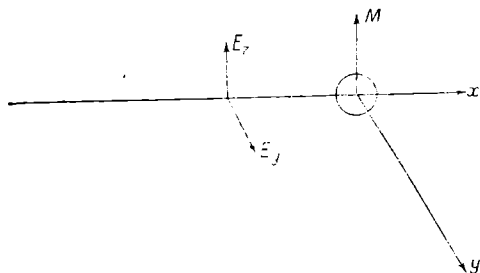
§ 3. Флюктуации ориентации и поляризация рассеянного света

Легко показать, что свет, рассеянный на флюктуациях плотности и наблюдаемый под прямым углом к направлению распространения падающего света, должен быть линейно поляризован, даже если падающий свет — естественный. Напомним, что естественным светом мы называем такой свет, напряжённость электрического поля которого непрерывно меняет плоскость своих колебаний. При этом, поскольку световые волны поперечные, вектор напряжённости электрического поля остаётся, конечно, всё время перпендикулярным к направлению распространения световой волны, которое мы зададим вдоль оси с координатной системой (фиг. 2). Под действием поля, как мы уже указывали, в веществе индуцируются дипольные моменты того же направления, что и поле. Связь между индуцированным дипольным моментом молекулы M

и напряжённостью внешнего поля E даётся соотношением:

$$M = \alpha E,$$

где α — поляризуемость молекулы, способность её электронной оболочки смещаться под действием поля. Из этого соотношения легко выводится размерность поляризуемости — это размерность объёма, см^3 . Порядок величины поляризуемости молекулы совпадает с порядком величины объёма самой молекулы — 10^{-24} см^3 .



Фиг. 2

Направление электрического вектора рассеянной волны определяется направлением M , следовательно, направлением E . В каждое мгновение рассеянная волна имеет две составляющих E_y и E_z . При наблюдении вдоль оси y , вследствие поперечности световых волн мы видим свет только с компонентой E_z . Таким образом, в рассеянном свете в этом случае имеются только колебания поля вдоль оси z , свет полностью поляризован.

Однако флуктуации плотности — не единственный способ возникновения неоднородностей в рассеивающей среде. Представим себе газ или жидкость, состоящие из молекул, обладающих анизотропной поляризуемостью. Это значит, что поляризуемость молекулы имеет различное значение по разным направлениям. Так, например, двухатомная молекула HCl имеет большую поляризуемость вдоль линии, соединяющей оба атома, чем в перпендикулярном направлении. В наиболее вероятном состоянии однородного распределения ориентации таких молекул совершенно беспорядочны, хаотичны, и среда в целом изотропна. Однако возможны флуктуации ориентации, флуктуации анизотропии, в результате которых

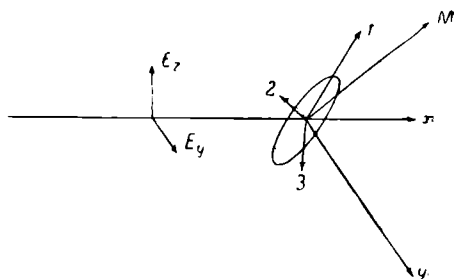
в отдельных элементах объёма возникает некоторый избыток молекул, ориентированных в одну сторону. Эти флуктуации анизотропии независимы от флуктуаций плотности, и при вычислении интенсивности рассеянного света следует суммировать интенсивность света, рассеянного на флуктуациях плотности и флуктуациях анизотропии.

Мы должны описывать поляризуемость анизотропной молекулы не при помощи одной постоянной α , а при помощи трёх постоянных $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$, характеризующих смещаемость электронного облака, в трёх взаимно перпендикулярных направлениях, фиксированных в молекуле (в случае молекул с аксиальной симметрией, например HCl $\alpha_2 = \alpha_3$). Поэтому направление вектора дипольного момента, индуцированного электрическим полем световой волны в анизотропной молекуле, уже не совпадает с направлением вектора поля. Имеем компоненты дипольного момента вдоль первого, второго и третьего главного направления в молекуле:

$$M_1 = \alpha_1 \{ E_y \cos(y1) + E_z \cos(z1) \},$$

$$M_2 = \alpha_2 \{ E_y \cos(y2) + E_z \cos(z2) \},$$

$$M_3 = \alpha_3 \{ E_y \cos(y3) + E_z \cos(z3) \}.$$



Фиг. 3

Здесь $\cos(y1)$ и т. д. — косинусы углов между координатными направлениями, фиксированными в пространстве, и главными направлениями, закреплёнными в молекуле (фиг. 3). Составляющие дипольного момента в направлениях x и z равны

$$M_x = M_1 \cos(x1) + M_2 \cos(x2) + M_3 \cos(x3)$$

$$M_z = M_1 \cos(z1) + M_2 \cos(z2) + M_3 \cos(z3).$$

Таким образом, наряду с z -овой составляющей электрического вектора

ра рассеянного света, мы будем наблюдать и x -овую составляющую. Тем самым рассеянный свет оказывается частично деполаризованным. Мы называем степень деполаризации рассеянного света ρ отношение интенсивности света с направлением колебаний вдоль оси x к интенсивности света с направлением колебаний вдоль оси z , таким образом:

$$\rho = \frac{I_x}{I_z}.$$

Усредняя вычисленные выражения интенсивностей по всем возможным ориентациям молекул, получаем:

$$\rho = \frac{6 \cdot \frac{1}{2}[(\alpha_1 - \alpha_2)^2 + (\alpha_2 - \alpha_3)^2 + (\alpha_3 - \alpha_1)^2]}{5(\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3)^2 + 7 \cdot \frac{1}{2}[(\alpha_1 - \alpha_2)^2 + (\alpha_2 - \alpha_3)^2 + (\alpha_3 - \alpha_1)^2]} \quad (3)$$

Легко видеть, что для изотропных молекул, у которых $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3$, степень деполаризации $\rho = 0$ — свет полностью поляризован. Для молекул с аксиальной симметрией $\alpha_2 = \alpha_3$, и, соответственно,

$$\rho = \frac{6(\alpha_1 - \alpha_2)^2}{5(\alpha_1 + 2\alpha_2)^2 + 7(\alpha_1 - \alpha_2)^2} \quad (3^1)$$

Нижним пределом ρ является нуль, а верхним, поскольку $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ — существенно положительные величины — $\rho = 1/2$. Это значение достигается при наибольшей анизотропии молекулы (нереальный случай), когда α_1 отлично от нуля, а $\alpha_2 = \alpha_3 = 0$.

Для газов ρ обычно имеет порядок величины сотых долей единицы (ср. таблицу).

Сопоставляя значение ρ с величиной показателя преломления, который для газов равен

$$n = 1 + \frac{2\pi}{3} N(\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3) \quad (4)$$

(здесь N — число молекул в единице объема), мы имеем возможность, по крайней мере в том случае, когда $\alpha_2 = \alpha_3$, определить α_1 и α_2 порознь.

Приводим таблицу значений ρ , n , α_1 и α_2 для ряда газообразных веществ.

Таким образом, измерение степени деполаризации рассеянного света позволяет определить существенные

постоянные, характеризующие строение молекулы.

ТАБЛИЦА

Вещество	$\rho \cdot 10^4$ (—)	$\rho \cdot 100$	$\alpha_1 \cdot 10^{24}$	$\alpha_2 \cdot 10^{24}$
H ₂	1.4	1.7	1.04	0.68
N ₂	3.01	3.6	2.38	1.45
O ₂	2.74	6.4	2.35	1.21
Cl ₂	7.82	4.3	6.60	3.62
CO	3.38	3.2	2.60	1.63
CO ₂	4.99	7.8—9.8	4.10	1.93
C ₂ H ₂	5.65	4.5	5.12	2.43
C ₆ H ₆	18.2	4.6	12.81	16.35

Степени деполаризации света, рассеянного жидкостями, в десятки раз превосходят величину ρ для газов. Если считать попрежнему флуктуации анизотропии в отдельных элементах объема независимыми друг от друга и от флуктуаций плотности, а эти последние вычислять, следуя теории Эйнштейна, мы получим для величины ρ в случае жидкости:

$$\rho = \frac{6 \cdot \frac{1}{2}[(\alpha_1 - \alpha_2)^2 + (\alpha_2 - \alpha_3)^2 + (\alpha_3 - \alpha_1)^2]}{5 \cdot \frac{RT\pi N_1}{N_A} (\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3)^2 + 7 \cdot \frac{1}{2}[(\alpha_1 - \alpha_2)^2 + (\alpha_2 - \alpha_3)^2 + (\alpha_3 - \alpha_1)^2]} \quad (5)$$

Здесь R — газовая постоянная, N_A — число Авогадро. Остальные обозначения — прежние. Однако благодаря наличию сил межмолекулярного взаимодействия в жидкости нельзя считать ориентации отдельных молекул независимыми друг от друга. Как показал А. И. Ансельм, различие в степенях деполаризации жидкости и газа определяется различием статистики в том и другом случае. Производя усреднение интенсивностей по всем возможным направлениям молекул в случае газа, мы считаем все эти направления равновероятными. В случае жидкости необходимо учесть корреляцию направлений взаимодействующих молекул, наличие которой и приводит к резкому возрастанию ρ .

§ 4. Рассеяние света в твёрдых телах и теория теплоёмкости твёрдого тела

Вероятно наиболее интересной частью учения о рассеянии света является теория рассеяния света акад. Л. И. Мандельштама.

Мы уже указывали, что флуктуации плотности, которые, конечно, меняются во времени, могут быть, согласно Эйнштейну, представлены рядом Фурье — наложением периодических колебаний плотности, происходящих с различной частотой. Эти колебания плотности не были, однако, для Эйнштейна физической реальностью, а всего лишь математическим приёмом. Дальнейшее развитие учения о рассеянии света оказалось, как мы увидим, теснейшим образом связанным с учением о теплоёмкости твёрдого тела. Остановимся на этом вопросе.

Классическая теория теплоёмкости, часть кинетической теории газов, построена в предположении, что на каждую степень свободы молекулы, кристалла и т. д. приходится равная энергия

$$E = \frac{kT}{2}.$$

Здесь T — абсолютная температура, k — постоянная Больцманна. Отсюда — теплоёмкость каждой степени свободы

$$C_v = \frac{dE}{dT} = \frac{k}{2}.$$

Кристалл — твёрдое тело — представляет собой совокупность регулярно расположенных атомов, связанных с положением равновесия упругими силами. Каждый атом обладает тремя степенями свободы, но обладая и кинетической и равной ей потенциальной энергией, имеет тем самым общую энергию:

$$E = \frac{3}{2} kT + \frac{3}{2} kT = 3kT.$$

Теплоёмкость одной грамм-молекулы твёрдого тела

$$C_v = 3kN_A \cong 6 \text{ кал/моль. град.}$$

N_A — число молекул в грамм-молекуле, число Авогадро.

Таким образом, мы пришли к закону Дюлонга и Пти. Молярные теплоёмкости всех твёрдых тел равны и независимы от температуры. Однако этот закон не подтверждается опытами. Теплоёмкость твёрдых тел убывает с понижением температуры и достигает значения $3N_A k = 3R$ (R — газовая постоянная) только при более высоких температурах (для большинства веществ при комнатной температуре). Для объяснения этого расхождения пришлось ввести квантовые представления, что и было сделано Эйнштейном, который предположил, что атомы в кристалле, способные выполнять гармонические колебания — гармонические осцилляторы — могут приобретать и отдавать свою энергию только в виде отдельных порций — квантов энергии, равных

$$\epsilon = h\nu.$$

Здесь h — постоянная Планка, равная $6.56 \cdot 10^{-27}$ эрг. см; ν — собственная частота колебаний осциллятора.

Таким образом, отдельные осцилляторы могут иметь энергию $h\nu$, $2h\nu$, $3h\nu$ и т. д., но не промежуточные значения. Относительное число осцилляторов, обладающих энергией $nh\nu$ при данной температуре, определяется фактором

$$e^{-\frac{nh\nu}{kT}}.$$

Полная энергия совокупности N_A осцилляторов равна:

$$E = 3N_A \sum_{n=1}^{\infty} e^{-\frac{nh\nu}{kT}} nh\nu = 3N_A \frac{h\nu}{\frac{h\nu}{kT} - 1},$$

откуда получаем для теплоёмкости формулу Эйнштейна:

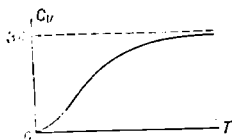
$$C_v = 3N_A \frac{e^{\frac{h\nu}{kT}} \left(\frac{h\nu}{kT} \right)^2}{\left(e^{\frac{h\nu}{kT}} - 1 \right)^2}. \quad (6)$$

Таким образом, теплоёмкость оказывается зависящей от температуры. При высокой температуре (когда $kT \gg h\nu$) это выражение переходит в классическое. Зависимость

теплоёмкости от температуры изображена на фиг. 4.

Эйнштейн приписывал всем атомам в кристалле одну и ту же частоту ν . Различие классической и квантовой точек зрения сводится здесь к тому, что если ранее степени свободы просто подсчитывались, то в квантовой теории они «взвешиваются» — число атомов с данной энергией определяется её величиной.

Следующим шагом вперёд в учении о теплоёмкости явилась теория Дебая. Кривая фиг. 4 правильно передаёт общий ход экспериментальной



Фиг. 4

кривой, но всё же неточно воспроизводит опытные данные. Для того, чтобы описать их точнее и установить более убедительную физическую картину явления, Дебай предположил, что можно рассматривать кристалл как непрерывную среду, выполняющую упругие колебания. Упругие волны, распространяющиеся в кристалле, имеют сплошной спектр, обладают непрерывным набором частот. Очевидно, что мы непосредственно встречаемся с этими упругими волнами в акустических явлениях — распространение звука в твёрдом теле это и есть распространение таких упругих колебаний — продольных и поперечных. При нагревании кристалла в нём возбуждаются Дебаевские упругие — акустические волны. Следовательно, они ответственны за механизм теплоёмкости. Отличие от предыдущей точки зрения на теплоёмкость сводится к тому, что вместо одной частоты, свойственной атомам в кристалле, по Эйнштейну согласно Дебаю, имеется сплошной набор частот от кривой до некоторой предельной. Теория Дебая даёт лучшее совпадение с опытом, чем теория Эйнштейна, и, в частности, приводит к хорошо подтверждаемому опытом закону, согласно которому при низких температурах теплоёмкость про-

порциональна кубу абсолютной температуры:

$$C_V = aT^3. \quad (7)$$

Ни Эйнштейн, ни Дебай не устанавливали никакой связи между термическими и оптическими свойствами кристаллов. Несмотря на то, что Эйнштейн ввёл волны плотности при вычислении флуктуаций и он же дал первую теорию теплоёмкости, а Дебай установил реальную роль упругих колебаний кристалла как целого в теплоёмкости, эти представления не объединялись. Синтез теорий термодинамических, акустических и оптических свойств кристаллов был впервые осуществлён в работах крупнейшего советского физика акад. Л. И. Мандельштама.

§ 5. Тонкая структура релеевской линии при рассеянии кристаллов

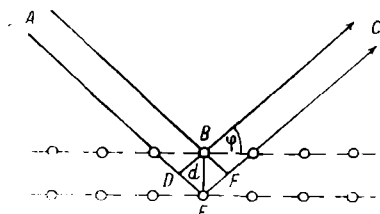
До сих пор мы молча предполагали, что спектральный состав рассеянного света тот же, что и первоначального, падающего на вещество. Это означает, что если мы освещаем вещество светом монохроматическим, обладающим одной определённой длиной волны, то предполагается, что и в рассеянном свете будет тоже только одна спектральная линия той же длины волны. Однако, как показал Л. И. Мандельштам, это не должно быть так (даже, если отвлечься от явления комбинационного рассеяния света, о котором мы здесь не говорим).

Идея Л. И. Мандельштама заключалась в том, что Эйнштейновские волны — составляющие ряда Фурье, представляющего флуктуации плотности в кристаллах и жидкостях — в действительности являются реальными акустическими волнами, фигурирующими в теории Дебая.

Мы можем представить себе, согласно изложенному, что кристалл при данной температуре пронизан по всем направлениям упругими волнами — акустическими волнами Дебая. Иными словами, флуктуации плотности в кристалле имеют периодичность, определяемую частотами этих волн. Следовательно, кристалл представляет

собой пространственную дифракционную решётку, и рассеяние света на такой решётке должно быть подобным рассеянию рентгеновых лучей кристаллом. Разница между первым и вторым случаем состоит в том, что рассеяние света осуществляется на периодических сгущениях плотности, а рассеяние рентгеновых лучей — на периодически расположенных атомах, ионах или молекулах.

Как показал английский физик Брэгг и независимо от него русский кристаллограф Вульф, рассеяние рентгеновых лучей кристаллом может рассматриваться как результат отражения света от периодически расположенных кристаллических плоскостей (фиг. 5). Пусть плоская волна падает на поверхность кристалла под углом скольжения φ . Отражаясь от



Фиг. 5

двух последовательных кристаллических плоскостей, как от зеркал, лучи ABC и AEC интерферируют друг с другом. Очевидно, что они дадут максимум отражения, усилят друг друга, если разность путей ABC и AEC будет равна целому числу их длин волн света. Имеем:

$$AEC - ABC = DE + EF = 2d \sin \varphi = n\lambda.$$

Это — так называемая формула Брэгга — Вульфа (d — расстояние между кристаллическими плоскостями, $n = 1, 2, 3$ и т. д.).

В нашем случае звуковых волн (собственно говоря, гиперзвуковых, так как они обладают очень высокими частотами, о чём см. ниже) роль постоянной решётки d играет длина гиперзвуковой волны Λ . Кроме того, в отличие от случая рассеяния рентгеновых лучей на дискретных центрах — атомах, наша акустическая решётка имеет синусоидальное распределение плотности. Как показал Релей, в этом

случае взаимное усиление лучей в результате интерференции может происходить только при $n=1$. Таким образом, имеем формулу:

$$2\Lambda \sin \frac{\theta}{2} = \lambda, \quad (8)$$

где $\theta = 2\varphi$ — угол между направлением падающего и рассеянного света.

Но периодически расположенные в пространстве флюктуации плотности $\Delta\rho$ периодичны и во времени. Они колеблются с частотой звуковой (гиперзвуковой) волны Ω . Имеем:

$$\Delta\rho = A \sin \frac{2\pi}{\Lambda} x \cdot \cos 2\pi\Omega t.$$

Напряжённость электрического поля рассеянной световой волны должна быть пропорциональна $\Delta\rho$. Имеем:

$$E = B \cos 2\pi\nu t = C\Delta\rho \cos 2\pi\nu t = D \cos 2\pi\Omega t \cos 2\pi\nu t.$$

Здесь ν — частота падающей световой волны. Только что написанное нами выражение для рассеянной световой волны характеризуется амплитудой:

$$B = D \cos 2\pi\Omega t.$$

Иными словами, сама амплитуда такой волны периодически зависит от времени. Таким образом, мы имеем дело с колебанием, модулированным по амплитуде.¹ На основании известной тригонометрической формулы можно представить рассеянную волну в виде:

$$B = D \cos 2\pi\Omega t \cos 2\pi\nu t = \frac{D}{2} \cos 2\pi(\nu + \Omega)t + \frac{D}{2} \cos 2\pi(\nu - \Omega)t.$$

¹ С такими колебаниями приходится встречаться достаточно часто. Радиопередача ведётся на волнах определённой частоты — это так называемая несущая частота. Мембрана микрофона, включённого в схему радиопередатчика, колеблется со значительно меньшими звуковыми частотами, определяемыми звуками музыки или человеческой речи. Эти колебания мембраны периодически изменяют амплитуду волны, излучаемой радиопередатчиком. В приёмном устройстве осуществляется отделение несущей частоты от модулирующих и воспроизводятся звуковые модулирующие колебания.

Следовательно, вместо одной частоты ν падающего света в рассеянном свете должны присутствовать две частоты: $\nu + \Omega$ и $\nu - \Omega$. При этом для того, чтобы осуществлялось рассеяние, частота должна, согласно изложенному, удовлетворять условию:

$$2\lambda \sin \frac{\theta}{2} = \lambda.$$

Обозначив скорость света буквой c , а скорость гиперзвуковых волн буквой v , имеем:

$$\Lambda = \frac{v}{\Omega}, \quad \lambda = \frac{c}{\nu}$$

и, следовательно,

$$\Omega = 2\nu \frac{v}{c} \sin \frac{\theta}{2}.$$

Таким образом, вместо одной линии с частотой ν , мы, осуществив спектральное разложение рассеянного света, должны наблюдать две линии с частотами:

$$\nu \pm \Delta\nu = \nu \left(1 \pm \frac{2v}{c} \sin \frac{\theta}{2} \right). \quad (9)$$

Мы должны наблюдать вместо одной линии дублет, с расстоянием между компонентами

$$2\Delta\nu = 4\nu \frac{v}{c} \sin \frac{\theta}{2}.$$

Это расстояние очень мало, так как v много меньше c , и зависит от угла наблюдения θ .

При наблюдении под прямым углом

$$2\Delta\nu = 2\sqrt{2}\nu \frac{v}{c}.$$

Формула (9) была выведена Л. И. Мандельштамом и, независимо, Бриллюеном.

К тому же результату можно прийти и из иных физических соображений. Для каждого направления в кристалле мы имеем две волны, бегущие во взаимно-противоположных направлениях. По отношению к световой волне каждая звуковая волна может рассматриваться как зеркало, движущееся со скоростью v в направлении, определяемом углом θ . При отражении света от движущегося

зеркала частота световой волны применяется вследствие так называемого явления Допплера. Расчёт вновь приводит к выражению (9).

По предложению акад. Л. И. Мандельштама, профессор Ленинградского университета Е. Ф. Гросс предпринял экспериментальную проверку изложенной теории. Эксперимент является чрезвычайно трудным, так как расщепление $2\Delta\nu$ очень незначительно и не может быть обнаружено при работе с обычным спектрографом. Для его наблюдения необходимо воспользоваться методами интерференционной спектроскопии. Оценим примерный порядок величины $\Delta\nu$ и, соответственно, $\Delta\lambda$. Освещаем кристалл кварца светом ртутной лампы с $\lambda = 4358 \text{ \AA}$ ($\nu = 7 \cdot 10^{14} \text{ сек}^{-1}$). Угол рассеяния $\theta = 90^\circ$. Скорость звука в кварце $\sim 6000 \text{ м/сек} = 6 \cdot 10^5 \text{ см/сек}$. Имеем:

$$2\Delta\nu = 2 \cdot 7 \cdot 10^{14} \frac{6 \cdot 10^5}{3 \cdot 10^{10}} \frac{\sqrt{2}}{2} = 2 \cdot 10^{10} \text{ сек}^{-1}$$

$$\frac{2\Delta\nu}{\nu} = 3 \cdot 10^{-5}$$

и

$$\begin{aligned} 2\Delta\lambda &= 2\lambda \left(\frac{c}{\nu} \right) = -2c \frac{\Delta\nu}{\nu^2} = -\lambda \frac{2\Delta\nu}{\nu} = \\ &= 4358 \cdot 10^3 \cdot 3 \cdot 10^{-5} = 0.13 \text{ \AA}. \end{aligned}$$

Таким образом, расстояние между компонентами дублета должно быть порядка $0.13 \text{ \AA}$. Преодолев трудности, связанные с необходимостью работать с очень чистым образцом кристалла и с поддержанием постоянной температуры всей оптической установки с точностью до тысячных долей градуса, Е. Ф. Гросс смог наблюдать предсказанное Л. И. Мандельштамом расщепление линии релеевского рассеяния.

Только через три года, после ряда неудачных попыток французских и индийских авторов, опыты Гросса были воспроизведены за границей (Раммом и Мейером в лаборатории Дебая).

При дальнейшем, более детальном исследовании Е. Ф. Гросс обнаружил, что в действительности релеевская линия расщеплена не на две, а на шесть компонент. Для кварца получилась картина, изображённая на

схематическом рисунке (фиг. 6). Эти результаты легко объясняются, если учесть, что, наряду с продольной, в кристалле распространяются ещё и две поперечные звуковые волны. Скорость трёх волн различна. Их значения, вычисленные из наблюдаемого расщепления, хорошо совпадают с установленными другими методами.

В аморфном твёрдом теле (стекло) скорости двух поперечных волн должны совпадать, и вместо секстетного расщепления должно наблюдаться квартетное.

Наконец в жидкостях Гросс установил дублетное расщепление и, кроме того, несмещённую компоненту с интенсивностью, превышающей интенсивность компонент дублета.

§ 6. Тонкая структура релеевской линии при рассеянии жидкостями

На фиг. 6 приведена схема строения релеевской линии во всех изученных случаях. Глубокое исследование



Фиг. 6

этих явлений привело к ряду существенных выводов о свойствах жидкостей.

Наличие двух расщеплённых компонент для жидкостей свидетельствует о том, что и в жидкости флуктуации плотности могут быть рассматриваемы как результат распространения гиперзвуковых волн. Однако, в отличие от твёрдого тела, жидкости дают дублетное, а не квартетное расщепление, что объясняется неопределённостью модуля сдвига в жидкости — отсутствием в ней поперечных звуковых волн.

Непонятным на первый взгляд является существование несмещённой компоненты. Однако в 1934 г.

оно было объяснено акад. Л. Д. Ландау и Плачеком, опубликовавшими без вывода следующую формулу, определяющую отношение интенсивностей несмещённой компоненты и двух компонент дублета:

$$\frac{I_{\nu}}{I_{\nu + \Delta\nu} + I_{\nu - \Delta\nu}} = \frac{C_p - C_v}{C_v}. \quad (10)$$

Здесь C_p — теплоёмкость при постоянном давлении, C_v — при постоянном объёме.

И за компоненту с частотой ν и за компоненты с частотами $\nu \pm \Delta\nu$ ответственны флуктуации плотности.

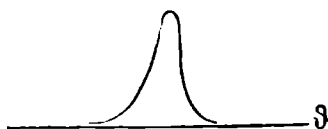
Однако распространение упругих звуковых волн, адиабатический процесс, происходящий при постоянной энтропии, есть не единственный процесс, определяющий возникновение $\Delta\rho$. Возможен и второй процесс, происходящий при постоянном давлении (изобарический) и определяемый теплопроводностью среды. Первый процесс связывает флуктуации $\Delta\rho$ с флуктуациями давления Δp , а второй — с флуктуациями энтропии ΔS . Так как флуктуации энтропии изменяются во времени гораздо медленнее, чем флуктуации давления (скорость рассасывания флуктуаций энтропии определяется теплопроводностью, скорость изменений флуктуации давления — распространением гиперзвуковых волн), рассеяние, на $\Delta\rho$, определяемой ΔS , не может привести к заметному расщеплению, но лишь к некоторому расширению центральной компоненты. Расчёт интенсивностей, пропорциональных средним квадратичным флуктуациям, приводит к формуле Ландау—Плачека.¹ Так как у твёрдых тел $C_p - C_v \ll C_v$, центральная компонента в случае кристаллов не наблюдается. Напротив, в случае жидкостей $C_p - C_v$ может быть и больше, чем C_v .

Формула Ландау—Плачека была подтверждена экспериментально. Компонента релеевской линии имеет конечную ширину, которая превосходит ширину спектральной линии падающего света.

¹ Этот расчёт был впервые опубликован Е. Ф. Гроссом.

Рассмотрим, чем это объясняется.

Вообще говоря, всякая спектральная линия не является идеально узкой, но обладает определённой шириной (фиг. 7). Очевидно, что идеально узкой линии должно было бы соответствовать одно определённое значение частоты (длины волны). Таким определённым значением частоты может обладать только бесконечная



Фиг. 7

синусоидальная волна, распространяющаяся из $-\infty$ в $+\infty$. Но всякая волна имеет начало и конец в пространстве и времени. Если в спектрограф попадает волна ограниченная, то в спектре вместо идеально узкой линии появится ряд линий, слитых в полосу конечной ширины. Это объясняется тем, что ограниченная световая волна может быть представлена наложением набора бесконечных синусоид с несколько отличающимися друг от друга значениями частот. Эти синусоиды могут быть подобраны таким образом, чтобы они гасили друг друга в тех областях пространства, в которых волна отсутствует, и давали правильную картину ограниченной волны в той области, где бежит эта волна. Таких синусоидов потребуется тем больше, интервал их значений частот будет тем шире, чем короче ограниченный световой импульс. Такое разложение имеет математический смысл. Но любой спектральный прибор обладает как раз тем свойством, что он разлагает любой ограниченный световой импульс, световую волну, на совокупность бесконечных импульсов, частоты которых и наблюдаются в спектре. Таким образом, ширина спектральной линии, интервал значений частот тем больше, чем короче световой импульс, чем меньше время его существования. Очевидно, что в нашем случае время существования рассеянных световых импульсов определяется временем существования флуктуаций, на которых и происхо-

дит рассеяние. Ширина центральной компоненты релеевской линии будет тем больше, чем выше теплопроводность жидкости, так как именно теплопроводность вызывает рассеивание флуктуаций энтропии. Ширина компонент дублета тем больше, чем быстрее затухают звуковые волны в жидкости, чем больше их поглощение. Ясно, что при достаточно большом коэффициенте поглощения звука расширение компонент дублета может быть столь значительным, что они сольются и дублет наблюдать не удастся. Согласно Л. И. Мандельштаму и М. А. Леонтовичу, условие разрешимости дублета имеет вид:

$$a\Lambda \ll 1. \quad (11)$$

Здесь a — коэффициент поглощения звука, Λ — длина звуковой волны.

Поглощение звука в жидкости определяется, в основном, её вязкостью. Механизм затухания звука состоит в том, что энергия звуковой волны тратится при её прохождении в жидкости на сдвиг молекул жидкости и на объёмное сжатие жидкости. Коэффициент поглощения звука выражается формулой:

$$a = \frac{(2\pi\Omega)^2}{2\nu^3} \left\{ \frac{4\eta}{3\rho} + \frac{\zeta}{\rho} + b \left(\frac{C_p - C_v}{C_v} \right) \right\}. \quad (12)$$

Здесь b — теплопроводность, η — сдвиговая, обычная вязкость, а ζ — так называемая вторая вязкость, характеризующая потерю энергии на объёмное сжатие. Несмотря на то, что на роль второй вязкости при поглощении звука указывал ещё в прошлом веке Стокс, только в последние годы удалось составить некоторое представление о физическом смысле этой величины. На значение второй вязкости для рассматриваемых явлений указали Л. И. Мандельштам и М. А. Леонтович.

При больших частотах звуковых волн (в случае ультразвука частота Ω имеет порядок величины 10^7 — 10^8 герц¹, в то время как для обычного звука $\Omega \sim 10^2$ — 10^3 герц) возможны специфические процессы. Под действием ультразвуковой волны молекулы жид-

¹ Один герц соответствует одному периоду в секунду.

кости или газа приобретают кинетическую поступательную или вращательную энергию, которая через некоторое время τ может перейти на внутренние колебательные степени свободы в том случае, если молекула состоит более чем из одного атома.

Так обстоит дело в случае газа. В жидкостях, даже построенных из одноатомных молекул, внешняя энергия может через некоторое время τ истратиться на изменение сил междумолекулярного взаимодействия, на смещение химического равновесия и т. д. Следовательно, жидкость или многоатомный газ всегда обладает второй вязкостью, связанной именно с этими процессами передачи энергии, протекающими за время τ . Очевидно, что, если частота звуковой волны заметно меньше τ , эти процессы не успеют осуществиться раньше, чем энергия, приносимая звуковой волной, успеет перейти на внутренние степени свободы — она уйдет обратно, так как за адиабатическим сжатием последует расширение. Поэтому при низких частотах Ω вторая вязкость ζ не играет заметной роли; напротив, при высоких частотах колебаний сама величина ζ должна зависеть от частоты, особенно в той области, где Ω близка к $\frac{1}{\tau}$. Поэтому при высоких частотах может и не соблюдаться условие, вытекающее из формулы (12), согласно которому $\frac{a}{\Omega^2}$ есть величина постоянная. Именно этими обстоятельствами — зависимостью второй вязкости от частоты — объясняется, согласно Мандельштаму и Леонтовичу, возможность наблюдения дублета в реальных жидкостях. В самом деле, измерив коэффициент поглощения ультразвука в бензоле, Бажулин нашёл, что

$$a\Lambda = a\left(\frac{1}{\Omega}\right)^2 v\Omega \cong 10,$$

т. е. условие разрешимости дублета $a\Lambda \ll 1$ никак не выполняется. Между тем, он хорошо наблюдаем. Дело в том, что опыты Бажулина относились к ультразвуку с частотой 10^8 , и данные, полученные при этой частоте, экстраполировались на частоты гиперзвуковых Дебаевских волн, имеющих порядок величины 10^{10} . Надо думать, что частота 10^8

лежит ниже, а частота 10^{10} — выше критической частоты $\frac{1}{\tau}$, и поэтому в области 10^{10} герц коэффициент поглощения звука резко падает и соответственно уменьшается произведение $a\Lambda^1$. Примечательно изменение вида дублета при повышении температуры. При 30° четыреххлористый углерод даёт резкий дублет, который сливается при 70° С. В свете изложенных представлений очевидно, что это означает ускорение процессов передач энергии внутренним степеням свободы с ростом температуры — τ уменьшается, с ростом T и соответственно увеличивается a , а значит и $a\Lambda^1$.

Из всего рассказанного следует, что изучение тонкой структуры релеевской линии в жидкостях представляет весьма эффективный способ изучения свойств жидкости — второй вязкости, поведения жидкости по отношению к гиперзвуковым волнам. Таким образом, оптические исследования позволяют изучить акустические свойства среды.

В заключение необходимо указать, что, наряду с флуктуациями плотности (давления и энтропии) в жидкостях, но, как правило, не в кристаллах, возможны флуктуации ориентации, флуктуации анизотропии. Рассеяние на этих флуктуациях создаёт дополнительный общий фон релеевской линии. Фон этот деполяризован. Кроме того, рассеяние в жидкостях характеризуется ещё весьма широким и интенсивным фоном, простирающимся в обе стороны от релеевской линии на десятки ангстрем. Это так называемые крылья релеевской линии. Об их природе мы подробно расскажем в следующей статье, которую мы посвятим комбинационному рассеянию света.

¹ В случае газа коэффициент поглощения звука выражается, согласно Кнезеру, формулой:

$$a = \frac{C_2}{VC_p} \frac{2\pi\Omega^2\tau}{1+4\pi^2\Omega^2\tau^2} \left(\frac{C_1}{C_v}\right)^2,$$

где C_1 — теплоёмкость, приходящаяся на внешние, C_2 — на внутренние степени свободы, а C_v — их сумма.

Отсюда, при Ω много больших $\frac{1}{\tau}$,

$$a \cong \frac{\text{const}}{\tau}.$$

Богатые возможности исследования жидкостей и твёрдых тел, а также отдельных молекул в газах, представляемые рассеянием света, ещё далеко не использованы. Работа в этой области, в которой наиболее существенный вклад сделан советскими физиками, продолжается и обещает принести ценные плоды.

Литература

К § 1: Г. Ландсберг. Оптика. Гостехиздат, 1947; М. Борн. Оптика. ОНТИУ, 1937. — К § 2: А. Einstein. Ann. d. Phys.,

33, 1275, 1910; М. Леонтович. Статистическая физика. Гостехиздат, 1946. — К § 3: Стюарт. Структура молекул. ОНТИУ, 1937; М. Волькенштейн. Строение молекул. Изд. АН СССР, 1947; А. Ансельм. Ж. Э. Т. Ф., 17, 489, 1947. — К § 4: М. Борн. Современная физика. ОНТИ, 1935. — К § 5: Л. Мандельштам. ЖРФХО, ч. физ., 58, 381, 1926; L. Brillouin. Ann. d. Phys., 17, 88, 1922; Е. Гросс. Nature, 126, 201, 400, 603, 1930; 129, 722, 1932. — К § 6: Л. Ландау и Плачек. Sow. Phys., 5, 172, 1934; Е. Гросс. Acta Physicochimica URSS, 20, 459, 1945; В. Гинзбург. Изв. АН, сер. физ., 9, 174, 1945; Л. Мандельштам и М. Леонтович. ДАН, 3, 111, 1936; Ж. Э. Т. Ф., 7, 438, 1937; П. Бажулин. Sow. Phys., 8, 354, 1935; И. Михайлов. Вестн. ЛГУ, № 3, 1947; Я. Френкель. Кинетическая теория жидкостей. Изд. АН СССР, 1945.

АЛЬБЕДО ЗЕМНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ

Т. Т. ПЛЕШКОВА

Изучение отражательной способности различных типов естественных поверхностей (почвы, растительности, снежного покрова, водной поверхности, облаков и т. п.) имеет большое значение для выяснения ряда процессов, происходящих в атмосфере. Кроме этого, знание отражательной способности (альбедо¹) земных образований необходимо для вычисления радиационного а следовательно, и теплового баланса, т. е. для решения важнейшей задачи актинометрических наблюдений, для целей аэрофотосъёмки, строительной техники, светотехники и решения ряда других вопросов.

Для того, чтобы иметь возможность полностью ответить на все запросы, следует изучать альбедо не только для интегрального потока радиации, но и для отдельных спектральных областей. Величины альбедо для отдельных спектральных областей представляют большой интерес для медицины (курортное дело, горные санатории), для физиологии растений, для биологических процессов, происходящих в верхнем слое почвы. Для последней цели особенно интересно изучить альбедо для коротковолновой радиации и, особенно, её ультрафиолетовой части.

Солнечная и рассеянная лучистая энергия, достигающая земной поверхности, поглощается последней не целиком. По определению Ольдриха, альбедо составляет около 43% от всей радиации, падающей на верхнюю границу атмосферы. Остальные 57% радиации проходят через земную атмосферу, причём непосредственно в земной атмосфере поглощается только весьма малая доля этой радиации. Радиация, обратно отражённая в межпланетное пространство, составляет альбедо земли и является её физиче-

ской характеристикой. Д-р Симпсон [11] пришёл к заключению, что крупная потеря солнечной радиации отражением от снега есть одна из главных причин, почему температура воздуха антарктического лета не достигает 0° С.

Несмотря на большую роль отражённой энергии в общем круговороте лучистой энергии, в метеорологии наиболее интенсивно стали изучать альбедо лишь 20 лет тому назад, т. е. со времени, когда А. Онгстремом [9] был предложен простой метод его измерения (сконструирован был пиранометр). Тогда же впервые была определена и отражательная способность некоторых поверхностей: снега, травы, песка, чернозёма, вершин хвойных и лиственных деревьев. Так как конструкция этого прибора была недостаточно удобна для производства исследований в походных условиях, то несколько позднее Н. Н. Калитиним была предложена новая конструкция прибора. Н. Н. Калитину и принадлежит большое число экспериментальных работ, проведённых у нас в СССР.

Измерение альбедо для полного потока радиации производится очень просто и быстро. Особенно удобен для этой цели походный альбедометр [2].

Для измерения альбедо коротковолновой части спектра Н. Н. Калитин применял фотоэлектрический метод (калиевый и селеновый фотоэлементы) [3]. Пользуясь различными фотоэлементами и фильтрами, можно производить измерения альбедо земной поверхности в отдельных спектральных областях. Для измерения альбедо в видимой части спектра (т. е. от $\lambda = 0.380 \mu$ до $\lambda = 0.760 \mu$) Ричардсон и Дорно пользовались фотометрическими измерениями.

Альбедо для полной и коротковолновой радиации могут значительно отличаться друг от друга. Альбедо для коротковолновой всегда меньше, чем для полной.

Рассеивающая поверхность деятельного слоя (даже для одного и того же типа) может быть различна в связи с изменением физического

¹ Под альбедо принято понимать количество лучистой энергии, отражённой от поверхности тела, выраженное в процентах от падающей лучистой энергии. Так, если напряжение падающей радиации обозначим через A , а отражённой через a , то альбедо будет равно $\frac{a}{A}$.

состояния и вида этой поверхности. Так, например, по-разному будет отражать лучистую энергию обнажённая почва в зависимости от того, сухая она или влажная, разрыхлённая или уплотнённая, выравненная или комковатая и т. п. Поэтому необходимо изучать альbedo деятельного слоя земной поверхности не только отдельными измерениями, но и непрерывной регистрацией, особенно, если эти данные будут использованы для расчётов баланса лучистой энергии или изучения термического режима деятельного слоя. Значительную роль в отражении играет высота солнца и степень облачности, т. е. разница между ясным небом и небом, покрытым облаками. Чтобы при измерениях альbedo исключить возможное зеркальное отражение, наблюдения следует производить при отсутствии солнца, т. е. когда весь небесный свод покрыт облаками. Зависимость величины отражения от высоты солнца в настоящее время исследована достаточно подробно только для водной поверхности.

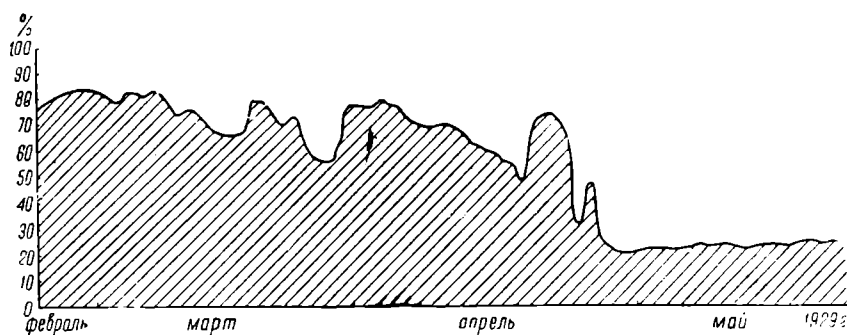
Кроме проводимых измерений непосредственно с деятельного слоя, подобные измерения проводились также с самолёта и с аэростата. Такого вида наблюдения производили Кимбалл и Ханд [10], которые измеряли альbedo земной поверхности на различных высотах с аэропланов как для всего видимого спектра, так и для отдельных участков его, с помощью светофильтров. Аналогичные работы у нас в СССР проводились А. А. Дмитриевым. Такой метод измерений даёт меньшие значения. Эта закономерность Альбрехтом была объяснена тем,

что во время измерений с самолёта охватываются большие участки площади, куда попадают и теневые участки, которые и уменьшают альbedo.

Величины альbedo для различных естественных поверхностей значительно отличаются друг от друга. Эта разница особенно велика в случае, если земная поверхность покрыта снежным покровом. Охарактеризовать отражательную способность какой-либо изучаемой поверхности одной определённой величиной альbedo очень трудно, так как в условиях одной и той же поступающей радиации количество отражённой энергии колеблется в больших пределах в зависимости от рода и состояния поверхности. Даже один и тот же участок однородной поверхности может значительно менять свои отражательные свойства с течением времени. Поэтому правильнее указывать крайние величины альbedo, которые были получены различными методами. В результате проделанных работ можно привести здесь некоторые величины альbedo различных земных образований.

Альbedo снежного покрова в зависимости от состояния поверхности изменяется в очень больших пределах: от 94% [7] для сухого и отличающегося исключительной белизны чистого снега до 45% [6] для загрязнённого, сильно пористого и пропитанного водой. Последняя величина может быть ещё меньшей в зависимости от увлажнения снега. Полученная высокая максимальная величина подтверждается и измерениями Н. Н. Калитина в Павловске.

Как меняется отражательная способность снежного покрова в зависи-



Фиг. 1. Альbedo снежного покрова.

мости от вида и состояния его в течение длительного времени — наглядно показано Н. Н. Калитиным^[4] на графике (фиг. 1), составленном по почти ежедневным наблюдениям в зимне-весенний период в течение 3½ месяцев (с 16 февраля по 28 мая 1929 г.).

Чтобы объяснить колебания величин альbedo, т. е. спусков и подъёмов кривой, необходимо знать погодные условия рассматриваемого периода и, прежде всего, даты выпадения снега и даты, когда в течение дня была отмечена температура воздуха выше 0° С, т. е. была оттепель. Только эти условия могли повлиять на величину альbedo. Быстрога, с которой меняется поверхностный слой, зависит, прежде всего, от господствующей над ним температуры воздуха. После анализа выясняется, что до 12 марта стояла устойчивая, без оттепелей погода с частыми снегопадами, что поддерживало альbedo на одном уровне. Затем с 12 по 14, с 20 по 23 и с 27 по 29 марта наблюдалась оттепель. Во все эти дни отмечено резкое падение величин альbedo (до 55% 29 и 30 марта). Далее, до середины апреля, альbedo непрерывно уменьшается с 79% до 46%. В этот период снегопадов не было и максимальная температура воздуха несколько раз была отмечена выше 0°. Последнее обстоятельство сказалось на таянии, снег слёживался, и отражательная способность его уменьшалась. Значительное увеличение величин альbedo 15 и 16 апреля (73%) объясняется свежавыпавшим снегом при температуре воздуха ниже 0°. 23 апреля снеговой покров сошёл, и далее кривая относится уже к альbedo травяного покрова.

Величины альbedo для свежавыпавшего снега чрезвычайно зависят от того, когда и в каких условиях были проведены измерения. Определение альbedo для такого снега необходимо делать по возможности непосредст-

венно после его выпадения, так как слёживание снега значительно сказывается на величинах альbedo.

Подтверждение сказанному можно найти в статье Х. Тамса^[12], который в своей работе приводит измерения альbedo (в %) по часовым промежуткам 15 и 16 апреля 1937 г. (табл. 1).

В первый день, т. е. 15-го, на поверхность старого снега толщиной в 87 см выпал новый слой в 5 см при средней температуре на поверхности снега — 0.3°. Сумма солнечной радиации за день равна 288 калориям.

Во второй день — слой 7 см при средней температуре воздуха — 5.0° и минимальной на поверхности снега — 17.5°. Дневная сумма солнечной радиации составила 505 калорий.

Отсюда можно сделать заключение, что на скорость изменения альbedo прежде всего оказывает влияние средняя температура воздуха. Большой приток радиации при низких температурах воздуха мало изменяет альbedo.

Альbedo морского льда. Эти исследования проводились у нас в Арктике Н. Т. Черниговским^[8] и в Кандалакшском заливе Белого моря П. П. Кузьминым^[9]. В результате проведённых работ Н. Т. Черниговский приводит следующие данные (табл. 2).

Величины, полученные в Кандалакшском заливе, несколько меньше, а именно: для морского льда, слегка пористого, молочно-голубого цвета — 36%, лёд, слегка запорошенный снегом — 31%. Изменение внешнего вида поверхности ледяного покрова увеличивает альbedo. Весенний лёд обычно зелёного или голубого цвета, но, подвергнувшись длительному действию солнца, становится белесоватым.

Альbedo травяного покрова колеблется от 10 до 32%. По измерениям Онгстрема, альbedo травы сильно зависит от увлажнения. Отмечалось, что сухая трава дает альbedo

ТАБЛИЦА 1

Часы Дни	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
15	81	76	72	69	65	62	62	61	62	62
16	—	—	85	86	85	83	83	83	83	—

ТАБЛИЦА 2

Средние значения альbedo различных поверхностей морского льда (в %)

Характер поверхности Полярные станции (в скобках месяцы)	Морской лёд	Озеро со снежицей	Озеро, покрытое наслудом	Тающий снег
О. Уединения (VII)	53	28	38	52
Мыс Челюскина (VII)	48	23	30	52
Мыс Шмидта (VII)	51	25	35	—
Бухта Тикси (V)	—	22	—	—

большее, чем мокрая. Это явление действительно подтверждается и другими авторами, но только при отсутствии солнца. Если же светит солнце и трава от дождя мокрая, то, по данным Н. Н. Калитина, альbedo получается большее, чем для сухой травы. Объяснялось это дополнительным отражением солнечных лучей. Но, как отметил и сам автор, настоящее объяснение следует подтвердить большим числом наблюдений. Фотометрические измерения дают значительно меньшие величины: Дорно получил 6%, Ричардсон 6—15%.

Альbedo грунта может быть очень различно, от 5 до 37%, в зависимости от состояния поверхности. Главную роль играет шероховатость и увлажнение (влияющее на уменьшение альbedo). В этом направлении много исследований принадлежит А. Онгстрему и А. А. Скворцову. Для характеристики приводим несколько величин альbedo (в %).

Чернозём сухой	14
" влажный	8—9
Глина синяя сухая	23
" мокрая	16
Песок кварцевый жёлтый	35
" речной	29
Гумус	26
Поле паровое	5—12
" хлопковое	20—22

Альbedo растительных покровов (в %).

Верхушки молодых дубков и сосен	18
Зелёная трава	18
Верхушки ёлок	14
Заросли ягодных кустарников	9
Зелёные листья клёна	29
Жёлтые листья клёна	39
Лимонно-жёлтые листья клёна	46

Альbedo злакового поля сильно меняется в течение вегетаци-

онного периода^[1]. По мере развития растительности быстро возрастает и альbedo: до всходов оно составляет 5—8%, ко времени уборки достигает 23—25%. В средний период роста, т. е. после смыкания травостоя и до начала созревания, альbedo почти не меняется и равняется 18—19%.

Альbedo водной поверхности. Согласно исследованию, отражающая способность водной поверхности зависит в значительной мере от высоты солнца над горизонтом ($h_{\odot}$). Наименьшую величину альbedo — 2% — отмечают при отвесном падении лучей, т. е. когда солнце находится в зените. С уменьшением высоты солнца альbedo значительно увеличивается: при $h_{\odot} = 10^{\circ}$ оно составляет 34%, а при $h_{\odot} = 2^{\circ}$ уже 78%. Такой ход величин альbedo объясняется теорией отражения радиации солнца от поверхности воды: чем больше высота солнца, тем отражение меньше, и наоборот. Всё это правильно для прямых солнечных лучей. Для радиации, рассеянной атмосферой, альbedo воды в среднем около 8%.

Альbedo облаков различно для разных форм, так как отражение и рассеивание лучистой энергии солнца от облаков находится в зависимости от длин волны радиации и высоты солнца над горизонтом. Штуктей и А. Вегенер на основании фотометрических наблюдений с аэростата пришли к выводу, что для облаков St, Cu и As отражающая способность соответственно равна 54, 64 и 76%.

Альbedo кожи человека среднее для всего спектра принимают равным 35%.

Изучение альbedo для отдельных спектральных областей представляет

особый интерес. Основные работы в этой области у нас в СССР принадлежат Н. Н. Калитину и Е. Л. Кринову. В 1937 г. Н. Н. Калитиным был сконструирован и построен альбедометр, с помощью которого оказалось возможным быстро измерять альbedo в пяти участках спектра. Указанный прибор работает на фотоэлектрическом принципе, в основу конструкции положен селеновый фотоэлемент, приёмной поверхностью служит горизонтально расположенное молочное-матовое стекло. Для изучения альbedo в различных участках

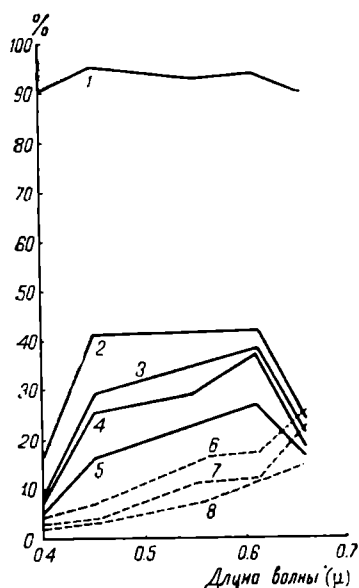
спектра применялись фильтры Шотта. На основании проведенных исследований видно, что с изменением длины волны часто изменяется и величина альbedo, иными словами, отдельные спектральные области радиации по-разному могут отражаться от различных поверхностей.

У всех исследованных объектов наименьшие величины альbedo получают для ультрафиолетовой части. Например, для зелёной травы оно равно 2%. Затем, с увеличением длины волны и альbedo растёт; максимум почти для всех исследованных

ТАБЛИЦА 3
Альbedo различных поверхностей (в, %)

Дата	Фильтры					Облачность	Примечания
	ультра-фиолетовый	синий	зелёный	красный	тёмно-красный		
1937							
Апрель							
30 ○	8	22	28	31	16	10 Ci	Ялта, пляж, галька.
30 ○	12	30	28	32	18	10 Ci	Там же, крупная галька.
30 ○	12	23	28	30	18	10 Ci	Ялта, другой пляж, галька.
30 ○	10	24	27	28	17	10 Ci	Там же, крупная галька.
30 ○	4	7	16	17	26	10 Cs	Ялта, трава над Желтышевским пляжем.
30 ○	6	19	20	20	15	10 Cs	Там же, пляжный отсеянный песок.
30 ○	12	34	37	36	20	10 Cs	Там же, галька.
Май							
1 ○	1	6	15	15	24	7 Ci	Ялта, общественный парк, трава.
1 ○	3	8	18	18	20	7 Ci	Там же, более мелкая и сухая трава.
1 ○	5	16	23	27	16	7 Ci	Ялта, вскопанный виноградник.
2 ○	9	29	35	38	20	1 Ac	Там же, бетонная площадка.
5 ○	4	17	18	11	4	0	Там же, море, пристань.
6 m	7	25	29	37	18	10 St	Там же, деревянный помост.
8 ○	16	41	42	42	24	0	Симеиз, пляж, галька.
8 ○	12	32	32	36	19	0	Там же, крупная галька.
8 ○	4	16	14	32	29	0	Там же, клумба с цветами Селене.
9 ○	8	20	22	31	18	0	Мисхор, пляж, галька.
9 ○	14	33	36	40	24	0	Там же, мокрая галька.
12 ○	11	34	36	37	20	3 Frcu	Ялта, пляж, галька.
12 ○	5	17	20	23	12	3 Frcu	Там же, мокрая галька.
12 ○	11	27	29	30	18	3 Frcu	Ялта, мелкий песок.
12 ○	5	12	14	16	9	3 Frcu	Там же, мокрый песок.
13 ○	8	28	29	23	8	6 Cb	Море, пристань.
14 ○	15	34	34	32	18	0	Ливадия, пляж, галька.
22 m	3	4	8	11	16	9 St	Тузлер, площадка в сосновом лесу, покрытая старыми сосновыми иглами.
22 m	2	4	7	11	15	9 St	Там же, другая площадка.
22 m	2	4	11	12	23	9 St	Тузлер, трава.

поверхностей падает на красную часть и далее альbedo уменьшается. Исключением из этого правила распределения спектрального альbedo представляет растительность (травя свежая и сухая). В этом случае не наблюдается уменьшения альbedo в тёмно-красной части спектра. Величина альbedo непрерывно растёт от коротких к длинным волнам. Для большей на-



Фиг. 2. Спектральные альbedo некоторых поверхностей.

глядности приводим ряд кривых, характеризующих распределение альbedo для некоторых поверхностей, фиг. 2 [5].

Кривая 1 даёт альbedo чистого, свежеснежавшего рыхлого снега. Как видно, альbedo по спектру почти не меняется; небольшое уменьшение наблюдается к крайним участкам спектра. Кривая 2 — альbedo от пляжной гальки. Кривая 3 — от бетона. Кривая 4 — от деревянного помоста пристани. Кривая 5 — от обнажённой почвы в окрестностях Ялты. Последние три кривые дают альbedo: 6 и 7 — от площадок с сочной зелёной травой и 8 — от площадки в сосновом лесу, покрытой сухими сосновыми иглами. Ход последних кривых совершенно отличается от всех других. Величина альbedo непрерывно растёт от коротких длин волн к инфракрасному концу спектра. Интересно заметить, что такой

ход альbedo наблюдается как для свежей (зелёной), так и для сухой растительности. Ход этих кривых получается почти параллельный.

В табл. 3 приведены результаты измерений спектрального альbedo различных поверхностей, полученные по наблюдениям в Крыму.

В первом столбце, кроме месяца и числа, указан ещё значок ϕ или m . Первый из них означает, что в момент наблюдения солнце ярко светило, а второй означает, что солнце было закрыто облаками.

Следует отметить, что, хотя методика этих наблюдений в настоящее время разработана вполне удовлетворительно, но наблюдений над альbedo ещё недостаточно. Все актинометрические приборы дают величину радиации для случая полного её поглощения, т. е. для случая, когда радиация падает на абсолютно чёрное тело или на поверхность, покрытую сажей. Но в природе таких поверхностей нет. Практика требует расчёта радиации для реальных поверхностей, поэтому альбедометрия в этом деле и должна помочь.

Литература

- [1] Б. М. Гальперин. Альbedo сельскохозяйственных угодий. Соц. зерн. хоз., № 5, 1938. — [2] Н. Н. Калитин. Походный альбедометр. Изв. ГГО, № 4, 1930. — [3] Н. Н. Калитин. К методике регистрации альbedo земной поверхности. Изв. ГГО, № 2—3, 1934. — [4] Н. Н. Калитин. Альbedo земной поверхности. Метеоролог. вестн., № 9—12, 1929. — [5] Н. Н. Калитин. Спектральное альbedo земной поверхности на Южном берегу Крыма. Вopr. курортол. № 3—4, 1938. — [6] П. П. Кузьмин. Радиация, отражённая от поверхности моря. Метеоролог. и гидролог., № 7—8, 1939. — [7] Н. Т. Черниговский. Несколько опытов над радиационными свойствами снега и льда Карского моря у о. Уединения в 1935 г. Арктика, № 4, 1936. — [8] Н. Т. Черниговский. О радиационных свойствах снегового покрова и льда арктических морей. Пробл. Аркт., № 6, 1939. — [9] A. Angström. The albedo of various surfaces of ground. Geografiska Annaler, № 4, s. 323, 1925. — [10] H. Kimball and I. Hand. Reflectivity of different kinds of surfaces. Mont. Weath. Rev., v. 57, 1929. — [11] G. C. Simpson. Meteorology British Antarctic Expedition 1910—1913. Scient. results., v. 1, Calcutta, 1919. — [12] Chr. Thams. Über die Strahlungseigenschaften der Schneedecke. (Aus dem Physikalisch. Meteorologischen Observatorium Davos). Gerl. Beitr. zur Geoph., 53, H. 3, 1938.

ШЕЙНЫЕ МЕШКИ У ПТИЦ

Л. А. ПОРТЕНКО

Общеизвестно существование защённых мешков у некоторых млекопитающих, например у мартышек, сусликов. Нечто подобное мне случилось открыть у птиц. В 1934 г. я подробно описал [1] строение шейных мешков у тихоокеанских конюг (*Aethia cristatella*, *Aethia pusilla* и *Cyclorhynchus psittacula*) и атлантического люрика (*Mergulus alle*). Эта находка была сделана в условиях полевой работы осенью 1932 г. Настреляв большое количество чистиковых птиц в бухте Провидения, на Чукотском полуострове, я возвращался на пароходе и во время препаровки обратил внимание на то, что, при самом тщательном затыкании ватой глотки (во избежание изливания содержимого пищевода), после выворачива-

которую, как сначала показалось, был наполнен пищевод. Более тщательное исследование, однако, обнаружило, что перед нами была буквально «двуротая» птица. При открытом клюве у неё можно было ясно видеть два почти одинаковых входных отверстия: одно, как полагается, над языком, другое, вопреки всем сложившимся представлениям — под ним. Это второе отверстие вело в просторный мешок, в который с помощью мензурки можно было влить 16 см³ воды. Расположение органа представлено на фиг. 1, где изображены последовательно (слева направо) шейный мешок, трахея и за нею пищевод с небольшим расширением. Зарисовка сделана по экземпляру большой конюги, у которой был сделан разрез кожи вдоль шеи и снята левая половина нижней челюсти.

Шейные мешки были найдены у самцов и самок, добытых в конце августа. У молодых особей их не только не было, но, напротив, под языком можно было рассмотреть небольшую уздечку. Естественно напрашивался вывод, что мешок развивается у этих птиц с возрастом. Целесообразность этого органа была совершенно очевидна. Конюги гнездятся в ходах и пустотах, естественно образовавшихся под нагромождением крупных обломков скал и камней, а также в россыпях, на скалистых или высоких участках морского побережья, кормятся же в море, вдали от берегов. Их пища состоит из мелких ракообразных, в основном из *Copepoda*, а также *Schizopoda*, *Amphipoda* и других мелких морских беспозвоночных. Я неоднократно наблюдал на взморье в нескольких милях от берега большие и скученные стаи конюг, добывавших ракообразных, которые, повидимому, массами скоплялись в некоторых участках моря. Птицам, вероятно, не приходилось вылавливать их поодиночке, но даже в этом случае, т. е. при сравнительно лёгком



Фиг. 1. Шейный мешок у большой конюги (*Aethia cristatella*).

ния кожи у конюг неизменно пачкались перья размягчённой массой проглоченных мелких ракообразных,

и скором добывании пищи, им предстояло затем донести чрезвычайно нежную, быстро портящуюся добычу на расстояние многих километров до гнезда. Пищевод для такого переноса, разумеется, служил бы плохимместилищем, между тем как особая полость шейного мешка могла полностью обеспечить благополучную доставку свежей морской пищи для птенцов. Если напомнить, что наша обыкновенная серая мухоловка в период выкармливания детей прилетает к гнезду до 40 раз на протяжении одного часа, держа насекомое, реже нескольких, в клюве, то можно вообразить, какую экономию сил представляет шейный мешок для конюги, и насколько полезным является этот орган в горячую пору выкармливания птенцов.

Эти морские птицы, по условиям пребывания на море, трудно добываются. Там, где они многочисленны (а живут они в некоторых колониях тысячами) орнитологи коллектируют редко. Поэтому в коллекциях, особенно в европейских собраниях, конюги представлены небольшим числом экземпляров. По выходе моей статьи^[1] из печати я получил письмо от Е. Штресемана (Е. Stresemann), в котором он сообщал, что в берлинском зоологическом музее оказался такой экземпляр конюги, на котором удалось проверить найденный мною орган. Таким образом, эти исследования получили подтверждение и признание на чужом материале.

Летом 1934 г. я снова коллектировал на Чукотском полуострове и посетил о. Б. Диомид. Каково же было мое удивление, когда я, заглянув в ротовую полость больших конюг, убитых в Уэлене в начале июня, не нашёл и следа шейного мешка. Только у особей, добытых на о. Б. Диомид 23 и 24 июня, я мог установить намечавшиеся первые признаки углубления в ротовой полости под языком. У самца, добытого 23 июня, я убедился в наличии короткого мешка с явственным входом в него. Очень короткий мешок был найден у самки, добытой 24 июня. В 1938 г. П. Т. Бутенко, самостоятельно коллектировавший для меня птиц в бухте Провидения, записал, что в убитой

им 19 мая конюге он обнаружил шейный мешок, правда, очень маленький и только что начинающий развиваться.

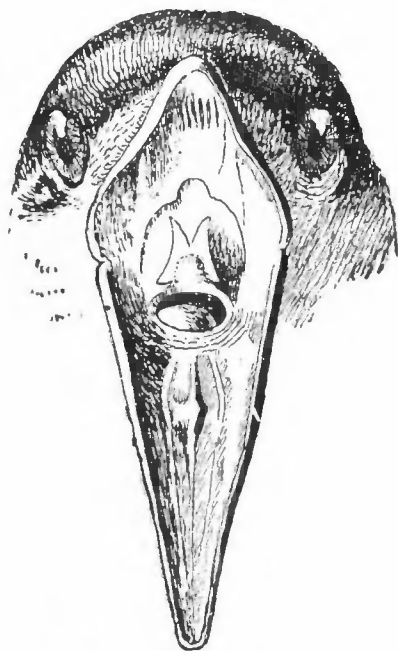
Дополнительное изучение привело меня к выводу, что, по миновании надобности в переносе корма для птенцов на далёкое расстояние, полость шейного мешка у конюг смыкается и исчезает до периода размножения в следующем году. При этом мешок значительно укорачивается, а стенки его срастаются. Насколько это сращение неполно или несовершенно, можно судить по тому, что у июньских экземпляров конюг в момент проведения опытов над ними мне удавалось путём сильного нажатия концом ручки пинцета разделять сросшиеся стенки на глубину более одного сантиметра. Совершенно очевидно, что шейный мешок у конюг претерпевает такое же сезонное изменение, как «зоб» у кулика-дутьша или у дрофы, как кожа на шее глухаря весной, и т. п.

Этот своеобразный, периодически действующий орган не мог возникнуть на основе чистой функции питания. Его возникновение как сезонного образования не могло быть вызвано упражнением и отбором, например, отбором особей, помещавших в полости рта под языком некоторое количество мелких ракообразных. Первопричиной не могло быть и какое-нибудь разжигающее действие самого пищевого материала. Правильнее видеть здесь именно перемену функции. У дрофы^[2] шейный мешок имеет функцию органа вторичного полового значения, он служит для раздувания шеи у самца при токовании в брачный период и развивается с возрастом. Другие функции у него неизвестны, хотя не исключено, что новые исследования могут открыть для него таковые. Установленная мною периодичность функционирования совпадает полностью с обычно понимаемой цикличностью половой деятельности у птиц, и, следовательно, шейный мешок у конюг возник вначале, как у дрофы, в роли вторичного полового признака. Оказавшись способным сначала, вероятно в виде небольшого углубления, приносить пользу в спе-

цифических обстоятельствах жизни конюги, он приобрёл затем путём отбора значительную ёмкость и играет теперь роль не в первой стадии периода размножения, как у дрофы, а действует, переместившись ближе к концу его, ко времени выкармливания молодых. Мы слишком привыкли приписывать органам одну какую-нибудь специфическую функцию, тогда как в любой работе органа сказывается действие его только как части целого организма, и при необходимости, прежняя функция в последнем может переместиться, хотя бы и частично, на другой орган.

*

Более 100 лет назад, в 1841 г. поистине бессмертный Паллас [4] не только упоминал о шейном мешке у ореховки, но и дал краткое описание. «*Saccum sublinguale*», т. е. «подъязыч-

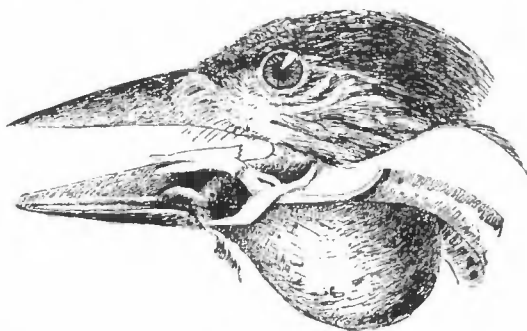


Фиг. 2. Шейный мешок у ореховки (*Nucifraga caryocatactes*).

ный мешочек», как он его назвал, согласно данному им описанию, простирается по глотке до гортани; и птица в него набирает свыше 50 кедровых орешков, весом около 15 г. С тех пор, насколько мне известно,

никто не сделал более обстоятельного описания столь интересного органа.

В 1947 г. во время моих полевых работ в Закарпатской области УССР, по поручению Зоологического института Академии Наук СССР, мне удалось добыть типичную форму ореховки (*Nucifraga caryocatactes caryocatactes*) в условиях, резко отличавшихся от тех, в каких я неоднократно находил её сибирские подвиды. 16 сентября в искусственном еловом насаждении на высоте «750», близ гор Перечин, мною был убит старый самец ореховки, у



Фиг. 3. Шейный мешок у ореховки (*Nucifraga caryocatactes*) сбоку.

которого сквозь сравнительно узкое отверстие под языком, как показано на фиг. 2, виднелся лесной орех (*Corylus avellana*). При исследовании всей полости, лежавшей за отверстием, было обнаружено в ней 9 таких орехов. То, что я держал в руках и видел собственными глазами, сначала мне показалось буквально невероятным. Так, например, всё устройство мешка изобличало полную гомологию с образованием, описанным ранее мною для конюги. Налив из мензурки воду в шейный мешок ореховки, я определил ёмкость его в 15 см³. В своей донной части этот мешок состоял из двух половин, левой и правой, разделённых дериватом подъязычной уздечки, отодвинутым очень далеко назад. Длина мешка, считая от края отверстия, была приблизительно равна 4 см. Вынутые орехи были в скорлупе, но очищены от листовидной обвёртки. Кроме того, в пищеводе ореховки находились куски мягкой сердцевины ореха, который был раздавлен, следует полагать, с помощью бугорка, распо-

ложенного на дне подклювья (фиг. 2 и 3). Мешок в своей задней части сращён с кожей при посредстве соединительной ткани и, таким образом, был прикреплён к мышечным тяжам, которые, сокращаясь, могли выталкивать содержимое мешка. Это выталкивание происходит, несомненно, также при участии движений головы, сопряжённых с прижиманием её к груди и подгибанием шеи. Язык у ореховки почти не обладает свойством растягиваться, тем не менее играет при этом, повидимому, немаловажную роль, так как обладает значительной способностью двигаться вперед и назад. Часть пищеварительного канала в области глотки охватывает сверху трахею и часть верхней стенки шейного мешка.

Из убитой пары ореховок самки, однако, не удалось добыть, как и установить поблизости наличия выводка. О функциональной периодичности, следовательно, в этом случае ничего нельзя сказать.

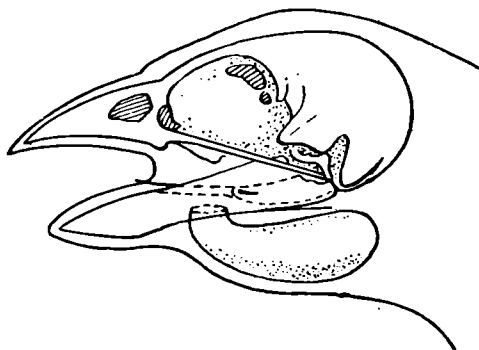
Может оказаться, что наши сибирские ореховки, представляющие другие подвиды, по устройству и величине шейного мешка отличаются от карпатских. Этого тем более можно ожидать, если принять во внимание меньшую величину кедровых орехов, особенно собираемых ореховками на стланиках кедра, по сравнению с лесными.

К сожалению, нам очень мало известны те подробности образа жизни ореховки, которые могли бы полностью объяснить все значения шейного мешка. Несомненно, птица его использует в том случае, когда переносит орехи от места добывания до пункта, где их запасает впрок, но едва ли этот момент жизни ореховки повёл бы к образованию специального органа. Скорее наоборот: наличие второстепенного полового признака впоследствии было использовано в более практических целях переноса орехов. Затем выработались узко специфические черты поведения и образа жизни ореховки в связи с возможностью переносить орехи. Пример с ореховкой, вследствие недостатка наблюдений над её жизнью, не столь вразумителен, как случай с конюгами: ни кедровые орехи, ни тем более лесные нельзя сравнить по величине и сте-

пени сохраняемости с теми мелкими ракообразными, которыми наполняет свой мешок конюга.

*

Ещё в 1893 г. в американской орнитологической литературе появился упоминание, а в 1941 г. был описан А. Г. Миллером (A. H. Miller) [2] сходного типа шейный мешок для медведки (*Leucosticte tephrocotis*) — птицы, обитающей и у нас. В количестве нескольких форм она довольно



Фиг. 4. Шейный мешок у медведки (*Leucosticte tephrocotis*, по А. Миллеру, 1941).

широко распространена в горном ландшафте Сибири, хотя мало известна среди специалистов. Это ближайший родич горного выюрка, которого покойный акад. П. П. Сушкин в 1924 г. отнёс к семейству ткачиков (*Ploceidae*). Миллер, судя по тексту его статьи, не был знаком с шейными мешками у других птиц. Как видно на фиг. 4, скопированной мною из его статьи, шейный мешок у медведки не велик; согласно описанию, он парный, и каждая часть имеет в длину 1.5 см, а в поперечнике 0.5 см. Будучи наполненным, он оттопыривает перья снаружи, но не проглядывает сквозь них. У исследованного экземпляра, оказавшегося самкой, мешок был наполнен насекомыми, которые предназначались, несомненно, для кормления птенцов. Польза органа для этого альпийского вида вполне очевидна. Медведка гнездится высоко в горах, часто по соседству с снежными забоями и фирновыми полями, среди которых гнездо и выводок находят безопасные условия пребывания, но кормовые угодия,

изобилующие насекомыми, отсюда находятся далеко. Птице приходится далеко улетать, притом вниз и вверх, что, разумеется, труднее, чем в условиях передвижения на равнине. Наблюдениями было установлено, что в период наиболее интенсивного роста птенцов, пара медведок прилетала к гнезду в среднем один раз в каждые 45 минут на протяжении дня. Этот интервал слишком велик, чтобы удовлетворить даже одного птенца, поднося ему по одному насекомому. За один прилёт самка, как наблюдалось, наделяла выводок последовательно 25 порциями. Миллер склонялся к мысли, что шейный мешок развился коррелятивно с тенденцией набивать большое количество насекомых в ротовую полость и, возможно, представлял сезонное явление.

*

В своём очерке я хотел обратить внимание на общебиологический интерес, представляемый шейными мешками у птиц, подробно описанными лишь в самое недавнее время и, как мне кажется, ещё недостаточно изученными в очень многих отношениях.

В настоящее время остаётся ещё неизвестным, у каких птиц имеется мешок описанного типа и в каком отношении он находится к сходным образованиям у других видов, например к мешку под клювом пеликана, такому же мешку, но меньшей величины у баклана, и т. д. Особое внимание следует обратить на виды, собирающие мелкую добычу, вроде ласточек, стрижей, мухоловок. В этом отношении можно ожидать ещё много интересных открытий. Дрофа, кулик-дудыш также остаются, с моей точки зрения, ещё неразгаданными со стороны функции шейных образований, имеющих у них. Известна сезонная периодичность развития мешка у ореховки; не выяснено, какие отличия существуют у самца и самки, как мешок изменяется с возрастом и многое другое.

Л и т е р а т у р а

[1] Л. А. Портенко. Заметка о тихоокеанских люриках. Тр. Арктич. пост., **XI**, стр. 5—21, 1934. — [2] Alden H. Miller. The Condor, vol. 43, p. 72—73, 1941. — [3] James Murie. Proceedings Zoolog. Soc. London, № 10, p. 140—142, 1869. — [4] P. Pallas. Zoographia Rosso-Asiatica, 1, p. 398, 1811.

ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ и СТРОИТЕЛЬСТВО СССР

САХАРНЫЙ ТРОСТНИК В СССР

Н. И. ШАРАПОВ

Мировое производство сахара основано главным образом на использовании двух растений: сахарного тростника и сахарной свёклы. Производство сахара из тростника в два раза превосходит выработку его из сахарной свёклы.¹

Сахарный тростник относится к очень древним культурным растениям, время введения его в культуру не установлено.

Микель, Декандоль и Геккель считали, что культура сахарного тростника возникла в странах юго-восточного побережья Азии. В настоящее время большинство исследователей полагают родиной сахарного тростника Бенгалию, вернее — всю обширную область от Бенгалии до Кохинхины.

В России первые случайные попытки возделывать сахарный тростник отмечены в XIV в., а затем в 1779 и 1839 гг., но они никаких заметных следов после себя не оставили.

¹ По данным Ежегодного справочника за 1946 г. (Страны мира. Под ред. П. Ф. Юдина и Р. И. Петрова), было выработано сахара из тростника (в 1941—1942 гг.) 17 250 тыс. т, а из сахарной свёклы (без СССР, в 1940—1941 гг.) 8244 тыс. т.

И даже в начале XX столетия в литературе встречаются статьи о сахарном тростнике, носящие преимущественно экономический и технологический характер. Ботанико-агрономическая сторона культуры, можно считать, до настоящего времени не затрагивалась, и по существу эта культура для СССР является совершенно новой.

Первоначально интерес к возделыванию сахарного тростника в нашей стране возник из потребности обеспечения населения крайних южных районов (Закавказья, Средней Азии) сахаром, добываемым на месте. Всесоюзный Научно-исследовательский институт растениеводства в 1927 г. впервые у нас начал опытно-исследовательскую работу с сахарным тростником, которая в течение 5 лет проводилась им на небольшом ассортименте, без химических анализов. Затем эта работа была расширена, и увеличена коллекция видов, но гибридный материал отсутствовал (последний появился в 1933 г.), а через два года работа снова была прекращена по техническим причинам. Только в 1935 г. серьёзную и удачную работу по культуре сахарного тростника начал проводить Всесоюзный Научно-исследовательский институт сухих



Фиг. 1. Опытные посадки сортов сахарного тростника. — Весна (Ворошилобад, Таджикская ССР).

субтропиков на своих опорных пунктах в Средней Азии, которая продолжается и по настоящее время.

Однако к этому времени успешно стала разводиться сахарная свёкла в Закавказье, Казахстане, Киргизии и Узбекистане. Одновременно получены результаты удачных опытных и полупроизводственных испытаний сахарного тростника в Узбекистане, Таджикистане и Туркмении показали, что он как по урожаю технических стеблей (в центнерах), так и по выходу сахара (в процентах) не уступает тростнику, широко разводимому во всех субтропических странах в промышленных масштабах. Вместе с тем оказалось, что сахарный тростник в производстве сахара не может быть пока серьёзным конкурентом свёкле по ряду особенностей. Так, например, тростник накапливает сахарозу по мере созревания растения, а так как он в большинстве субтропических стран не достигает полного созревания, то из него добывается так называемый инвертный сахар, потребительская ценность которого значительно ниже свекловичного (условно менее сладок, мягче и нежнее). Это обстоятельство позволяет в данное время считать сахарный тростник растением, особо перспективным в деле организации производства отечественного рома и тростниковых сиропов в условиях южных районов среднеазиатских республик.

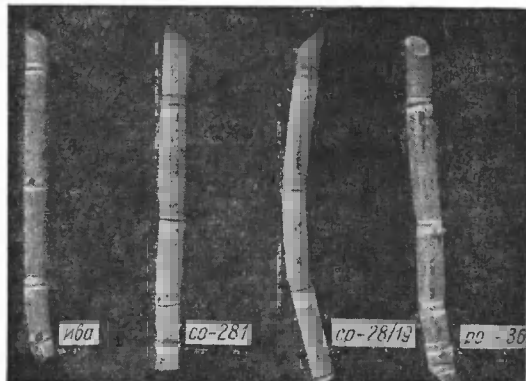
Ром — это особая водка, приготовляемая из отходов сахарного тростника при производстве сахара или сиропов. Основным материалом для изготовления высших, самых тонких сортов рома служит меласса тростника. Ниже по качеству получаются сорта рома, изготовляемые непосредственно из сока тростника, равно как и из пены, образующейся при уварке тростникового сока.

Культурный сахарный тростник, как и другие виды сахарного тростника, относится к роду *Saccharum* L. семейства Gramineae (злаковых). Род *Saccharum* L. насчитывает около 10 видов. Наибольшее распространение в культуре имеет *S. officinarum* L.; следующие три — *S. Barberi* Jesw., *S. sinense* Roxb. и *S. robustum* Jesw. — используются в меньшей степени, остальные же виды являются дикими. Однако из них *S. spontaneum* L. считается хорошим кормовым растением, а виды *S. arundinaceum* Retz., *S. ciliare* Anderss. и *S. Narenga* Woll. используются на производственные бумаги. Остальные же виды, как *S. porphyroscum* Nasch., *S. fuscum* Roxb. и *S. fallax* Bal., особого хозяйственного значения не имеют и в культуре не используются.

Сахарный тростник — теплолюбивое растение. Оно сильно страдает при понижении температуры до -1.5° и совершенно гибнет при температуре от -3.5 — -4.0°C . В условиях юга Таджикистана (Пархар — $37^{\circ}29'$ с. ш. и Микоянабад — $37^{\circ}17'$ с. ш.) сахарный тростник развивается хорошо. Здесь он имеет от 220 до 235 тёплых дней, продолжительность вегетационного периода в 190—200 дней при сумме температур выше 10°C от 4300° до 6000°C . Указанные условия Вахшской долины очень близки также и для южных районов Узбекистана, где развитие тростника проходит примерно с теми же результатами (Денау, Термез)

и ещё лучше — в юго-западной части Туркмении (Атрек, Гасан-Кули).

Вопреки обычному представлению, сахарный тростник совершенно не выносит близкого стояния грунтовых вод и болотных почв. Плотные, болотные или заболочиваемые почвы для разведения тростника непригодны. Лучшими почвами для тростника являются: плодородные супесчано-чернозёмные, лёгкие глинистые структурные, с достаточной пористостью, с низким стоянием грунтовых вод. Наилучшая реакция почвы — нейтральная или слабощелочная; с кислой почвой эта культура



Фиг. 2. Характер стеблей разных сортов у сахарного тростника (Денау, Узбекская ССР).

мирится плохо. Засолённые почвы мало пригодны. С поваренной солью тростник мирится, но это обстоятельство получает отражение на качестве отжатого из стебля сока, обнаруживая в нём избыток хлора. Сахарный тростник — влаголюбивое растение. Лучшее развитие он получает при сочетании естественных осадков и орошения. Опытное изучение поливной нормы в условиях долины р. Вахш показало, что тростник даёт лучший урожай при даче воды за сезон в количестве 10650 м^3 на гектар.

Обработка почвы в условиях юга Средней Азии состоит в глубокой зяблевой вспашке, одной или двукратной весенней вспашке с внесением удобрения, с последующим боронованием и нарезкой посадочных борозд. Сахарный тростник хорошо реагирует на внесение удобрения минерального и органического. Внос питательных веществ тростником (в урожае) из почвы очень значителен, в особенности по азоту. Поэтому азотистым и именно органическим удобрениям должно быть уделено особое внимание. Это соображение крайне важно для поливных районов Средней Азии, где в долинах преобладают молодые, бесструктурные, легко сплывающиеся при орошении почвы. По укладу земледелия здесь навоз (полное органическое удобрение) практически отсутствует, в силу почти круглогодового отгонного животноводства.

Однако совершенно очевидно, что восстановление плодородия почв, поддержание их на высоком уровне и, самое главное, создание структурного слоя таких почв без внесения

органического удобрения в них не могут быть достигнуты. В этих условиях одним из наиболее действенных и вполне применимых местных органических удобрений следует признать зелёное удобрение или сидерацию почв. Этому приёму должно быть уделено самое большое внимание в земледелии Средней Азии вообще и, в частности, при культуре сахарного тростника. Зелёное удобрение широко применяется во всех странах, разводящих тростник. Для этой цели высеваются различные бобовые (озимые горохи, вика, сесбания, фасоли, голубиный горох, теофразия и др.) растения, дающие прекрасное удобрительное действие и последствие в тростниковом севообороте.

В опытах Института сухих субтропиков зелёное удобрение неизменно давало положительный результат. Запашка зелёного удобрения проводится за 7—10 дней до посадки, с обязательным заливом почвы после запашки, так как последнее обстоятельство ускоряет процесс разложения в почве зелёной органической массы.

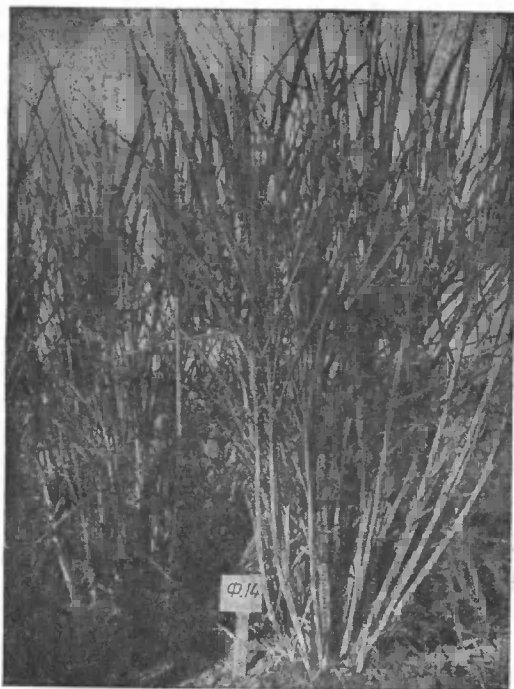
Посадка тростника производится целыми стеблями (зрелой частью) или черенками с одним или несколькими глазками. После чего, по мере необходимости, его поливают и проводят рыхление междурядий. Сахарный тростник в наших условиях не цветёт, и размножение его осуществляется только вегетативным путём.

В условиях южных районов Средней Азии способ культуры сахарного тростника однолетний, с весенней или осенней (под зиму) посадкой стеблей или черенков. Весенняя посадка является наиболее надёжным способом для южных районов Таджикистана и Узбекистана, а осенняя вполне пригодна также и для юго-западной части Туркмении.

Уборка урожая стеблей производится в ноябре — декабре месяцах. Стебли очищаются от листьев на поле и аккуратно складываются в кучи. Очень важно, чтобы перевозка тростника с поля на завод по переработки была произведена быстро, так как более или менее продолжительное хранение стеблей вызывает значительную потерю сахара (до 30 и более процентов).

Институтом сухих субтропиков было испытано значительное количество сортов сахарного тростника, из них отобрано два лучших для производственного разведения в специализированных хозяйствах, как стандартные сорта флоридской селекции. Урожайность технических стеблей и чистого сахара в тоннах с одного гектара у этих сортов показаны на табл. 1 (средняя за ряд лет).

Приведенные ниже данные (табл. 1) показывают, что урожайность сахарного тростника в наших условиях не ниже, чем в Луизиане



Фиг. 3. Форма № 14.

(США), районе развитой промышленной культуры тростника, где урожайность указанных сортов колеблется в пределах 75—94 т технических стеблей с гектара при содержании сахара в 12—13%.

Урожайность в 80—90 т с гектара технических стеблей определяет выход сахара в 5—8 т или в переводе на ром-сырец до 5—6 т последнего крепостью в 50—60°. В 1938—1939 гг. Центральной лабораторией Главликёрводки было выработано с опытной целью 400 л рома-сырца из сока стеблей, выращенных на опытных пунктах Института в Вахшской долине Таджикистана.

Этот материал выдерживался в различных условиях с целью определения лучшего способа его облагораживания и «старения» до 1944 г., ежегодно апробировался. Затем из него был получен натуральный ром, по заключению дегустаторов, не уступающий заграничным маркам.

Работой Института сухих субтропиков доказана полная возможность промышленного разведения сахарного тростника в СССР. Испытаны лучшие его сорта, в основном раз-

ТАБЛИЦА 1

Название сорта	Урожай технических стеблей	Урожай сахара	Содержание сахара в стеблях (в %)	Примечание
CP = 28/19	от 73 до 97	7—8	до 12.7	Технический выход
CP = 807	от 69 до 94	4—6	до 11.9	сока 70—80%



Фиг. 4. Очищенные стебли сахарного тростника (Пархар, 1937).

работана его агротехника. Более углублённая опытная работа продолжается. Так, например, в 1943 г. впервые была проведена опытная посадка тростника под зиму (обычно тростник высаживался весной), в результате чего были получены следующие показатели урожайности в процентах к контролю (табл. 2).

Способ подзимней (осенней) посадки, очевидно, будет наиболее удобным и целесообразным в хозяйственном отношении, так как здесь устраняется необходимость хранения стеблей до весны, что сопряжено с значительными затратами труда, времени и средств. Оказалось также, что осенняя посадка ускоряет прорастание тростника весной, чем достигается увеличение его вегетационного периода, и даёт лучшее вызревание стеблей. При таком способе получается нормальная густота стояния растений в ряду, и не затрачивается труд на резку черенков в весеннюю посадку, которая часто оказывается неудачной с наступлением обычной жаркой и сухой погоды.

В настоящее время приступлено к организации специализированных совхозов по сахар-

ному тростнику. Такое хозяйство уже заложено в Узбекской ССР. Намечены организация совхоза и постройка опытного ромового завода в Таджикской ССР.

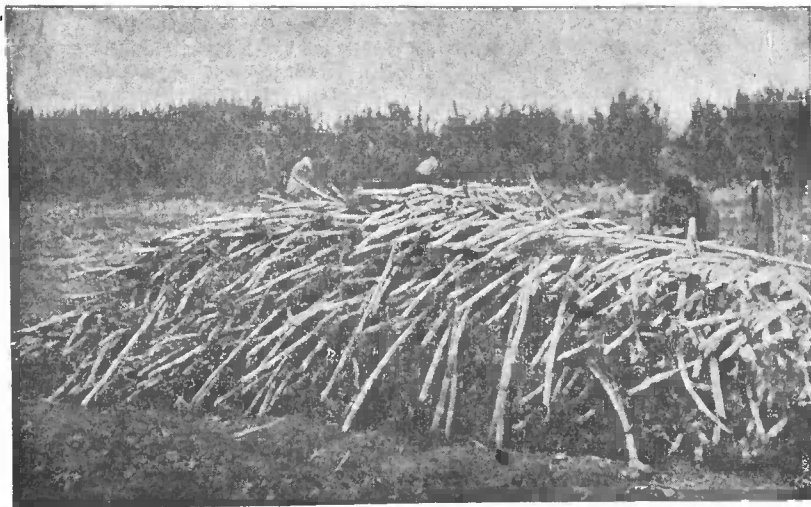
Культура сахарного тростника, ранее отсутствовавшая в наборе возделываемых растений в СССР, начинает приобретать значение. Возможности для её развития в южных районах Средней Азии очень большие. Многолетняя порослевая и однолетняя культура сахарного тростника вполне возможна в юго-западной части Туркменской ССР — районы

ТАБЛИЦА 2

Вариант опытов	В процентах к контролю	Примечание
Посадка весной черенками (контроль)	100	Сорт СР-807 Вахшская зональная станция Института сухих субтропиков
Посадка осенью черенками	109	
Посадка осенью целыми стеблями . .	315	

Гасан-Кулийской зоны, бассейны рек: Атрека, Сумбара, Чендыря и т. д. Как однолетняя культура (с весенней или осенней посадкой), она имеет все возможности для широкого развития в Сурхан-дарьинской области Узбекской ССР (долина р. Сурхан-дарья), в Курган-Тюбинской области Таджикской ССР (долины рек Пянджа, Вахша, Кафирнигана и др.).

Основное направление для использования этой культуры — получение сырья для выработки натурального отечественного рома. Потребность СССР в этом напитке большая, и возможность полного её удовлетворения совершенно реальна. Необходимо смелее осваивать эту ценную культуру.



Фиг. 5. Уборка плантации сахарного тростника. Стебли очищены от листьев и подготовлены к отправке (Денау, Узбекская ССР).

Л и т е р а т у р а

1. В. Х. Грецингер. Сахарный тростник и его культура в Таджикистане. Сталинабад, 1940.—2. Ф. К. Ирль. Сахарный тростник и его культура (на английском языке), 1928.—3. В. Е. Кросс. Наблюдения над действием морозов на сахарный тростник в Провинции (Аргентина). *Journ. Revista industrialy agricole de Tucuman* (на испанском языке), т. 28, 1938.—4. В. Е. Кросс. Сахарный тростник, как новый источник богатства. Там же, стр. 175—177 и 178—180.—5. Б. А. Паншин. Культура сахарного тростника.

Сов. субтропики, № 3, стр. 67—71, 1934.—6. Б. А. Паншин. Проблема сахароносных растений. ВИР, А., 1929.—7. Поло-Марко. Путешествие по Татарии и другим странам Востока. (Перевод), 1870.—8. Рамо-Рао Пандже. Дикий сахарный тростник. Сравнительное изучение форм, выращиваемых на селекционной станции в Коимбаторе. *The Indian Journ. of Agriculture Science*, v. III, part VI, pp. 1013—1044, 1934.—9. Н. И. Шарпов. Образование запасных форм крахмала и сахаров в растениях в зависимости от климата. Сов. ботаника, № 5—6, 1941.

НОВОСТИ НАУКИ

АСТРОНОМИЯ

РАДИОФИЗИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ ВО ВРЕМЯ ПОЛНОГО СОЛНЕЧНОГО ЗАТМЕНИЯ 20 МАЯ 1947 г.

Радиофизическая часть экспедиции Академии Наук СССР для наблюдения полного солнечного затмения 20 мая 1947 г. в Бразилии [1] состояла из двух групп. Бортовая группа под руководством проф. С. Э. Хайкина имела своей задачей наблюдение радиоизлучения Солнца с теплохода «Грибоедов». Береговая группа Я. А. Альперта, расположившаяся по соседству с астрономической частью экспедиции на Бразильском плоскогорье, занималась исследованиями слоя F_2 ионосферы.

Радиоизлучение Солнца, открытое в годы войны [2], представляет одну из наиболее актуальных проблем, стоящих в наши дни перед наблюдателями солнечных затмений. Дело в том, что угол раствора (диаграмма направленности) антенн, применяемых для приёма радиоволн в метровом и дециметровом диапазоне, значительно шире углового диаметра Солнца. Поэтому в обычных условиях можно только измерять полную интенсивность радиоизлучения, приходящего от Солнца, и лишь из теоретических соображений и косвенных наблюдательных данных судить о том, в каком ярусе солнечной оболочки локализован источник радиоволн и как он распределён по поверхности излучающей сферы.

Для проверки выводов, полученных подобными косвенными способами, необходимо наблюдать отдельно радиоизлучение, испускаемое разными участками солнечной поверхности. Такие наблюдения осуществимы во время солнечных затмений, когда Луна закрывает последовательно разные части солнечного диска. По изменению интенсивности солнечного радиоизлучения по мере покрытия Луной активных областей Солнца, характеризующихся различными образованиями на солнечной поверхности (пятнами, факелами, флоккулами, протуберанцами и т. п.), можно судить о влиянии, оказываемом этими активными образованиями на излучение радиоволн.

Наблюдения радиоизлучения Солнца на волне в 1,5 м во время полного солнечного затмения 20 мая 1947 г. [3] были включены в программу экспедиции Академии Наук СССР по инициативе акад. Н. Д. Папалекси, который руководил подготовкой к этой работе до самого дня своей смерти, последовавшей незадолго до отплытия экспедиции.

На палубе экспедиционного судна была установлена антенна в форме плоского прямоугольного рефлектора площадью около 80 м².

Эта антенна, состоящая из 96 полуволновых диполей, принимала энергию в 100 раз большую, чем энергия, которую в том же поле принимал бы единичный полуволновый диполь. Такая высокая чувствительность антенны была необходима ввиду того, что мощность радиоизлучения Солнца, принимаемая полуволновым диполем, значительно ниже среднего уровня собственных шумов на входе нормального приёмника метровых волн. А во время солнечного затмения, когда часть излучающей поверхности Солнца закрыта диском Луны, интенсивность приходящего к нам радиоизлучения Солнца должна значительно уменьшиться. Заметим, что по отношению к радиоизлучению солнечное затмение может быть только частным или кольцевым, но не полным, так как радиоизлучение Солнца исходит не из фотосферы, а из солнечной короны, которая не может быть полностью закрыта лунным диском.

В течение всего времени, когда производятся наблюдения, антенна должна быть направлена на Солнце, следуя за его суточным движением с точностью до 2°. Установка антенны на корабле позволяла осуществить необходимое движение по высоте путём вращения антенны вокруг горизонтальной оси при помощи судовых лебёдок. Для вращения же антенны по азимуту приходилось поворачивать весь корабль вместе с антенной.

Чтобы облегчить выполнение этих сложных манёвров судна, место наблюдений было выбрано в заливе Арату (10 миль севернее порта Байя), защищённом от ветра и волнения. Из-за сильных приливных течений и неблагоприятного для якорей грунта пришлось удерживать корабль в нужном положении с помощью тросов, укреплённых на берегу. Все необходимые манёвры были точно выполнены в день затмения благодаря умелой и самоотверженной работе команды теплохода «Грибоедов».

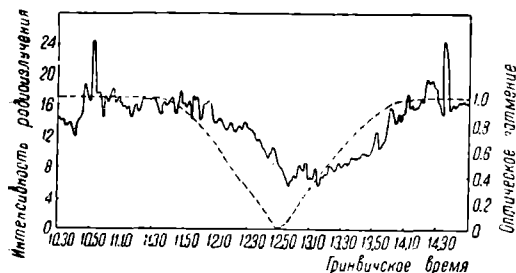
Интенсивность радиоизлучения Солнца во время затмения измерялась по превышению уровня шумов на выходе приёмника над уровнем его собственных шумов. Установка состояла из радиоприёмника с полосой пропускания порядка 2 мгц¹, на выход которого был включён ламповый детектор с гальванометром. Точность измерений определялась непостоянством уровня собственных шумов приёмника и составляла 5%.

Результаты измерений приведены на фиг. 1. Сплошная кривая представляет изменения интенсивности радиоизлучения Солнца во время затмения в относительных единицах. Небольшие колебания, в пределах ± 1 , вызваны непостоянством уровня собственных шумов приёмника, а более значительные быстрые изменения интенсивности, повиди-

¹ Меггерц.

мому, реальны. Но ни те, ни другие колебания не маскируют хода изменения среднего уровня интенсивности радиоизлучения в течение затмения. Для сравнения, на той же фиг. 1 приведена кривая оптического затмения, т. е. отношение открытой части площади солнечного диска к площади всего диска (прерывистая кривая).

Для того, чтобы исключить из наблюдаемого радиоизлучения возможную слагающую, исходящую из той области Галактики, которая в день затмения находилась за Солнцем, были произведены контрольные измерения радиоизлучения Галактики в этом направлении через 15 дней после затмения, когда



Фиг. 1.

Солнце отошло от этого направления на 15° . Контрольные наблюдения показали, что радиоизлучение Галактики в той области, на которую Солнце проектировалось в день затмения, имеет меньшую интенсивность, чем можно обнаружить с помощью применявшейся установки.

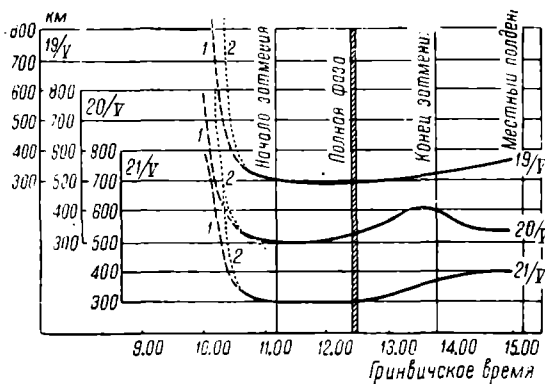
Наименьшая интенсивность радиоизлучения во время затмения составляет около 40% средней интенсивности радиоизлучения незаемненного Солнца. Это показывает, что радиоизлучение на волне в 1.5 м исходит из солнечной короны. Если предположить, что источники радиоизлучения Солнца распределены равномерно по поверхности некоторой излучающей сферы, то можно рассчитать, что излучающий слой расположен на высоте 0.3—0.4 радиуса Солнца над фотосферой.

Однако, ход кривой на фиг. 1 показывает, что интенсивность радиоизлучения не одинакова при симметричных положениях Луны относительно Солнца. Поэтому предположение о равномерном распределении излучения по поверхности излучающей сферы неверно, и вывод о высоте излучающего слоя нужно считать весьма приближенным. Ход затмения показывает, что часть излучающего слоя, которая была закрыта диском Луны до наступления полной фазы, излучает меньше, чем та часть, которая была закрыта после полной фазы. При этом пятна, протуберанцы и волокна как же были сосредоточены преимущественно в той части диска, которая была закрыта после полной фазы затмения. Сопоставление данных о количестве и яркости протуберанцев и волокон на открытой части солнечного диска с интенсивностью радиоизлучения при той же фазе затмения показывает довольно хорошее соответствие между ходом затмения для тех и других явлений. Это свидетель-

ствует об общности причин, вызывающих излучение радиоволн и появление протуберанцев.¹

Ионосферные наблюдения [4], производившиеся береговой группой экспедиции, состояли в измерении высоты той области слоя F_2 , в которой происходит отражение радиоволн с частотой 9.5 мгц. Наблюдения велись регулярно с 17 по 24 мая с 5.30—6.00 до 12.00 по местному времени. В этот период отражение от слоя F_2 появлялось на частотах в 4—5 мгц, а критические частоты изменялись в пределах 12—14 мгц. Применялся импульсный генератор, который был расположен на расстоянии около 11 км от приёмной установки. Точность измерения действующих высот слоя F_2 составляла ± 5 км. Общее состояние ионосферы в течение всего времени, охватываемого наблюдениями, было устойчивым. Не было также замечено колебаний геомагнитного поля.

Результаты наблюдений в день затмения, в предшествующий и последующий дни приведены на фиг. 2, где также нанесены линии, отмечающие ход затмения на высоте 300 км над земной поверхностью. Из чертежа видно, что ежедневно после восхода Солнца сначала появлялось отражение необыкновенного луча (1), затем обыкновенного (2), которые в дальнейшем сливались в один сигнал. Во время



Фиг. 2.

затмения, незадолго до начала полной фазы, действующая высота слоя F_2 для частоты 9.5 мгц начала постепенно увеличиваться и примерно через час после полной фазы достигла максимума, затем стала убывать и достигла нормальной величины через полчаса после окончания затмения. Максимальное изменение действующей высоты по сравнению с данными контрольных измерений достигло 80 км, причём нижняя граница слоя оставалась почти неподвижной. Это соответствует увеличению полутолщины слоя F_2 от среднего значения

¹ Протуберанцы и волокна представляют собой физически тождественные явления, отличающиеся лишь условиями наблюдений: протуберанцы наблюдаются на краю диска, а волокна проектируются на диск Солнца.

в 65 км, которое получается по наблюдениям в контрольные дни, до, приблизительно, 115 км.

Суточный ход высотных характеристик слоя F_2 в контрольные дни также обнаруживает заметное расширение слоя к полудню, выражающееся в увеличении действующей высоты при неизменной высоте нижней границы слоя. Этот эффект расширения слоя F_2 проявляется в значительно большей мере во время затмения, когда одновременно с расширением слоя уменьшается и степень ионизации. В отсутствие затмения увеличение степени ионизации слоя к полудню частично маскирует эффект расширения слоя F_2 , замедляя перемещение вверх той области слоя, в которой происходит отражение луча выбранной частоты.

Литература

- [1] Б. Н. Гиммельфарб. Природа, № 4, 74, 1948.—[2] А. И. Ольш. Природа, № 1, 44, 1948.—[3] С. Э. Хайкин и Б. М. Чихачев. Изв. АН СССР, сер. физ., т. XIII, № 1, 38, 1948.—[4] Я. Л. Альперт. Изв. АН СССР, сер. физ., т. XII, № 1, 44, 1948.

Б. Н. Гиммельфарб.

ХИМИЯ

НОВЫЙ МЕТОД ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ РАБОТЫ ПРИ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Химия высоких температур всё более и более расширяет свои границы. Если ещё недавно достижение 2000°C и работа при этой температуре были доступны лишь немногим лабораториям, то в настоящее время исследования при такой температуре и выше стали обычным делом. Однако при работе в печах при $2000\text{—}2500^{\circ}\text{C}$ встречаются во многих случаях большие трудности. Главная из них состоит в том, что приходится работать в тиглях, материал которых при высокотемпературном нагреве реагирует с изучаемыми веществами. Чем выше температура, тем быстрее происходят эти реакции. Подбор достаточно инертного материала для тиглей возможен лишь в редких, исключительных случаях. Иногда удаётся подобрать тигель, материал которого сам представляет одну из твёрдых фаз изучаемой системы. Такой способ работы накладывает значительные ограничения, суживая пределы исследования.

Я. И. Ольшанским (Доклады Академии Наук СССР, т. 59, № 6, стр. 1105—1107, 1948) разработан остроумный метод работы при высоких температурах, не требующий тиглей. Этот метод использует высокую скорость протекания процессов при высоких температурах, которая является главной причиной невозможности работать в тиглях. При достаточно высоких температурах теплообмен через излучение и другие процессы протекает за доли секунды. Этого времени достаточно, чтобы за время свободного падения крупинки вещества в печи произошёл изучаемый процесс: плавление, превращение и т. д.

При помощи несложных подсчётов Я. И. Ольшанский определил время, необходимое для завершения плавления (или другого фазового превращения, скорость которого зависит от скорости подвода тепла) малой крупинки, в зависимости от разности температур печи и фазового превращения и длины печи. Отсюда была определена длина печи для работы при $2000\text{—}2500^{\circ}$.

Практически экспериментатор может пользоваться печью с нагретой трубкой длиной около 100 см, что соответствует времени свободного падения крупинки диаметром около 0.03 см в 0.4 секунды.

Для проверки пригодности этого метода были проделаны опыты определения температур плавления некоторых тугоплавких веществ и их сплавов, для которых имелись в литературе надёжные данные.

Работа велась в вертикальной трубчатой печи (типа печи Тамманна) длиной 80 см и внутренним диаметром 1.7 см. Нагревателем служила сама трубка печи из графита с толщиной стенки около 3.5 мм. Через неё пропусклся ток $200\text{—}500\text{ А}$, $20\text{—}30\text{ В}$. Трубка помещалась в кожух с теплоизоляцией (сажа). Снизу греющая трубка имела своим продолжением стеклянную трубку. Место соединения греющей трубки и стеклянной охлаждалось водой. Температура печи измерялась оптическим пирометром через специальное боковое отверстие в печи. Точность измерений $\pm 30^{\circ}$.

Крупинки вещества определённого диаметра пропускались через печь, нагревались в ней, плавилась, охлаждались в стеклянной трубке и падали в приёмник. Если температура печи была недостаточна для расплавления частицы, то в приёмник попадала частица неизменной формы. Как только температура печи поднималась настолько, что в приёмник попадали крупинки, сплавленные в шарики, считалось, что температура плавления достигнута.

Были определены температуры плавления ряда веществ и сравнены с литературными данными:

Вещества	Определено	Литературные данные (в градусах Цельсия)
Оксид кальция	2620	2 585
Оксид бериллия	2570	2 570
Молибден	2450	2 420
Сплав 70% Мо и 30% W . . .	2700	2 680

Несомненно, что метод Я. И. Ольшанского найдёт себе значительное применение в наших лабораториях.

О. Е. Звягинцев.

ГЕОЛОГИЯ

КАЛЬДЕРА-ВУЛКАН КСУДАЧ

На юге Камчатки расположен замечательный вулкан — Ксудач. По внешнему виду он совершенно не похож на те конусообразные симметричные образования, которые мы представляем себе, говоря о вулканах.

Это так называемый кальдера-вулкан, представляющий воронкообразную котловину, окружённую со всех сторон правильным кольцеобразным хребтом.

Можно предположить, что во время расцвета камчатского вулканизма (конец третичного и начало четвертичного периода) Ксудач обладал величественным конусом, возвышавшимся над другими вулканами.

Во время одного из извержений вулканический конус был снесён чудовищным взрывом, и на его месте образовалась гигантская кольцеобразная впадина — кальдера диаметром около 7,5 км. Вал кальдеры всюду более или менее ровный с мягкими закруглёнными очертаниями. Внутренние склоны этого гигантского вулканического кольца значительно круче, чем наружные. Склоны покрыты рыхлым сыпучим вулканическим материалом.

Наибольшая высота гребня кальдеры над уровнем моря около 900 м; высота над кратерным озером, расположенным внутри кальдеры, около 150 м.

На берегу кратерного озера выходят многочисленные минеральные источники, а на обрывистых скалистых склонах вдоль северо-западной части озера поднимаются пары многочисленных низкотемпературных фумаролл; температура выходящих из них паров не превышает 90° С.

Весной 1907 г. вулкан Ксудач (известный в литературе также под именем вулкана Штюбеля) неожиданно начал действовать.

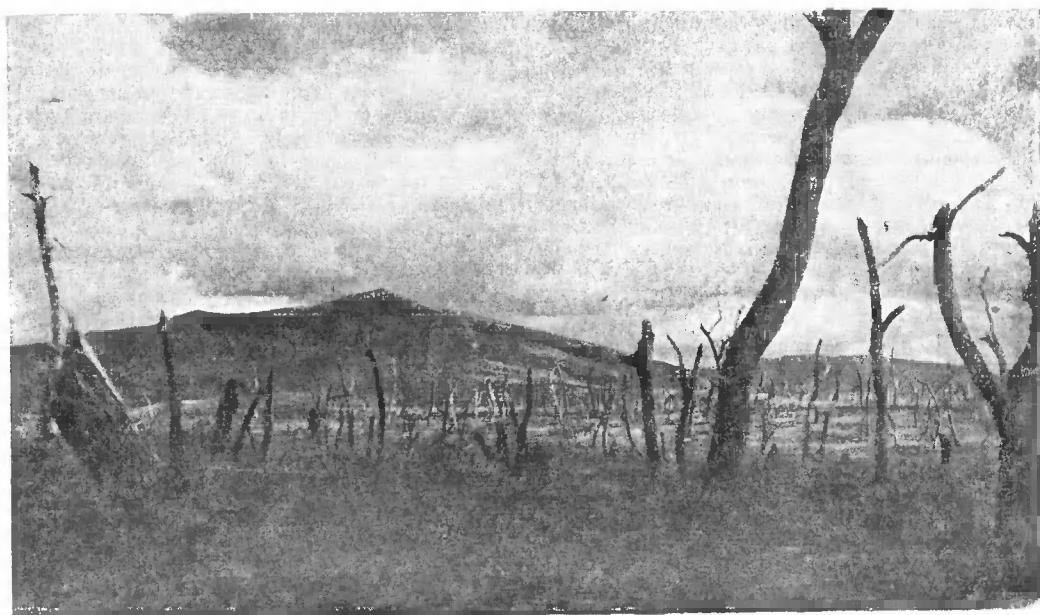
Страшный взрыв, сопровождавшийся выбросом громадного количества рыхлого вулканического материала, и до сих пор памятен многим камчатским старожилам. Мощный слой выпавшего вулканического пепла, покрывший поверхность снега на много километров вокруг вулкана, затруднил езду на



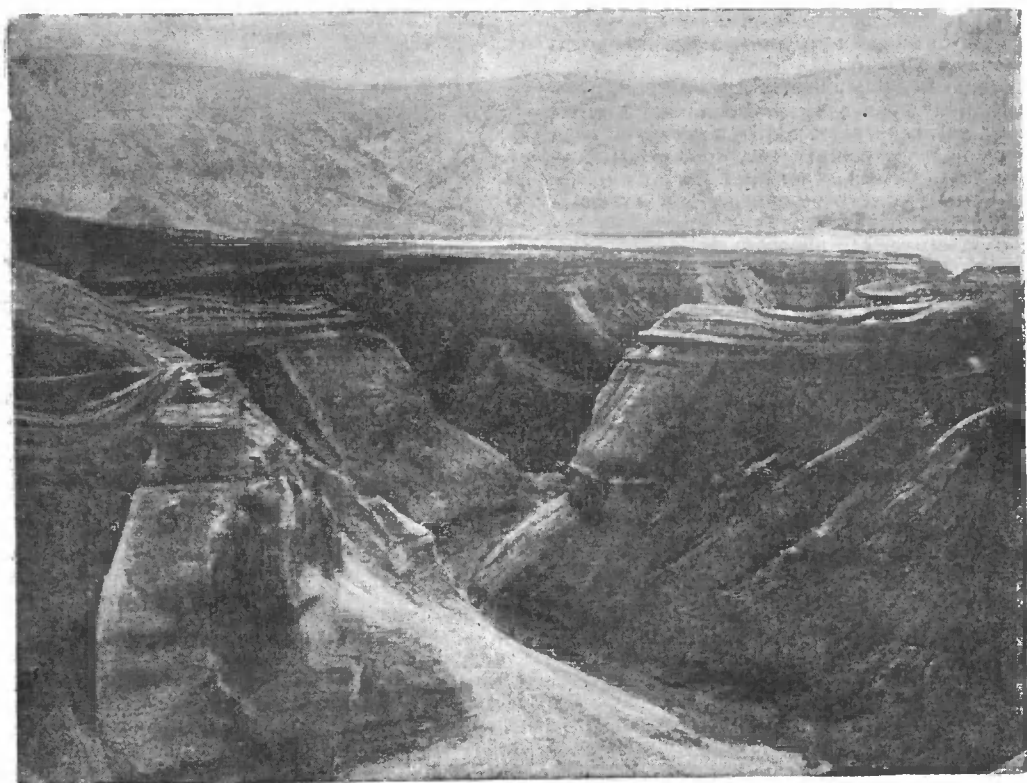
Фиг. 1. Кальдера-вулкан Ксудач: а — старое кратерное озеро, б — воронка взрыва 1907 г. Точками показаны выходы горячих вулканических газов. Рис. Б. И. Пийпа.

собаках, а в некоторых местах, расположенных особенно близко к Ксудачу, сделал её совершенно невозможной. Далёко от Камчатки были замечены отзвуки этого внезапного извержения: за десятки километров от Ксудача разнеслась мелкая вулканическая пыль, вызвавшая во многих городах Европы, так же как и при извержении Кракатау, необычайно эффектные аномальные явления в атмосфере (красавые зори, серебристые сумерки и др.).

В радиусе 30 км от вулкана всё живое было опалено горячим дыханием извержения. Зелёные берёзовые рощи превратились



Фиг. 2. Следы извержения вулкана Ксудача. Спалённый берёзовый лес. Вдали вулкан Ксудач. Фото Б. И. Пийпа.



Фиг. 3. Вид на внутреннюю часть Ксудача, расчленение рыхлых вулканических отложений внутри кальдеры Ксудача. На заднем плане кратерное озеро и наружный гребень кальдера-вулкана. Фото Б. И. Пийпа.

в мёртвые деревья, стоящие и поныне. До сих пор дожди, сколько бы их ни выпадало, не задерживаются на поверхности, а вода сейчас же дренируется и уходит вглубь.

Несмотря на то, что со времени извержения прошло уже 40 лет, ничто не может изменить мрачного облика этого пейзажа смерти. Отсутствие воды и зелени отпугивает всё живое, даже птицы избегают залетать в этот опустошённый негостеприимный район.

На месте взрыва 1907 г., внутри кальдеры вулкана к северу от ранее существовавшего кратерного озера, возникла новая воронка диаметром около 1,5 км с крутыми, почти отвесно обрывающимися стенками, высотой около 200 м. На дне этой воронки синее глубокое кратерное озеро, из которого по каньонообразному ущелью, рассекая кольцевой гребень Ксудача, вытекает р. Холутка.

Лавы Ксудача по своему составу приближаются к андезитам, а по текстурным признакам могут быть разбиты на две резко отличные друг от друга разновидности: 1) — с крупными порфиоровидными вкраплениями и основной массой, богатой стеклом, и 2) — почти лишённую порфиоровидных вкраплений.

Первую разновидность геолог Б. И. Пийп (посетивший Ксудач в 1937 г. вместе с автором) считает более молодой и связывает её с извержением 1907 г.

Работая на юге Камчатки в 1937 г., мы вместе со своим караваном сравнительно легко проникли внутрь кальдеры Ксудача и спустились к его кратерному озеру. Здесь мы разбили лагерь и в течение 7 дней прожили в этой гигантской вулканической котловине, производя геологические наблюдения. Обратном мы выбрались уже с большим трудом и едва не сделались пленниками вулкана.

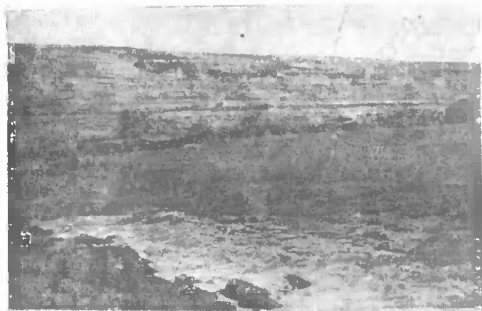
Обессиленные за это время и почти падавшие лошади, питавшиеся скудными листьями неприхотливого ольховника, с трудом взобрались по осыпям внутренних склонов вулкана, причём весь груз и всё снаряжение мы вынесли на гребень кальдеры на себе.

Из многочисленных вулканов Камчатки только Ксудач и Узон, расположенный на восточном побережье Камчатки, принадлежат к типу кальдера-вулканов. Как тот, так и другой поражают своими колоссальными размерами.

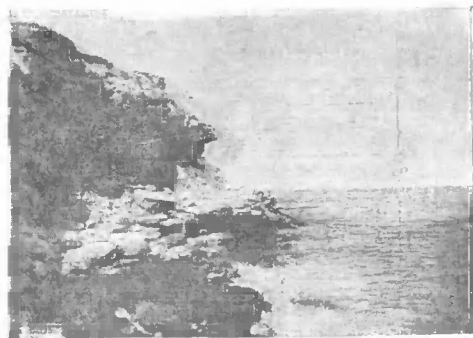
А. И. Морозов.

ШТОРМОВЫЕ КАМЕННЫЕ ВАЛЫ

По плоским и низким берегам Азово-Черноморского побережья и степного Крыма распространены косы и пересыпи с песчаными и песчано-галечными береговыми валами.



Фиг. 1. Абразионный береговой уступ Тарханкута.
На уровне моря видны пещеры, выше — ниши и гроты. Наверху — штормовые каменные валы.



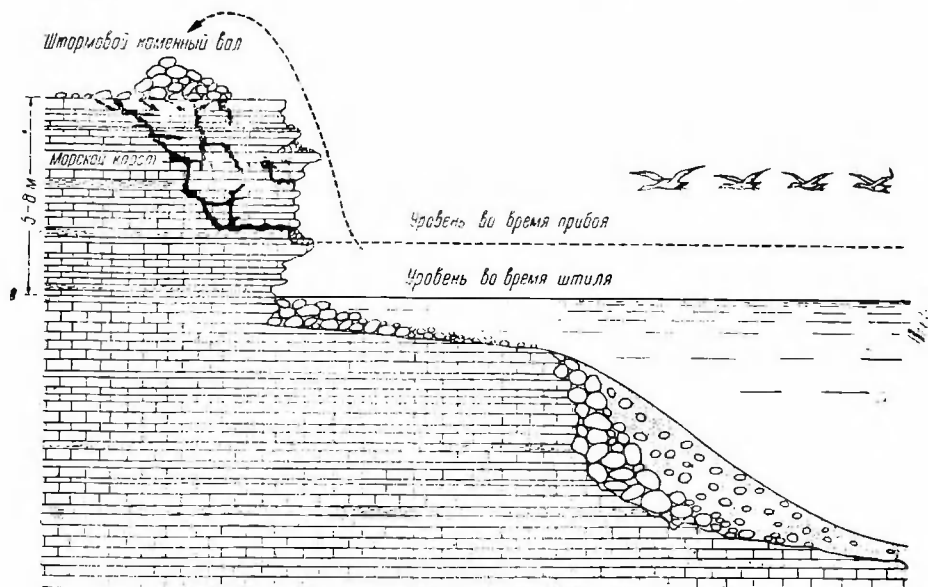
Фиг. 2. Обрывистый крутой берег Тарханкута с узкой полосой прибоя у берегового уступа.

Изучению береговых валов вдоль низких намывных берегов Крыма посвящено достаточное количество работ. Однако до сих пор никак не описано редкое и своеобразное явление образования штормовых каменных валов на абразионных морских побережьях Тарханкутского полуострова в Крыму. Это побережье сложено известняками и мергелями неогена: среднего (N_1^s 2) и верхнего сармата (N_1^s 3) и меотиса (N_1^m). Известняки около берегов моря залегают более или менее горизонтально и обычно имеют почти однородный литологический состав.

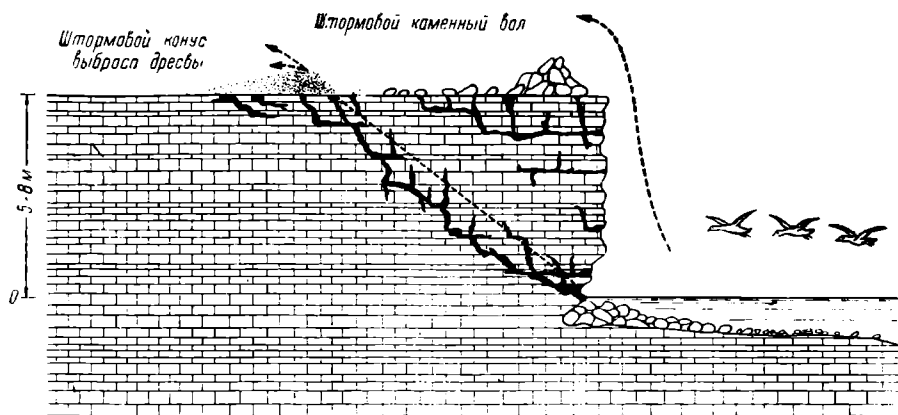
В настоящее время берега Тарханкута медленно опускаются и являются абразионными со всех сторон, за исключением пересыпей минеральных озёр. Размывание высоких бере-

гов морским прибоем протекает весьма интенсивно, поэтому они со всех сторон обрывистые. Как очертание, так и высота и форма берегового уступа зависят от тех горных пород, из которых сложены берега. На побережье, где преобладают глины и суглинки, наблюдаются ровные, спокойные, слабоволнистые берега высотой в 6—15 м, а в известняках они достигают до 50 м высоты. Береговая линия в общем слабо разбита и лишь в отдельных пунктах достигает значительного расчленения, образуя мелкие бухточки и заливчики, благодаря размыву берегов. Отложение морскими волнами новых осадков происходит лишь на пересыпях озёр и в устьях балок.

На Тарханкутском полуострове чаще всего распространён тип крутого обрывистого берега без намывной полосы — пляжа у берегового уступа, где глубина моря у обрывов колеблется от 1 до 10 м. Здесь, под обрывистым



Фиг. 3. Схематический разрез берегового уступа Тарханкута с штормовыми каменными валами и морским карстом.



Фиг. 4. Схематический разрез берегового уступа Тарханкута с штурмовыми конусами выброса и каменными валами.

берегам полуострова: получили большое развитие береговые ниши и гроты. Стены и потолки этих пещер покрыты сплошными натёками углекислого кальция с зачатками сталактитов и сталагмитов. Дно большинства морских пещер находится ниже уровня моря.

Склоны берегового уступа местами покрыты гипсовой коркой, что объясняется выбросами во время прилива морской воды, содержащей сульфаты кальция, на нагретые солнцем известняки. При быстром испарении воды на известняках остаются гипсовые корки. Прибрежные скалы местами покрыты каррами — углублениями от 0.05 до 0.4 м в диаметре и до 0.45 м глубиной, с весьма пологим чашеобразным дном и крутыми стенками, обращёнными к берегу. Карры расположены хаотически и отделяются друг от друга острыми гребнями; они развиваются на границе, до которой выбрасываются всплески волн во время прилива.

На участках высоких и крутых берегов протекают своеобразные процессы выбрасывания штурмовыми волнами на береговой уступ обломков и глыб известняка, величиной с кулак и больше (до размеров строительного кирпича); эти обломки формируют своеобразные штурмовые каменные валы, которые обычно имеют асимметричный поперечный профиль с более пологим склоном в сторону моря (фиг. 3).

Во время прилива от обрывистых уступов берега, поднимающихся на 7—10 м над водой, удары набегавшей волны отрываю куски известняка, которые вместе с водой выбрасываются на сушу в 3—5 м от берегового уступа. Сила волн здесь весьма большая. Так, например, на мысе Карамурн весной 1932 г. во время сильного шторма была передвинута на плоский берег, по наклону около 3—5°, глыба известняка более 1000 т весом.

Кроме механической силы удара воды о скалы берегового уступа, не малую роль в разрушении береговых скал играет и сила сжатого воздуха, который во время прилива волнами «зажимается» в береговые ниши и пещеры.

На Тарханкутском побережье местами можно наблюдать не один, а несколько рядов штурмовых валов. Здесь в отдельных случаях разрушение берегового уступа идёт столь интенсивно, что отступающий берег обрушивается в море вместе с каменными валами.

Береговой обрыв Тарханкута постепенно отступает в сторону суши, и внизу у уступа её платформа представляет скалистую поверхность с глыбами и обломками от разрушения берега. Весь тонкий обломочный материал — продукт разрушения берега — обычно отсутствует, он уносится нижним течением обратной волны в более глубокие воды и накапливается у уступа подводной террасы. В нескольких местах этого побережья сжатым воздухом, образующимся в нишах и пещерах во время сильного прилива, разработаны своеобразные карстовые каналы продувания, открывающиеся на расстоянии 15—25 м от кромки берега. Обычно, во время сильного прилива, из каналов продувания при ударе волн вырывается воздух вместе с струей морской воды, бьющей под углом 35—45° в виде периодически действующего фонтана.

Кроме того, около устьев каналов продувания образовались небольших размеров конусы выноса, длиной 1—1.5 м и высотой 25—30 см, состоящие из дрови, слабоокатанной гальки и песка.

В августе 1931 г., во время работ руководимой мною Тарханкутской геологической экспедиции, нами были установлены в различных точках продольного Тарханкутского побережья реперы, по которым велись наблюдения над интенсивностью отступления абразионного обрыва. Последние наблюдения над реперами (август 1945 г.) показали, что интенсивность отступления берега, сложенного известняками верхнего и среднего сармата, на протяжении около 7—10 км, доходит в среднем до 0.1—0.2 м в год, но протекает на разных участках побережья с различной быстротой, которая зависит главным образом от литологического состава известняков берегового уступа.

Литература

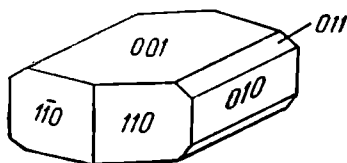
[1] А. И. Дзенс-Литовский. Тарханкутский полуостров в Крыму. Очерки по физической географии Крыма, вып. II, Л.—М, 1938. — [2] А. И. Дзенс-Литовский. Морские каменные котлы на берегу Тарханкутского полуострова в Крыму. Природа, № 4, 1936.

Проф. А. И. Дзенс-Литовский.

МИНЕРАЛОГИЯ

АТОМНАЯ СТРУКТУРА ЛАВСОНИТА

Лавсонит только недавно обнаружен в пределах нашей страны и впервые был определён В. Н. Лодочниковым и принят им в качестве объекта для образцового «Опыта характеристики порообразующего минерала» [1]. Этот минерал у нас встречается в метаморфической породе — лавсонито-хлоритовом сланце по р. Кызыл-Таш на Южном Урале. Нужно думать, что находки этого минерала должны участиться.



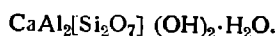
Фиг. 1. Кристалл лавсонита пластинчатого облика.

В минералогии лавсониту уделялось довольно много внимания, хотя он встречается редко и открыт сравнительно не так давно (1894). Для понимания конституции лавсонита в литературе предложены самые разнообразные формулы. Так, по его эмпирическому составу $\text{CaO} + \text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{SiO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ лавсонит разные исследователи представляли в качестве: 1) ортосиликата с группами SiO_4 , 2) дисиликата с группами Si_2O_7 , 3) метасиликата с группами SiO_3 и, наконец, 4) алюмосиликата с группами $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8$.

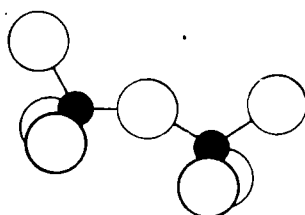
Против последнего представления уже раньше приходилось решительно возражать

ввиду несоответствия свойств лавсонита предполагаемому в таком случае для него каркасному типу строения [2, 3]. Из остальных формул одна оказалась совершенно правильной и подтверждена недавно опубликованным описанием атомного строения лавсонита [4].

Лавсонит — минерал ромбического. Его элементарная ячейка содержит $\text{H}_{16}\text{Ca}_4\text{Al}_8\text{Si}_8\text{O}_{40}$. Размеры ячейки по $a = 8.88 \text{ \AA}$, по $b = 5.75 \text{ \AA}$, по $c = 13.30 \text{ \AA}$. Минерал имеет структуру со двоянными кремнекислородными тетраэдрами. Конституционная формула лавсонита, отражающая его состав и строение, такова:



На фиг. 1 изображён один из довольно различных по облику кристаллов лавсонита, а на фиг. 2 проекция его структуры на плоскость второго пинакоида $\{010\}$. На фиг. 3 мы изобразили отдельную группу Si_2O_7 из структуры лавсонита, видимую и на фиг. 2 в центре рисунка.



Фиг. 3. Группа Si_2O_7 в структуре лавсонита.

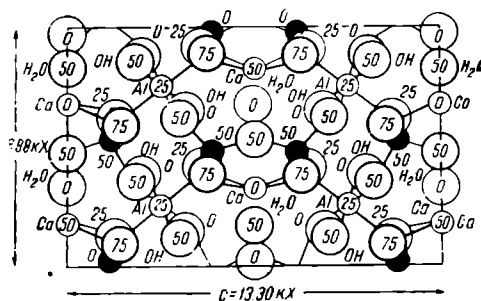
В структуре двоянные кремнекислородные тетраэдры располагаются в двух положениях: как указано на фиг. 3 и в перевёрнутом положении, составляя все вместе основу структуры.

Атомы Al помещаются в структуру так, что оказываются окружёнными четырьмя атомами кислорода, входящими в состав двоянных кремнекислородных тетраэдров, и двумя гидроксильными группами; в целом алюминий имеет октаэдрическое окружение. Такие октаэдры располагаются цепочками, тянувшимися параллельно второй кристаллографической оси b . Атомы кальция и молекулы воды заполняют в структуре пустоты. Вода прочно связана в структуре, она удаляется только при прокаливании до 700° .

С расшифровкой атомной структуры лавсонита сравнительно небольшой отдел силикатов со двоянными кремнекислородными тетраэдрами получает новое пополнение.

Литература

[1] В. Н. Лодочников. Первый лавсонит в Союзе. (Опыт характеристики порообразующего минерала). Изв. АН СССР, сер. геол., вып. 1, стр. 125—138, 1941. — [2] В. Соболев. Значение координационного числа алюминия в силикатах. Минерал. сб. Львовск. геол. общ., № 1, стр. 16—29, 1947. — [3] С. Д. Четвериков. К вопросу о связи оптических свойств силикатов с их структурой



Фиг. 2. Проекция атомной структуры лавсонита на плоскость второго пинакоида $\{010\}$. Цифры показывают относительную высоту атомов над плоскостью проекции.

и составом. Вестн. Моск. унив., № 6, стр. 47—57, 1947. — [4] E. E. Wickman. The Crystal Structure of Lawsonite $\text{CaAl}_2(\text{Si}_2\text{O}_7)(\text{OH})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$. Arkiv für Kemi, Mineral. och Geol., т. 25, ч. 3, стр. 1—7, 1947 (1948).

Проф. Д. П. Григорьев.

ЛИМНОЛОГИЯ

ГОДОВОЙ БЮДЖЕТ ЭНЕРГИИ ОЗЕРА

Изменение величины солнечной радиации, поступающей на поверхность озера, является главным фактором, определяющим изменения физического, химического и биологического циклов в его водной массе, особенно в умеренных широтах, где имеются значительные различия между летними и зимними температурами воздуха и воды.

Как известно, в озёрах умеренных широт годовой цикл состоит из четырёх фаз: 1) зимнего периода обратной стратификации, когда температура увеличивается ко дну; 2) периода весенней циркуляции, когда происходит перемешивание всей водной массы; 3) периода летней прямой стратификации, когда температура воды уменьшается от поверхности ко дну, и 4) периода осенней циркуляции, вызванной охлаждением воды.

В периоды зимней и летней стратификации имеются более или менее заметные различия в характере химизма верхних и нижних слоёв воды, которые выравниваются в периоды циркуляции. В это время в поверхностные слои, являющиеся зоной фотосинтеза, поступает больше растворённых веществ, что вызывает вспышки продукции фитопланктона весной и осенью.

Годовой цикл изменений, вызванных сезонным ходом, естественно поднимает вопрос о количестве энергии, участвующей в этом явлении, как в целом, так и в различных фазах цикла.

Однако разрешение этой задачи является сложной проблемой, так как требуется обширный цифровой материал для оценки распределения энергии по отдельным циклам.

Первой попыткой такого рода, дающей в общих чертах картину годового бюджета энергии, т. е. затрат и использования в озере общего годового количества прямой и рассеянной радиации, поступившей на его поверхность, является работа Джеди (C. J. d. y. Annual energy budget of an inland lake. Ecology, vol. 21, № 4, 1940). В качестве объекта исследования было избрано оз. Мендота (Висконсин), для которого имеются данные наблюдений: актинометрических за двадцативосьмилетний период, над вертикальным распределением температуры воды за двадцатилетний период и многолетние, различной длительности, над испарением, толщиной ледяного покрова и термикой грунтов. Кроме того, был собран значительный материал по количественному учёту продукции флоры и фауны этого озера и химическому составу их отдельных компонентов, что делает возможным дать энергетическую оценку и для биологического цикла.

Полученные указанным выше автором результаты приводятся в табл. 1 и 2, в которых все величины выражаются так же, как и при дальнейшем изложении, в малых калориях на 1 кв. см поверхности, которые обозначаются в тексте — к.

ТАБЛИЦА 1

Нормальные месячные величины прямой и рассеянной радиации, поступившей на поверхность оз. Мендота за период с апреля 1911 г. по март 1939 г.

Январь	4639	Июль	16392
Февраль	6406	Август	13986
Март	9881	Сентябрь	10186
Апрель	11940	Октябрь	7217
Май	14695	Ноябрь	4385
Июнь	15577	Декабрь	3568
Сумма за год			118872

ТАБЛИЦА 2

Количество прямой и рассеянной радиации, используемое при различных физических и биологических процессах

Таяние льда	3500
Годовой тепловой бюджет воды	24200
Годовой тепловой бюджет грунта	2000
Затрата энергии на испарение воды	29300
Годовые потери с поверхности озера	28500
Потери путём теплопроводности, конвекции и радиации	30324
Максимальный биологический бюджет энергии	1048
Сумма	118872

Затрата энергии, расходуемой на таяние льда, вычисляется из расчёта, что вес колонки льда высотой в 48 см, равной средней многолетней толщине ледяного покрова, и основанием в 1 см^2 , при удельном весе льда — 0.92, приблизительно равен 44 г. Умножая эту величину на 80 к, количество тепла, потребное, чтобы превратить один грамм льда в воду, получаем указанную в таблице величину. Тепловой бюджет воды определён как количество энергии, потребное для повышения температуры воды от зимнего минимума (в период замерзания озера) до летнего максимума путём умножения разности, полученной при вычитании средней минимальной температуры толщи воды из средней максимальной, на среднюю глубину озера.

Тепловой бюджет воды составляет 20% от годовой величины радиации. Годовой тепловой бюджет грунта вычислен на основании многолетних наблюдений над вертикальным распределением температуры в грунтах на разных глубинах. Четвёртая часть тепла (около 500 к), накопленного грунтом, отдаётся водной массе озера зимой.

При расчёте затрат тепла на испарение воды принималось, что 49.9 см — средняя величина испарения за год; с 1 см^2 она, приблизительно, равна 50 г. Средняя из недельных

средних температур поверхности воды равнялась 15°. На испарение 1 г воды с этой температурой потребно немного более 587 к на грамм, что даёт для 50 г — 29 300 к.

Величина годовых потерь с поверхности, вычислена менее точно, чем предыдущие. Потеря в зимнее время определена как разность между величиной радиации в этот период и суммой затрат энергии на подлёдный нагрев воды и на таяние льда. Она составляет 17 600 к; помимо отражения с поверхности, эта цифра включает количество энергии, поглощённое льдом и снегом.

Потери на отражение от водной поверхности ориентировочно приняты равными 10% для лета и 15% для осени от величины радиации каждого из этих сезонов.

Сумма затраты энергии на все вышеприведенные процессы составляет 74% (87 500 к) от годовой величины радиации.

Из остающихся 31 372 к — 30 324 к отнесены автором на потери путём теплопроводности, конвекции и обратной радиации, а 1048 тратится при биологических процессах.

При расчёте биологического бюджета энергии частичное перекрытие продукции организмов одного года продукцией другого не принималось во внимание так как, по мнению автора, оно количественно почти одинаково из года в год. Также не принималась во внимание та часть органического вещества, которая отлагается на дне, так как энергетическая значимость его очень мала.

Продукция планктона определялась, исходя из воспроизводства его, каждые две недели, а для максимального расчёта каждую неделю в течение года.

Общая продукция фито- и зоопланктона, высшей водной флоры, донной фауны и рыб, на основании известного содержания в них протеинов, жиров и углеводов, была пересчитана по энергетическим эквивалентам в малые калории и вычислена для одного квадратного сантиметра поверхности озера. Полученные результаты приведены в табл. 3.

ТАБЛИЦА 3

Фитопланктон	299
Метаболизм	100
Зоопланктон	22
Метаболизм	110
Донная флора	22
Метаболизм	7
Донная фауна и рыбы	3
Метаболизм	15
Растворённое органическое вещество	71
Всего	649

В табл. 3 включено также количество энергии, затрачиваемое при метаболических процессах организмов, и количество энергии, заключающееся в «растворённом органическом веществе». Этим термином обозначено то органическое вещество, которое не могло быть сконцентрировано путём скоростного центрифугирования, и либо является истинным раствором, либо находится в сильно диспергированном состоянии.

Если принять средний оборот фитопланктона каждую неделю в течение года, то энергетическая значимость его будет равной 798 к (включая метаболизм), а общая величина энергии биологического бюджета возрастет до 1048 к. Сумма продукции фитопланктона (при недельном обороте его) и донной флоры равняется 827 к, что составляет около 10% от количества энергии, проникающей в воду в течение года (90 372 к), хотя оз. Мендота принадлежит к высокопродуктивным озёрам.

Если сопоставить эту величину со степенью утилизации солнечной энергии некоторыми сельскохозяйственными культурами, то она не покажется такой уж низкой. По Трансо (Transeau), зерновые растения используют 1,6% солнечной энергии; по Шпэру (Spoeher), средняя величина использования её сельскохозяйственными растениями равняется около 3%. В обоих случаях, однако, принималось во внимание количество солнечной радиации за вегетационный период, в то время как для водной флоры оз. Мендота подсчёт произведён, исходя из годовой величины радиации.

Н. И. Семенович.

ТЕХНИКА

МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ТИТАН И ЦИРКОНИЙ

Число металлов, находящих применение в виде соединений, а именно в форме металлов, всё больше возрастает. Весьма вероятно, что на очереди стоят титан и цирконий.

Титан относится к распространённым в земной коре элементам. Среди металлов он стоит на четвёртом месте — после алюминия, железа и магния. Главные его минералы — ильменит (титанистый железняк) и рутил (двуокись титана), главное их применение — изготовление красок. В 1946 г. потребление ильменита достигло 400 000 т.

Металлический титан обладает весьма ценными свойствами. Его температура плавления 1725°, уд. вес — 4,5. Обладая крепостью стали, титан вдвое легче её. Его применению в промышленности препятствует дороговизна его получения. Но имеются сведения, что уже существуют пробные заводские установки, а история алюминия показывает, что процессы добывания металлов совершенствуются быстро, и дорогие металлы могут скоро стать вполне доступными по цене.

Наиболее выгодным способом получения титана пока является, помимо, приготовления четырёххлористого титана, очистка его перегонкой и восстановление металлическим магнием в атмосфере гелия при 750—1000°; при этом, после того как реакция началась, теплота реакции достаточна для поддержания температуры, и только под конец приходится возобновить внешнее нагревание. Практические применения титана обуславливаются его свойствами: лёгкостью, крепостью и стойкостью против коррозии. Он пригоден для пружинных весов, крыльев аэропланов, понтонов. Малая теплопроводность делает его удобным для изготовления ручек сковород и т. п.

Цирконий встречается реже титана, марганца и хрома, но содержание его в земной коре выше, чем меди, свинца и цинка. Главным источником его является силикат циркон, потребление которого в 1945 г. достигало 16 000 т — для фарфора, эмалей, а также для окиси циркония, отличающейся весьма высокой температурой плавления (2950°). Металлический цирконий очень трудно получить совершенно свободным от примесей. На опытной установке его получают, подобно титану, из четырёххлористого соединения путём восстановления магнием. Хлористый магний и его избыток отгоняют затем в высоком вакууме. При этом оставшийся металл содержит всего 0.23% примесей, что не отражается на его свойствах. Цирконий плавится около 1860°, его уд. вес равен 6.5. Самым замечательным его свойством является стойкость по отношению к минеральным кислотам: действие на него концентрированных азотной, серной или хлористоводородной кислоты совершенно незначительно. Поэтому он может с успехом заменить в химической аппаратуре тантал, будучи легче и (при большом производстве) дешевле (W. Waggoner a. E. Gee. Chemical a. Engin. News, 337, 1948).

Ю. С. Залькинд.

МИКРОБИОЛОГИЯ

СТРЕПТОМИЦИН НЕОБХОДИМ ДЛЯ РАЗВИТИЯ НЕКОТОРЫХ ЛИНИЙ БАКТЕРИЙ

В связи с расширением терапевтического применения антибиотиков возник вопрос о возможности отбора при этом линий патогенных бактерий, резистентных к воздействию антибиотиков. О том, что это не абстрактное предположение, свидетельствуют установленные в последнее время факты выделения не только устойчивых форм бактерий, но и таких линий, для которых присутствие определённого антибиотика является благоприятным или даже необходимым условием развития.

Миллером и Бонгоффом [1] были выделены две линии бактерии *Meningococcus*. Тип А, отличаясь от исходной формы размером и окраской колонии, обладал полной резистентностью в отношении к стрептомицину как *in vitro*, так и *in vivo*. Лечение стрептомицином не спасало заражённых мышей. Тип Б также отличался от исходной формы морфологически, но особенно интересны его физиологические свойства. Для развития этой линии *in vitro* и *in vivo* стрептомицин был необходим. Нормально тип Б не вирулентен для мышей. Вирулентность его проявляется только тогда, когда заражённая мышь подвергается «лечению» стрептомицином!

Появление типа Б объясняется отбором при концентрации стрептомицина, превышающей 40 µг/мл. В этих условиях нормальные формы менингококков гибнут. Выделенные культуры типа Б могут существовать и при более низких концентрациях стрептомицина — до 5 µг/мл. Это нижний предел. Оптимальные условия — 100—140 µг/мл,

развитие продолжается и при концентрации в 5000 µг/мл.

Другие исследователи выделили резистентные к стрептомицину линии *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* и *Bacillus subtilis*, развивающиеся на синтетической среде гораздо лучше и быстрее в присутствии этого антибиотика [2]. Так, соответственная линия *B. subtilis* росла только при добавлении к среде стрептомицина. Кроме того, во всех трёх видах возникают линии типа А, т. е. резистентные к стрептомицину, но нуждающиеся в нём. От соотношения этих двух типов зависит картина поведения той или иной культуры в целом.

Эти данные, кроме своего практического значения, ещё раз привлекают внимание исследователей к физиологическому многообразию микроорганизмов, порой приобретающему парадоксальный характер. Упомянем здесь, что недавно была выделена линия гриба *Neurospora*, для развития которой при определённых внешних условиях необходим сульфонамид [3].

Л и т е р а т у р а

[1] С. Р. Miller a. M. Bohnhoff. Science, 105, 620, 1947. — [2] T. Kushnick, C. I. Randles, C. T. Gray a. J. M. Birke-land. Science, 106, 587, 1947. — [3] S. Emerson. J. Bact., 54, 195, 1947.

Д. В. Лебедев.

БОТАНИКА

О ВЕГЕТАЦИИ НЕКОТОРЫХ РАСТЕНИЙ ПОД СТАЛИНГРАДОМ В ЯНВАРЕ 1948 г.

Необычайно тёплая погода, преобладавшая на юге СССР в первой половине зимы 1948 г., вызвала в природе и сельском хозяйстве ряд интересных явлений.

Потепление коснулось и Сталинградской области. Автору этих строк пришлось быть очевидцем пробуждения некоторых растений дикой флоры в начале января 1948 г. на участке Сталинградской областной опытной станции животноводства (в 10 км к западу от Сталинграда, под 48° 43' с. ш. и 44° 23' в. д.).

Средняя температура за декабрь 1947 г. по данным Сталинградской метеостанции составила +1.5°, на 7.9° выше нормы. Снеговой покров отсутствовал, за исключением нескольких дней в середине месяца.

По прошествии небольших морозов (бывших в период с 8 по 25 декабря), с 27 декабря началось резкое потепление, вызванное притоком масс тёплого воздуха с ветрами южного и юго-западного направления. Почва на всех элементах рельефа оттаяла на полную глубину. В последнюю пятидневку декабря среднесуточные температуры колебались от +2.6° до +7.8°, а максимальные от +6.3° до +11.4°. Столь же тёплыми были и первые три дня января, после чего в течение суток наблюдались небольшие морозы (среднесуточ-

ная температура колебалась от -1.9° до -5.3° . Последние четыре дня 1-й декады были самыми тёплыми: средние температуры колебались от $+3.6^{\circ}$ до $+9.8^{\circ}$, а максимальные от $+6.0^{\circ}$ до $+12.8^{\circ}$. Средняя температура за первую декаду января оказалась равной $+3.3^{\circ}$, на 13 градусов выше нормы. Волга под Сталинградом не замерзала.

В общем, температурный режим, наблюдавшийся с 27 декабря по 10 января, был весьма схож с режимом, который обычно бывает здесь в конце марта и сопровождается первыми всплесками вегетации ранне-весенних растений.

Столь сильное и длительное потепление вызвало оживление дикой растительности. 1—3 января началось явственное зеленение степных склонов, обусловленное оживлением и началом вегетации мятлика луковичного (*Poa bulbosa vivipara*), типчака (*Festuca sulcata*) и мха (*Bryum* sp.). В конце 1-й декады вегетация мятлика и типчака настолько усилилась, что дерновинки их даже стали поедаться пахусимиися животными, особенно овцами и козами.

В долине балки Бабаевой, среди кустов тёрна, вяза пробкового (*Ulmus suberosa* Mch.) и неклёна, из-под отмерших листьев, устилающих почву, 2—3 января начали проглядывать молодые глянцевые листики чистяка (*Ficaria vernalis* Roth.). К концу декады появление листьев чистяка ещё более усилилось, и длина их (с черешком) доходила до 3—6 см, в это же время, но в меньшем количестве начали появляться первые листья гусиного лука низкого (*Gagea pusilla* R. et Sch.).

10 января среди названных кустарников автором были найдены немногочисленные, но вполне развитые и приобретшие жёлтую окраску бутоны чистяка, на цветоносных стеблях высотой 5—8 см. среди всходов гусиного лука также были найдены отдельные экземпляры с зачатками бутонов.

Зацветший кустик чистяка, принесённый автором на станцию, вызвал большое удивление среди научных сотрудников и рабочих. По словам старожилов, в зимние месяцы им никогда не приходилось видеть ничего подобного.

На пригреваемых склонах и пригорках в конце 1-й декады кое-где появились также всходы некоторых весенних эфемеров — однолетников, из которых достоверно определены лютик (*Ceratocephalus orthoceras* D. C.) и мюрат (*Eremopyrum triticeum* Gaertn.) Nevskij].

Кроме того, в последние дни 1-й декады кое-где, главным образом среди кустарников, встречались ожившие (но без признаков роста) кусты житняка (*Agropyrum desertorum*), тысячелистника (*Achillea millefolium*), будры плющевидной (*Glechoma hederacea*), дрёмы белой (*Melandrium album*), ясенника (*Asperula* sp.), пырея (*Agropyrum repens*), горькой полыни (*Artemisia absinthium*) и некоторых других многолетников, по преимуществу из числа имеющих неглубоко залегающие корневища или утолщённые стебли. Признаки оживления наблюдались и в посевах ржи.

С наступлением похолодания (11—12 января) вегетация всех вышеуказанных растений прекратилась.

При фенонаблюдениях в прошлые годы автором установлены следующие сроки начала вегетации первых ранне-весенних растений. Мятлики луковичный и типчак: начало вегетации — 28 марта. Чистяк: начало вегетации, бутонизации и единичное цветение — 30 марта. Гусиный лук низкий: начало вегетации и бутонизации — 3 апреля.

Сравнивая наши наблюдения с этими данными, видим, что 1-я декада января 1948 г. под Сталинградом как в метеорологическом, так и в фенологическом отношении явилась почти точной копией конца марта.

Думается, что факты, сообщённые в этой заметке, заслуживают внимания не только ботаников, но и климатологов.

И. И. Тереножкин.

ВОЛЧИЙ ЛИШАЙНИК

В настоящее время открытие так называемых антибиотиков повлекло за собой поиски новых, более эффективных или специализированных антибиотических средств растительного и животного происхождения. Поиски антибиотиков среди лишайников уже дали первые результаты [1,2], и теперь мы знаем, что лишайниковые кислоты: вульпининовая, физодовая, усниновая и др., имеют антибиотические свойства.

В связи с вышеуказанным следует вспомнить о волчьем лишайнике, содержащем ядовитую вульпининовую кислоту — *Evernia vulpina* (L.) Ach. [синонимы: *Rhytidocaulon vulpinum* (L.) Elenkin, *Letharia vulpina* (L.) Hue, *Lichen vulpinus* L.].

Описание его можно найти у А. А. Еленкина [3] и М. П. Томина [4], он легко узнаётся по свисающим со стволов и веток кустикам яржёлтого цвета, причём встречаются разные оттенки — от сернисто-жёлтого до зеленовато-жёлтого, чем значительно отличается от всех прочих видов эверний.

Этот лишайник является старинным средством для уничтожения волков у крестьян Швеции, а также у шведских лапландцев-оленьеводов. С. Г. Сантесон [5] рассказывает со слов охотника-оленьевода, что *Evernia vulpina* размельчается и затем растирается в порошок; при этом растирании следует оберегать нос от мелкой пыли лишайника, так как она вызывает кровотечение. Растёртый порошок лишайника добавляют к салу и рубленому мясу, и смесь нагревают на сковороде на небольшом огне, следя, чтобы она не пригорела, затем добавляется свежая кровь и растёртый олениный сыр. Приготовленное таким образом снадобье кладётся в трупы разодраных волками оленей, в мясо или между кожей и мясом. Волк, проглотивший этот яд, погибает в течение суток, если не напьётся вскоре свежей крови. Чем старше лишайник, тем сильнее его действие. Хранить его нужно в сухом месте.

Ещё К. Линней [6] знал о ядовитости этого лишайника и дал ему название «*Lichen vulpinus*» т. е. лишайник волчий. Затем оказалось, что он ядовит и для собак, кошек,

кроликов, лягушек. Лишайник отравляет, в основном, плотоядных животных при дозе 20 мг кислоты на 1 кг веса; травоядные переносят двойную дозу, лягушки погибают от 2 мг, но меньше всего чувствителен к вульпиновой кислоте ёж, он может без вреда перенести приём в 120 мг на 1 кг веса [7,8]. Кислота действует раздражающе на слизистые оболочки, вызывает затруднённое дыхание, спазмы, судороги, кратковременное повышение кровяного давления, появление белка и сахара в моче, замедление пульса; она вызывает нарушение центральной мозговой деятельности благодаря раздражению дыхательного, вазомоторного и рвотного центров [7,8].

Указание Т. Фриза [9], будто этот лишайник не ядовит для лисиц, повидимому, основано на недоразумении; в некоторых местах Швеции этот лишайник даже называют не волчьим, а лисьим [5, стр. 2].

Вульпиновая кислота $C_{13}H_{14}O_5$ извлекается из лишайника хлороформом, сероуглеродом или тёплым разбавленным известковым молоком в виде светложёлтых иголок, призм, табличек, с точкой плавления около $148^\circ C$. Она растворима в воде только при добавлении углекислого натрия и нагревании, с образованием натриевой соли, и растворяется в тёплом спирте, эфире, бензоле, петролейном эфире, сероуглероде и легче всего в хлороформе [10]. Вульпиновую кислоту содержат и другие лишайники: *Alectoria ochroleuca* Nyl. (последнюю совершенно не едят олени), *Chaenotheca chrysocephala* Th. Fr., *Calicium chlorinum* Schaer., *Cetraria pinastri* Röhl., *Xanthoria parietina* Th. Fr., *Parmelia perlata* Ach. и, вероятно, другие.

Таким образом, для получения вульпиновой кислоты можно подыскать наиболее распространённый в нужной местности лишайник и не зависеть целиком от *Evernia vulpina*.

Последняя же растёт на коре хвойных пород и на обработанном дереве в горных странах северного полушария. В отделе споровых растений Ботанического института им. В. Л. Комарова АН СССР в Ленинграде имеются сборы *Evernia vulpina* из гор Западной Европы (главным образом Тироля), Скандинавии, Франции, Италии, Румынии и Северной Америки (главным образом Калифорнии).

В СССР этот вид найден на Кавказе [3] и в Крыму [4], в гербарии упомянутого отдела споровых растений имеются образцы только с Кавказа из горных лесов Абастумана, Карачая и др., все сборы 60—70-летней давности. А. А. Еленкин считал возможным нахождение этого вида в Средней Азии. Во всяком случае следует обратить внимание на изучение лишайников, содержащих вульпиновую кислоту.

Л и т е р а т у р а

[1] Д. В. Лебедев. Антибиотические вещества лишайников. Природа, № 2, стр. 63—64, 1948. — [2] A. Marshak. Publ. Health Rep., 62, № 1, p. 3—19, 1947. — [3] А. А. Еленкин. Изв. имп. Ботан. сада П. В., XVI, вып. 2, стр. 264, 1916. — [4] М. П. Томин.

Определитель кустистых и листоватых лишайников СССР, Минск, 1937. — [5] C. G. Satteson. Notiz die giftige Fuchs- oder Wolfslflechte. Arkiv för Botanik, 29, № 14, 1939. — [6] C. Linné. Species plantarum... 1753; Flora Suecica. P. 425, 1755. — [7] R. Kobert. Ueber Giftstoffe der Flechten. Sitzungsber. d. Dorpater Naturforscher. Ges., S. 157—172, 1892. — [8] A. Neuberg. Toxikologische Studien über einige organische Säuren. Dissertation, Юрьев (Dorpat), 1893. — [9] Th. Fries. Lichenographia Scandinavica. P. 33, 1871. — [10] Dr. W. Zopf. Die Flechtenstoffe... Iena, pp. 74, 76, 379—383, 1907.

Проф. В. П. Савич.

МЕТАСЕКВОЯ — ЖИВОЕ ИСКОПАЕМОЕ

В истории ботаники известны редкие случаи, когда описанные на основании ископаемых образцов новые роды впоследствии находились в живом состоянии, как компоненты современной флоры. Систематики, недостаточно хорошо знавшие палеоботаническую литературу, придумывали новое родовое название, которое по правилам приоритета должно быть отнесено к числу синонимов старого — палеоботанического.

Род *Petrophiloides* был описан по окаменелым плодам из Англии. К этому роду принадлежит широко распространённый в Восточной Азии вид монотипного рода *Platycarya*, описанного значительно позже. К тому же семейству *Juglandaceae* относится другой пример. Род *Caryojuglans* был описан палеоботаниками на много раньше, чем род *Rhamphocarya*, представители которого распространены в Юньнани. Между тем, для разделения этих двух родов нет оснований и второе название нужно считать синонимом первого.

Интересный случай находки подобного «живого ископаемого» описан совсем недавно (E. D. Merrill. Science, 107, 140, 1948).

В 1941 г. из рода *Sequoia*, остатки которого часто находятся палеоботаниками, был выделен род *Metasequoia*, в состав последнего было включено несколько видов. Через пять лет китайский лесничий Ван-чен нашёл в провинции Сычуань три живых дерева, определённых им, как представителей ранее неизвестного вида рода *Metasequoia*. Посланная Нанкинским университетом экспедиция обнаружила в районе города Вансяня 25 больших деревьев этого вида. Весной 1947 г. в район распространения метасеквойи отправилась новая экспедиция, описавшая свыше 100 экземпляров и собравшая семена этого вида. При этом было установлено, что ареал рода заходит на территорию соседней провинции Хубей.

Деревья достигают высоты в 35 м, диаметр ствола до 2.3 м. Хвоя, подобно хвое лиственницы, опадает зимой. Наиболее близкие родственники *Metasequoia* не *Sequoia*, а *Taxodium* и *Glyptostrobus*. Происхождение рода относится к меловому периоду. В прошлом он был широко распространён по Палеарктике, остатки его находят в Северной Америке, Японии, Маньчжурии и у нас на

Сахалине. В настоящее же время он находится на грани полного вымирания, встречаясь на протяжении 150—200 км.

Из семян, распределённых по различным ботаническим садам, будут выращены растения, которые явятся интереснейшими экспонатами.

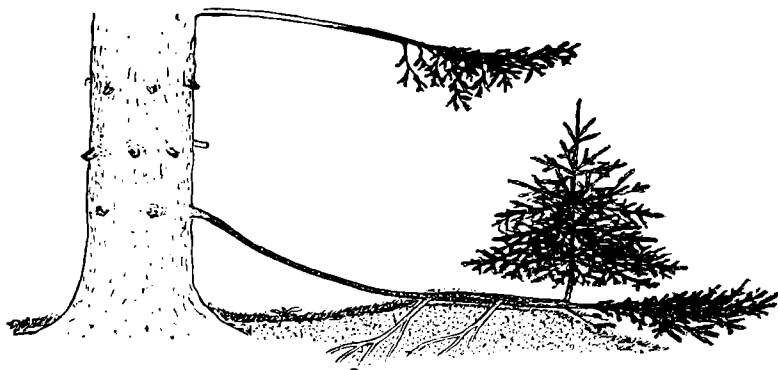
Д. В. Лебедев.

О ВЕГЕТАТИВНОМ РАЗМНОЖЕНИИ ЕЛИ

Известно, что ветви ели в определённых условиях способны укореняться и давать начало новым деревцам. Такие случаи наблюдались преимущественно вблизи климатических

ним ветвям и тем самым стимулирующий их рост.

Несмотря на то, что ветви ползут по земле и на значительном протяжении покрыты мхом и даже дёрном, укореняются они весьма редко. Мною была осмотрена площадь около 6 га леса и на ней удалось отметить немногим более 20 укоренений. Корни всегда отходят от узлов ветви и направлены косо назад (т. е. к стволу) и вниз. От места отхождения корней ветвь становится заметно толще. После укоренения ветвь продолжает расти плагитропно, даже если она выползает на 1—1½ м из-под материнской кроны. Сохраняется и присущее ветвям плоское двустороннее расположение вторичных ответвлений. Двусторонний характер ветвления сохраняется, даже



пределов распространения ели, в горах (Альпы, Юра), или на севере (Кольский п-ов), о чём можно найти сведения у Сукачёва [1], Кирхнера, Лева и Шретера [2] и др. В лесной полосе вегетативное размножение у ели, повидимому, встречается гораздо реже, даже в северных районах. В недавней работе Пертула [4], исследовавший размножение растений в южной Финляндии, причисляет ель к породам, лишённым вегетативного размножения. В связи с этим могут представить известный интерес наблюдения, сделанные мною в 1947 г. близ Звенигорода Московской области.

Коренным типом леса здесь является хорошо дренированный ельник — зеленомошник (преобладает *Pleurozium Schreberi*). Однако его естественное состояние значительно нарушено (дачная местность): древостой изрежен, листовенный подлесок почти отсутствует; сравнительно немногочислен и еловый подрост. Группы елей разного возраста перемежаются с травянистыми полянами. В условиях такой разрежённости нижние ветви елей не отмирают, а продолжают расти. Своей тяжестью (а особенно зимой под тяжестью снега) они пригибаются к самой земле и здесь закрепляются мхом и переплетением корневищ трав. Иногда ветви на протяжении 2 и более метров совершенно скрыты в моховом и травяном ковре и только самые концы их выдаются наружу. Между этими стелющимися по земле и расположенными выше ветвями создаётся разрыв, увеличивающий доступ света к ниж-

если конец укоренившейся ветви, упираясь в соседние предметы, вынужден расти прямо вверх; не меняется дело и тогда, если связь укоренившейся ветви с материнским деревом прервётся: и здесь ветвь остаётся ветвью. Подобное же упорство в направлении роста и характере ветвления можно наблюдать у стланиковых форм ели в горах; например, в Хибинах за верхним пределом леса мне приходилось видеть экземпляры, представленные одной только ветвью, укореняющейся и ползущей вниз по склону. Вертикальный ствол давно погиб, а ветвь продолжает жить, прижимаясь к земле и сохраняя стойственные сй ветвление и направление роста. Такое же самостоятельное существование ветвей Скорин [2] наблюдал в лесах Молотовской области у пихты. Очевидно, у этих деревьев нижние ветви обладают определённой внутренней детерминированностью роста.

И всё же из укоренившихся ветвей ели могут возникать вертикальные побеги и новые молодые деревца. Я нашёл 9 вертикальных побегов; для 7 из них можно было определённо установить, что это ветви второго порядка, и только в двух случаях возможность возникновения их прямо из главной оси ветви не могла быть исключена. По данным Скорина, у пихты ортотропные побеги также обычно являются ветвями второго порядка. Отхождение вертикального побега не прекращает плагитропного роста породившей его ветви (см. фиг.).

В итоге следует признать, что способность к вегетативному размножению у ели — по крайней мере в естественных условиях — очень мала. В отличие от этого, у пихты, как отметил ряд авторов [2], она развита превосходно. В таком различии свойств двух пород нельзя не усмотреть известного приспособительного смысла, соответствия с условиями произрастания: в природных ненарушенных насаждениях ель не имеет возможности размножаться вегетативно, так как, будучи обычно доминантной породой, она создаёт для своих собственных нижних ветвей затенение, которого они не переносят. Наоборот, пихта чаще бывает окружена более светолюбивыми породами (в том числе елью) и здесь вегетативное размножение оказывается легко осуществимым и, конечно, весьма полезным.

Л и т е р а т у р а

- [1] В. Н. Сукачёв, Дендрология. 1934. — [2] В. А. Ссорин. Вегетативное размножение сибирской пихты. Сов. ботаника, 15 (4), 219—224, 1947. — [3] O. Kirchner, E. Löw u. C. Schröter. Lebensgeschichte der Blütenpflanzen Mitteleuropas. Bd. I, Abt. I, 1908. — [4] U. Porttula, Untersuchungen über die generative und vegetative Vermehrung der Blütenpflanzen etc., Helsinki, 1941.

А. К. Скворцов.

ВОДЯНОЙ ОРЕХ В БАССЕЙНЕ р. УРАЛА

Водяной орех или чилим (*Trapa natans* L.) неоднократно указывался для долины Урала различными исследователями. Г. Гурьев отмечен как одно из местонахождений этого интересного растения. Позже Бородин [1] сообщил, что водяной орех, росший ранее в окрестностях Уральска, в эти годы стал редок и встречается преимущественно южнее Уральска. Это не помешало, однако, Винтеру [2] включить во флору Юго-Востока Уральск, в качестве места находки чилима.

Ларин и Тихомирова [3] привели в своём списке растений чилим с пометкой «этого растения в Уральске нет». Фурсаев [13] сообщил об исчезновении водяного ореха в районе Гребеншикова и дельты Урала, где его многократно находили ранее, указав, что все поиски этого вида не увенчались успехом.

В результате всех этих работ создаётся впечатление, что водяной орех бассейна р. Урала находится в стадии катастрофически быстрого вымирания. В то же время в других районах, где он встречается, такого быстрого сокращения занимаемой им территории не наблюдается и, наоборот, в ряде случаев распространение его увеличивается, что приводит к новым находкам. Например, для Дона его неоднократно отмечали Фурсаев [14, 12], Флёров [10], Линд [7], для Оки и Клязьмы Чернов (1939), Дексбах [4], для низовьев Волги Михайлова (1940) и другие.

В свете этих фактов кажется странным исчезновение чилима в пойме р. Урала и не-

вольно возникает вопрос, не ошибочно ли говорить о его вымирании здесь.

На протяжении ряда лет водяной орех находился нами во многих районах поймы. В 1934 г. он был обнаружен в ерике «Перевозном» около пос. Круглоозёрный; в 1936 г. он же в значительном количестве найден в оз. Козинском в окрестностях Уральска, неоднократно был встречаем в пойменных старицах р. Урала южнее Чапаево (б. Лбищенский); в 1941 г. небольшие заросли чилима были отмечены в озерах поймы р. Илек у г. Илек, а в 1942 г. вблизи пос. Рубежинский. Особенно велики были заросли чилима в этом же году у пос. Бурлин и Бородинский.

Большой интерес представляет заметка Брудина [2] о находке этого же растения в озёрах и речных заводях среднего течения р. Илек в районе с. Буранного и ряде других пунктов Чкаловской области.

Наши находки позволили констатировать, что в пойме р. Урала наряду с типичным *Tr. natans* L., более обычным в северной части поймы, чаще встречается сходный вид с более крупными плодами и широкой пластинкой листа — *Tr. astrachanica* (Fler.) Wint. (син. *Tr. caucasica* [Fler.] var. *tanaitica* Fler.), изредка дающий мелкоплодную форму *f. microcarpa* (Fler.) Wint.

Особенно част чилим в мелких старицах и озёрах поймы Урала южнее Чапаево, где он нередко является довольно важным объектом сбора для местных жителей. Одновременно надо подчеркнуть, что чилим встречается далеко не во всех пойменных водоёмах, а сравнительно в очень немногих, что объясняет возможность лёгкого пропуска его при беглом просмотре поймы. Такой пропуск тем более лёгок, что, по нашим наблюдениям, *Trapa* растёт преимущественно в мелких заводях, покрываемых почти сплошь покровом рясок *Lemna minor* и *L. trisulca*. Обычными спутниками чилима в этих условиях бывают кувшинки — *Nymphaea alba*, пороз — *Typha angustifolia*, камыш — *Scirpus lacustris*, лютики — *Ranunculus aquatilis* и *R. circinnatus* и некоторые другие.

Таким образом, говорить о вымирании водяного ореха в бассейне р. Урала, принимая во внимание всё сказанное, нельзя, но в то же время необходимо отметить, что площади, занятые им, по сравнению с началом нашего столетия, значительно сократились, что подтверждается рассказами старожилов. В своё время Танфильев [9] отрицал роль человека в истреблении этого третицевого реликта, но накопившиеся сейчас факты говорят о противоположном. Массовый сбор чилима, проводится чаще всего без учёта необходимости оставления части плодов для возобновления зарослей.

Растения захватываются длинными граблями, все плоды собираются и заросли уничтожаются начисто. Неудивительно, что после таких сборов в упоминавшемся оз. Козинском сохранились только редкие экземпляры чилима, да и те, возможно, в ближайшем будущем будут уничтожены.

Нет никакого сомнения в том, что без срочных мероприятий по охране имеющихся зарослей, чилим в пойме Урала может бес-

следно исчезнуть. Необходимо не только объявить заповедными имеющиеся заросли, но надо также расширить занятые чилимом площади, засевая его в те водоёмы, в которых почему-либо его нет. Обилие в пойме р. Урала стариц и озёр, наличие таких же водоёмов в бассейне рек Кушума, Чагана, Узеней, Камыш-Самарских озёр и других пунктах является предпосылкой к успешному разведению этого, по определению Лавренко [5], термофильного гидрофила. Если, по Дексбаху, чилим избегает жёстких, богатых кальцием вод, то с другими солями он мирится довольно легко и, как отмечают Шенников [15] и Фурсаев (1939), заросли водяного ореха встречаются даже на отмелях опреснённого Волгой взморья Каспия. Большинство же наших водоёмов по солевому режиму, температурным условиям и глубине является вполне подходящей средой для расселения и развития этого третичного реликта.

Применяя разведение чилима, нетрудно в ближайшие годы превратить многие из наших, сейчас бесполезных, водоёмов в плодородные угодья, приносящие ежегодно значительные количества ценного пищевого продукта.

Таким образом: 1) водяной орех распространён вдоль всего течения р. Урала от дельты до впадения Ори, а возможно — ещё выше; 2) встречаясь обычно в мелких, сплошь заросших, но тем не менее ежегодно заливаемых водоёмах, чилим легко пропускался исследователями, тем более, что его численность резко колеблется в различные годы; 3) естественного вымирания чилима в бассейне р. Урала нет, но не регулируемая деятельность человека, уничтожающего заросли, может привести к полному исчезновению этого растения; 4) необходимо срочное выделение заповедных участков и одновременно заселение чилимом новых водоёмов. Подобные меры сохраняют этот третичный реликт и одновременно дадут новый источник дохода народному хозяйству области.

Литература

- [1] В. Н. Бородин. Изв. Бот. сада, № 2, 1915. — [2] И. Д. Брудин. Природа, № 3, 1944. — [3] Н. А. Винтер. Флора Юго-Востока, т. V, 1931. — [4] Н. К. Дексбах. Природа, № 2, 1943. — [5] Е. М. Лавренко. Растит. СССР, т. 1, 1938. — [6] И. В. Ларин и Тихомирова. Почвы и растит. уч-ка Ур. с.-х. оп. ст., 1928. — [7] А. Э. Линд. Природа, № 5, 1945. — [8] Ф. Н. Мильков. Бот. журн., № 1, 1946. — [9] Г. И. Танфильев. Вестн. естествозн., № 1, 1890. — [10] А. Ф. Флёров. Список раст. Сев. Кавказа, 1938. — [11] А. Д. Фурсаев. Изв. Сар. общ. естеств., т. II, в. 1, 1927. — [12] А. Д. Фурсаев. Бот. журн., 1933. — [13] А. Д. Фурсаев. Уч. зап. СГУ, т. XVI, в. 1, 1946. — [14] А. П. Шенников. Растительность СССР, т. 1, 1938.

В. В. Иванов.

КУЛЬТУРА ЦИНЕРАРИИ

Род *Cineraria* относится к семейству сложноцветных (Compositae) и насчитывает около 35 видов, распространённых в южной и тропической Африке.

У нас на севере в декоративном садоводстве используется для массовой культуры только два вида — это цинерария приморская (*C. maritima* L.) и цинерария гибридная (*C. hybrida* Willd.), выведенная путём скрещивания других видов. Обе они являются растениями многолетними, но культивируются преимущественно как однолетние.

C. maritima L. разводится одинаково с летниками, которые выращиваются заблаговременно в виде рассады в парниках. Посев семян её производится в оранжевых в феврале — марте месяце, всходы распикировываются в ящики или в парники, где остаются до пересадки в грунт на место оформления клумб, рабаток и цветников.

Cineraria hybrida Willd. относится к одной из важнейших цветочных промышленных культур закрытого грунта.

В течение последних десятилетий выведено большое разнообразие сортов этой цинерарии, отличающихся обилием, величиной и окраской цветов, высотой роста, хорошей формой и высотой всего растения.

На основании декоративных признаков цинерарий, в настоящее время их делят на восемь групп, причём в каждой группе выделяют сорта по окраске цветов: белые, розовые, шарлаховые, малиново-красные, голубые, синие, фиолетовые, комбинированной пёстрой окраски и другие. Так, например: 1) Обыкновенная высокая (*Cineraria hybrida multiflora*); 2) Обыкновенная низкая (*Cineraria hybrida multiflora nana*); 3) Крупноцветная низкая (*Cineraria hybrida nana*); 4) Крупноцветная низкая (*Cineraria hybrida grandiflora nana*); 5) Махровая высокая (*Cineraria hybrida fl. pleno*); 6) Махровая низкая (*Cineraria hybrida fl. pleno*); 7) Звёздчатая или многоцветковая (*Cineraria hybrida stellata* или *Cineraria hybrida polyantha*); 8) Лучистая (*Cineraria hybrida radiata*), выведенная из звёздчатой и по форме цветка напоминающая таковую у кактусовых георгин.

В садоводствах цинерария, как правило, размножается семенами, хотя возможно применять деление и черенкование, однако вегетативные способы размножения очень хлопотливы и нерентабельны, а поэтому не практикуются.

Срок посева семян приурочивается к такому времени, чтобы иметь цветущие экземпляры в тот период, когда меньше всего имеется других цветущих растений, т. е. в январе — феврале или марте — апреле — начале мая месяцах. Поэтому для первого срока надо производить посев в конце мая, в июне, а для второго срока — в июле — августе.

Для посева берётся земля из 1 части листовой, 1 части мелкой дерновой и 1/4 части речного песка. Этой хорошо перемешанной смесью наполняют ящики или плошки, несколько уплотняют землю и разравнивают её. После этого делают посев семян «вразброс»,

не очень густо, а потом сверху семена слегка посыпают просеянным песком и увлажняют водой из мелкого ситка, ставят в оранжереи или в парники и поливают по мере надобности.

Через 8—10 дней появляются всходы и тогда растениям дается достаточно света. При появлении первого настоящего листа (не считая семядолей) сеянцы пикируют в ящики в состав земли такой же как для посева, но с добавлением $\frac{1}{2}$ части перегной. Пикированные растения размещаются на расстоянии 3 см друг от друга и ряд от ряда в шахматном порядке. В один пикированный ящик помещается 190—200 шт. растений. Сразу после пикировки растения поливают и в дальнейшем почву поддерживают влажной.

Через несколько дней, когда разовьются уже настоящие листья, делают повторную пикировку, давая расстояние между растениями в 5 см, при этом в пикировочный ящик размещается 60—75 шт. растений. Уход за ними остаётся тот же, что и после первой пикировки, растениям дается больше света и воздуха.

Когда растения настолько разрастутся, что начнут теснить друг друга, тогда их поштучно высаживают из ящиков в 9—10 см горшки. При этом рекомендуется брать состав земли: 1 часть листовой, 1 часть перегнойной, 1 часть тяжёлой дерновой и $\frac{1}{4}$ части песку. Кроме того, на один носилки этой земляной смеси кладётся один 10 см горшок роговой стружки или горшок костяной муки, что много способствует хорошему развитию цинерарии. Посаженные растения сразу же устанавливают в парники, заглубляя их горшки на $\frac{2}{3}$ их высоты в землю. В парниках растения остаются всё лето, где их в должной степени поливают, проветривают и притеняют от солнечного света.

С наступлением первых заморозков растения переставляют из парников в светлые, предпочтительно низкие двухскатные оранжереи с температурой 3—6° Ц так, чтобы они не теснили друг друга, получали много света и воздуха; поливают их умеренно.

В ноябре—январе месяце производят пересадку растений в 12—13 см горшки, в которых состав земли должен быть из 1 части листовой или компостной, 1 части перегнойной, 2 частей тяжёлой дерновой, $\frac{1}{5}$ части речного песка. В первые же дни после пере-

валки временно желательнее подчать температуру оранжереи на 2° Ц, что будет способствовать лучшему и быстрому укреплению растений. В дальнейшем температуру поддерживают на уровне 4—6° Ц до января—февраля месяцев. В это время растения должны получать достаточно света. Ни в коем случае не допускаются температурные скачки, особенно резкое повышение температуры, иначе растения теряют нижние листья, преждевременно трогаются в рост, неправильно развиваются и бедно цветут.

В период подготовки растения к цветению температуру повышают до 10—12° Ц, но не выше, иначе растения сильно вытягиваются и получается низкосортный товар.

Часто на цинерарии в большом количестве нападает травяная тля, паутинный клещик и бель или мучнистая роса, поэтому нужно проводить следующие мероприятия.

1) для уничтожения травяной тли применяется окуливание табаком растений, опрыскивание их холодной чистой водой и усиленное увлажнение воздуха;

2) для борьбы с паутинным клещиком применяют окуливание серным цветом растений и частое опрыскивание их холодной чистой водой;

3) для борьбы с мучнистой росой применяют опыливание серным цветом растений и, как профилактику, усиленное проветривание.

Правильно выращенные цинерарии должны иметь тёмнозелёную окраску листьев, сохранять до низу хорошо развитые листья, быть равнобокими с хорошо развитым большим щитком цветков, расположенных в выпуклом соцветии, из которого не должны торчать отдельные цветки, расположенные вне этой поверхности.

В. И. Шлапин.

Старший садовод Ботанического сада Ботанического института им. В. Л. Комарова Академии Наук СССР в Ленинграде.

ЗООЛОГИЯ

ОТЛИЧИЯ В АДАПТАЦИИ ПЧЁЛ РАЗНЫХ ПОРОД

Проведённые наблюдения в Уссурийском крае близ г. Иман участниками экспедиции Московского Государственного университета

ТАБЛИЦА
Средний процент красноклеверной обножки у разных пород пчёл

Породы пчёл	Средний процент красноклеверной об- ножки	Примечание
Пасека Тимирязевской с.-х. Академии. Лето 1946 г.		
Среднерусская	3.12	Южные породы пчёл—итальянские и кав- казские обладают более длинным хобот- ком, чем среднерусские пчёлы. Это извест- но по многочисленным исследованиям со- ветских учёных — В. В. Аллатова, Н. С. Михайлова, А. С. Скорикова и др.
Итальянская	8.43	
Кавказская жёлтая	10.31	
Пасека МГУ (Абрамцево). Лето 1946 .		
Среднерусская	5.71	
Кавказская жёлтая	10.31	

(МГУ) в 1947 г. под руководством доцента Лаврешина над посещением пчёлами красного клевера показали, что обитающая там в диком виде индийская пчела (*Apis indica* F.), перевезённая на пасеку, не наблюдалась на красном клевере и не несла красноклеверной обножки (собранной пчелы), а усиленно посещала цветущую в то время гречищу. Культурная медоносная пчела (*Apis mellifera* L.) в Уссурийском крае представлена украинской породой, которая великолепно посещала красный клевер и несла много красноклеверной обножки, но значительно меньше несла обножки с гречищи. Это объясняется тем, что нектар, расположенный в глубоких трубчатках цветка красного клевера, мало доступен пчёлам, обладающим коротким хоботком. Наоборот, у гречищи нектарники открыты и нектар легко доступен пчёлам, имеющим короткий хоботок. Длина хоботка пчелы — *Apis mellifera* L. с пасек, находящихся по соседству с наблюдательными участками вблизи г. Иман, равна 6,2 мм, тогда как длина хоботка пчелы — *Apis indica* равна 4,9 мм.

При проведении опытов по изучению приносимой обножки разными породами медоносных пчёл летом 1946 г. на пасеке Тимирязевской сельскохозяйственной академии и на пасеке МГУ, мною было обнаружено, что чем больше длина хоботка породы пчёл, тем выше средний процент красноклеверной обножки, приносимой данной породой (табл.).

Наблюдая над работой пчёл на красном клевере в д. Репихово и д. Подушкино Загорского района в 1946 г., я обнаружил, что большинство пчёл, находящихся на красноклеверном поле, посещало цветы «воровским» путём через обгрызанные гусеницей совки венчики и через прогрызаемые шмелями-операторами отверстия. Так как в ближайших от опытных участков деревьев были только среднерусские тёмные пчёлы и кавказские жёлтые пчёлы, то, подсчитывая число правильных (через венчик цветка) посещений клевера (руководствуясь цветом пчёл), я обнаружил, что среднерусские (короткохоботные пчёлы) давали 19,9% правильных посещений, тогда как кавказские жёлтые (длиннохоботные) давали 28,6%.

Большая посещаемость красного клевера длиннохоботными пчёлами, видимо, объясняется тем, что им более доступен нектар, расположенный на дне глубоких трубочек цветка клевера.

Из приведённых примеров видно, что существуют в пределах вида *Apis mellifera* L. отдельные подвиды, адаптированные по-разному к различным медоносным растениям. Эта особенность может быть использована для практических целей, в частности — для разведения длиннохоботных пчёл, используемых на опыление семенников красного клевера, недобор которого очень часто зависит от недостатка диких опылителей и сравнительно малой посещаемости его короткохоботными пчёлами.

В. К. Рымашевский

СОЖИТЕЛЬНОСТЬ ЛИЧНОК И КУКОЛОК МОШКИ С ПОДЁНКАМИ

«Сожительство места» длинноусых двукрылых с другими насекомыми относительно очень редко. Сожительство мошек с другими насекомыми до сих пор не было известно. Эдвардс [2] описывает случай нахождения личинок и куколок мошек на крабе (*Potamon niloticum*) в Африке. Однако облигатность этого сожительства не подтвердилась, как показали следующие наблюдения. Все особи, доставленные Эдвардсом, принадлежали к одному виду *Simulium hirsutum* Pom., который в стадии личинки и куколки обычно развивается на листьях растений. Как в экологическом, так и в морфологическом отношении личинки и куколки этого вида ничем не отличаются от других видов семейства. Эдвардс приходит к выводу о чисто случайном характере этого относительно редкого явления.

В литературе имеются указания о сожительстве личинки *Chironomidae* с подёнок, причём личинка хирономиды развивалась на нимфе подёнки.

Личинки и куколки мошек и нимфы подёнок нередко встречаются вместе в быстротекущих водах. Однако тесного «сожительства места» между представителями названных групп не отмечалось. Нам удалось наблюдать подобные отношения с резко выраженными морфологическими приспособлениями к сожительству, по крайней мере со стороны личинок и куколок мошек.

Личинки мошек являются очень стенофобными, реофильными и степеооксибионтными организмами. Эти экологические особенности мошек, наряду со специализированным питанием личинок планктоном, ведут к тому, что как личинки, так и куколки занимают в большинстве случаев обособленные биотопы, сравнительно слабо заселённые другими компонентами водных биоценозов. Строго выбираются участки наиболее быстрого течения, и здесь популяции личинок и куколок мошек достигают нередко необычайной плотности: 100—200—300 экземпляров на 1 см². Мёру этой плотности можно оценить, если принять во внимание, что поперечный диаметр тела взрослой личинки достигает около 1 мм, а её длина — около 6—8 мм. Естественно, что при такой плотности другие организмы не находят места, почти полностью вытесняясь, а сами личинки мошек располагаются в несколько ярусов. Тем более замечательным представляется наблюдавшийся нами случай облигатного для личинок старшего возраста и куколок мошек сожительства с нимфами подёнок.

Наблюдения произведены в 1943—1944 гг. в Таджикистане в высокогорных, вытекающих из снежников потоках на высоте 2000—3000 м.

Наиболее характерными отличиями водоёмов, которые, как нам представляется, имеют отношение к возникновению этого сожительства, можно считать следующие.

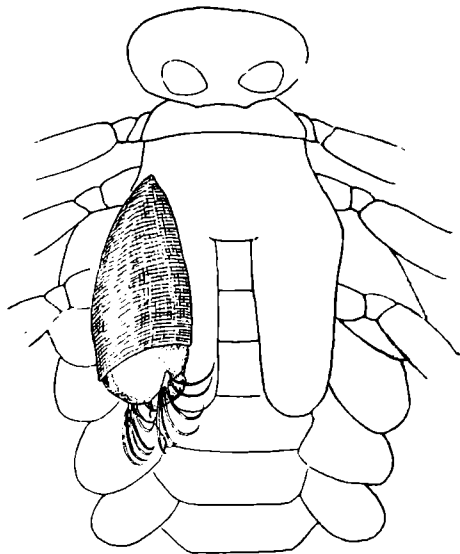
Ручьи берут начало в снежниках на высоте 3000—4000 м, как, например, речка Оби Хильф около перевала Зидды через Гиссарский хребет. Здесь мы в первый раз обнаружили и наблюдали это явление. Ложе стремительного

потока имеет чрезвычайно крутое падение. Речка фактически представляет серию небольших каскадов среди нагромождения каменных плит и камней различного размера. Температура воды очень низкая: в мае она составляет 2—3°, в июле повышаясь лишь до 7—9°. Правда, позднее мы находили на более низких высотах небольшие ручьи, заселённые этими же сожителями, с температурой воды, поднимавшейся в тёплые дни до 12—15°. Серия каскадов нередко скрывается под снежными арками, которые тают в течение всего лета, местами обваливаются и загромождают ложе, сквозь которое пробивается ручей. Подобные снежные арки нередко имеют протяжение до полукилометра и более и сохраняются до второй половины лета. Весной и в начале лета для подобных ручьёв характерно обилие мути, песка, а иногда и мелких камешков, выносимых бурным потоком из-под снежных арок. Питание ручьёв с высоких пиков, где снег лежит в течение всего лета, ведёт к тому, что названные характерные особенности ручьёв — низкая температура воды, передвижение песка и камней наблюдаются в течение всего лета. По этой же причине планктон, который служит для питания личинок мошек, в подобных ручьях сравнительно беден.

Общим приспособлением, характерным для всех высокогорных видов мошек, живущих в ручьях со столь подвижным ложем, является уход личинок с открытого дна ложа, где они, очевидно, могут быть повреждены, под каменные плиты и на прибрежный субстрат, например, на свисающие с берега ветви, листья и побеги растений. Здесь они находятся в относительной безопасности и интенсивно скопляются, достигая указанных выше плотностей. Однако уход под каменные плиты, равно как и скопления на очень бедном здесь растительном субстрате, сопряжены с отрицательными экологическими моментами: замедленным течением и ограничением количества пищи, без того не обильной в этих водоёмах. Как приспособление к подобным условиям существования, возможно рассматривать возникновение облигатного сожительства между личинками и куколками нового, описанного нами вида мошек (*S. ephemerophilum* Rubz.) [1] и нимфами подёнки, относящейся, по определению С. Г. Лепневой, к роду *Ison*.

Названная подёнка — исконно реофильное насекомое, судя по морфологическим приспособлениям: плоской и обтекаемой форме тела, плотно прилегающего к поверхности камней, на которых нимфы живут. Предпочтительными нишами нимф старшего возраста служит нижняя поверхность каменных плит, реже — другие плоскости, всегда достаточно интенсивно омываемые током воды. Нимфы располагаются головой навстречу течению. Личинки *Simulium ephemerophilum* Rubz. в младшем возрасте живут, как обычно, на камнях. Причины такого отличия в поведении личинок младшего возраста по сравнению со старшими возрастами не вполне ясны и, по видимому, кроются в особенностях экологии поведения и предпочитаемых ниш. Не подлежит сомнению, что в течение роста личинки разных видов мошек, в связи с меняющимися возможностями и потребностями в кислороде, пище

и других условиях внешней среды, меняют свои местообитания. Мне удалось наблюдать, что личинки младших возрастов некоторых видов, обитающих в горных потоках Гиссарского хребта, например *S. albellum* Rubz. [1], вначале живут очень плотными популяциями в плёнке воды на боковых поверхностях камней, омываемых брызгами, там же, где были отложены яйца. Но по мере роста плёнка их не удовлетворяет, они исчезают отсюда, и в средних возрастах личинки встречаются пониже, преимущественно вдоль трещинок, царапин и мелких углублений в камнях. Очевидно, что как в плёнке воды на каменных стенах потока, так и в трещиноватости камней личинки *S. albellum* Rubz. находят укрытия и развиваются в относительно



Куколка мошки *Simulium ephemerophilum* Rubzov, проходящая своё развитие на надкрыльях подёнки *Ison*.

большей безопасности, чем личинки младших возрастов, которые по мере роста расселяются в потоке, занимая все ниши с более сильной струёй воды. Условия развития и миграции личинок *S. ephemerophilum* Rubz. не прослежены, но возможно допустить аналогичные причины и условия для объяснения того, что личинки младших возрастов ведут обычный образ жизни и перебираются на спину нимф подёнок преимущественно в старшем возрасте. Личинки старших возрастов прикрепляются к спинной поверхности нимфы подёнки, чаще справа или слева на надкрыльях. Здесь происходит и окукливание личинки. Куколка располагается определённым образом по отношению к течению, головой по течению, задним концом навстречу ему, чем достигается наибольшая обтекаемость, благодаря конически приотстрённой кзади форме кокона. Для окукливания предпочитают нимфы старшего возраста, хотя как личинок, так и куколок мошки можно встретить и на небольших личинках подёнок. Личинки мошки поселяются обычно по одной,

но изредка, при большом перенаселении, можно встретить две и даже три куколки на одной нимфе подёнки.

Количество нимф с сожителями в обследованных мною, примерно, десяти речках колебалось от 10 до 50–60% по отношению к общему количеству нимф в водоёме. Мне ни разу не удалось встретить куколок этого вида на камнях или другом неорганическом субстрате, откуда можно заключить о закономерности этих отношений. Как подёнки, так и их сожители представляются в соответствующих водоёмах нередкими, в некоторых случаях преобладающими видами.

Как уже отмечено, куколки сожителей располагаются преимущественно на надкрыльях, то на правом, то на левом. Производя сборы на правом берегу ручья, я заметил, что подавляющее большинство куколок располагается на левом надкрылье нимф. Обратное наблюдалось в сборах с левого берега: здесь сожители располагались чаще на правом надкрылье. Подсчёт количества куколок, располагающихся на разных сторонах тела нимф подёнки, собранных с правого и левого берега, показал, что отмеченные различия закономерно повторяются. Если учесть упомянутое выше расположение подёнки и личинки мошек по отношению к течению, то оказывается, что сожители выбирают ту сторону тела нимфы, которая обращена к более быстрой струе, что в условиях прибрежных камней обычно наблюдается на стороне, обращённой к ложу реки. Сборы из середины русла ручья подтвердили это предположение, так как здесь не обнаруживалось столь чётко подобной закономерности.

Эта специфика выбора мест для окукливания находится в согласии с реофильно-оксибионтным обликом личинок и куколок мошек вообще и, как нам кажется, подтверждает наше предположение, что факторами возникновения сожительства личинок мошки с подёнкой, наряду с поисками защищённых ниш, является также потребность в кислороде и пище, количества которых обычно понижены в мутных и холодных снеговых потоках. Располагаясь на подёнках с нижней стороны каменных плит, мошки находят здесь, прежде всего, защиту от вечно движущихся камешков и песчинок и, наряду с этим, помещаясь в некотором удалении от субстрата, попадают в искомую струю воды, что очень важно в водоёме, практически лишённом макроритной растительности. Реофильные и оксибионтные личинки, питающиеся планктоном, находят на спине подёнки более подходящие экологические условия.

Можно представить и ещё одно преимущество для куколок симбионта. При изменении положения каменной плиты или изменении направления струи, что является обычным в подобного рода горных потоках, реофильная нимфа подёнки меняет своё местоположение, переползая в соответствующую струю воды, чего не может сделать неподвижная куколка мошек и что для неё важно, так как в холодной воде она развивается относительно длительное время. Рационально перемещающийся субстрат для куколки мошек представляется обстоятельством благоприятным, так как

куколка, нуждающаяся в кислороде, приносимом струёй воды, снова его обретает с переселяющейся в такие условия нимфой подёнки. Не ясно, какие выгоды в этом сожительство извлекает для себя нимфа подёнки и извлекает ли она их вообще. Может быть, в описываемых нами явлениях отношения ограничиваются тем, что называется сожительством места. Нимфа подёнки является лишь подвижным субстратом для личинок и куколок мошки.

Не подлежит однако сомнению, что эти отношения весьма древнего происхождения и прочно зафиксированы не только в поведении, но и в специальных морфологических приспособлениях, относительно резко выраженных как у личинок, так и у куколок мошки. Эти приспособления представляют общий интерес и заслуживают быть отмеченными. «Веера», служащие для улавливания пищи, развиты очень слабо, может быть в связи с преимуществами, которые представляет местоположение на спине подвижного субстрата. Функционально непонятным представляется резкое сужение лобного склерита казди, чего не наблюдается ни у одного из других известных палеарктических видов и что отмечено лишь для *Simulium ovipescer* Edw. с о-вов Таити [3], у которых, кстати сказать, «веера» также развиты очень слабо. Возможно, что это находится в связи с более слабым развитием прикрепляющейся здесь мускулатуры. Антенны необычайно короткие. Нижняя губа, функционально связанная с прикреплением паутинки к субстрату, на котором располагается личинка, имеет весьма своеобразную форму и снабжена сравнительно большим числом мелких и однообразных по форме зубчиков. Чувствительные щетинки на ней очень короткие. Тело покрыто очень крупными волосками, какие не встречаются у других видов. Задняя присоска, которой личинка прикрепляется к субстрату, снабжена очень большим числом мелких крючьев: 138—140 рядов по 30—32 крючка в каждом ряду. Весьма отчётливы и гармонируют с экологической спецификой местообитания отличия куколок: кокон необычайно тонкий, гладкий и плотно прилегает к куколке, составляя с ней одно удобообтекаемое целое. Такие особенности могут служить к уменьшению давления струи воды, что является обстоятельством, благоприятным для «хозяина» — подёнки при относительно крупных размерах сожителя. Поперечное сечение куколки составляет около $\frac{1}{3}$ сечения тела нимфы. Короткие дыхательные нити, особенно пара нижних, загнуты к телу нимфы и в стороны. Такие отличия в строении дыхательных нитей увеличивают контакт с водой и уменьшают возможность их повреждения, если, например, нимфа подёнки попытается назад в узкую щель.

В систематическом отношении описываемый вид мошки занимает обособленное положение. По строению гениталий самцов много он тяготеет к группе *Odagmia*, куда относится широко распространённый вид *Simulium opatum* Mg.

Описываемый случай является, повидимому, первым примером настоящего и обязательного для личинок старшего возраста и

куколок мошки сожительства с подёнками, сожительств двух древних и высоко специализированных и стенопотных водных животных. Это сожительство можно рассматривать как полезное для мошек приспособление к специфическим условиям обитания и развития в высокогорных снеговых потоках Памира.

Л и т е р а т у р а

[1] И. А. Рубцов. Состав, связи, географическое распространение и вероятное происхождение фауны мошек Средней Азии. Изв. Акад. Наук СССР. Сер. биол., 1947. — [2] F. W. Edwards. Simulium larvae and pupae found on a Crab. Entomologist, LXI, 42, 1928. — [3] F. W. Edwards. Tahitian Simuliidae. Pacif. Entomolog. Surv. Publ. 6, Part 7, 35—38, 1933.

Проф. И. А. Рубцов.

НОВЫЕ АФАНИПТЕРОЛОГИЧЕСКИЕ НАХОДКИ

Изучение блох (Aphaniptera) давало уже не раз ценный материал для освещения зоогеографии и истории их хозяев или населяемых ими местностей [1, стр. 43—45]. Мы можем сейчас сообщить ещё о некоторых подобных фактах, представляющих интерес. Известно, что большинство сурков Евразии (*Marmota bobac*, *M. baibacina*, *M. sibirica*) близко родственны между собой и в соответствии с этим имеют общего паразита *Oropsylla silantiewi*, образующего в разных частях своего громадного ареала — от Донских степей до Восточной Азии — лишь слабо дифференцированные расы [2]. Недавно, благодаря сборам Камчатского заповедника (Ю. В. Аверин) удалось выяснить, что и на сурке — *Marmota camtschatica* паразитируют представители этого же вида блох. Близкое родство этих блох с американскими *Oropsylla* подчёркивает американские связи и самих сурков. Совсем новую зоогеографическую группу представляют два вида сурков среднеазиатских гор *M. caudata* и *M. menzbieri* с их паразитами. Не так давно мы получили блох западно-тиньшаньского сурка Мензбира из заповедника Аксу-Джабаглы от зоолога П. А. Янушко. Оказалось, что на этом сурке паразитирует своеобразный вид из группы сусликовых блох, который мы называем *Ceratophyllus (Citellophilus) menzbieri*. Его родственник *C. (Cit.) lebedevi* уже хорошо изучен как паразит красного сурка *M. caudata* [2]. Группа *Citellophilus* не имеет родственников в Америке, и, следовательно, блохи указанных видов сурков имеют аутохтонное азиатское происхождение, как, по видимому, и их хозяева. То же надо сказать и о малом суслике *Citellus pygmaeus* и его паразитах из группы *Citellophilus*.

Пример американских связей представляют блохи длиннохвостого суслика *Citellus undulatus*, который, как известно, живёт и в Азии (*C. undulatus evermanni* и другие подвиды) и в Северной Америке (*C. undulatus parryi*).

В Азии на них живёт блоха *Oropsylla asiatica*, а на Аляске *Oropsylla alaskensis*. Судя по опубликованному недавно рисунку [3], можно думать, что эти блохи весьма сходны, и, вероятно, придётся объединить их под названием *O. alaskensis*.

Вторая любопытная находка сделана недавно среди блох водяной крысы *Arvicola terrestris*. Из числа эктопаразитов этих зверьков представлялись до последнего времени более характерными два вида: обитатель нор грызунов речных долин *Stenophthalmus wagneri* (известный из бассейна Волги, Урала, Дона, Кубани) и блоха водяных крыс *Ceratophyllus (Megabothris) walkeri* — известная от Англии до Кавказа и Западной Сибири. Недавно мы нашли в сборах зоологов П. Д. Голубева, В. П. Добронравова, И. В. Зильберминца и В. Д. Ляшенко, произведённых весной в 1947 г. на Северном Кавказе в ущелье В. Мара (верховья Кубани) и в окрестностях Кисловодска с водяных крыс, серию блох с весьма характерными морфологическими особенностями, которых мы пока оцениваем как новый подвид, хотя возможно, что им придётся придать видовое значение. Мы их называем *Ceratophyllus (Amalagaes) penicilliger arvicolae* ssp. n. Интерес этой находки подчёркивается следующим: 1) в старых сборах Л. Бианки (1926) и О. И. Скалон (1938) с водяных крыс из Якутии (близ г. Якутска и южнее) имеется несколько экземпляров блох, мало отличающихся или совсем подобных этой кавказской форме. Для столь удалённых местонахождения (Кавказ и Якутия) и заставляют думать, что мы имеем в данном случае особый вид, приспособившийся к жизни на водяных крысах, а не обычную географическую расу *C. penicilliger*, каких мы знаем уже не мало [2]. Учреждениям, обследующим водяных крыс, следует обратить внимание на сборы эктопаразитов из промежуточных районов, но уже теперь нам известно, что на Мурмане, на р. Урал, в Новосибирской обл., а по сообщению О. И. Скалон, также и на р. Лене около устья Вилюя на *Arvicola* живут другие подвиды *C. penicilliger*, те же, которые паразитируют там на лесных полёвках и других грызунах. Если окажется, что ареал *C. penicilliger arvicolae* действительно разорван на две столь удалённые части (Северный Кавказ и Якутия), то происхождение такого ареала будет представлять интересную зоогеографическую загадку; 2) *C. penicilliger* (как и *C. walkeri*) распространён по северу Евразии и имеет близких родичей в Северной Америке; он является типичной бореальной формой. Обнаружение родича этого вида на Кавказе увеличивает список неокрылённых видов бореального происхождения, проникших на Кавказ.

Морфологически *C. penicilliger arvicolae* очень резко отличается укороченной верхней частью подвижного пальца половой клешни самцов и очертаниями VII стернита самок.

Л и т е р а т у р а

[1] И. Г. Иоффе. Вопросы экологии блох в связи с их эпидемиологическим значением. Питигоorsk, 1941. — [2] И. Г. Иоффе. Aphaniptera Киргизии (в печати). — [3] W. L. Jelli-

s o n. Siphonoptera: the genus *Oropsylla* in North America. Jour. of Parasitology, v. 31, № 2, 1945.

И. Г. Иофф.

К РАСПРОСТРАНЕНИЮ И БИОЛОГИИ БАРХАННОГО КОТА

В 1926 г. С. И. Огневым описан новый род и вид дикой кошки *Eremaeolurus thinobius* [5], которую упомянутый автор несколько позднее по-русски назвал песчаным, или барханным котом [6].

Через несколько лет систематическое положение нового представителя семейства кошек было подвергнуто обсуждению, на основе которого возникла дискуссия.

Бальзак [2] Гептиер и Дементьев [4], а также Покок [8 и 9] отнесли барханного кота к другим таксономическим категориям (виду, подвиду).

Позднее С. И. Огнев [7] подвергнул ревизии систематическое положение барханного кота и, сочтя рациональным ранее описанный им род *Eremaeolurus* рассматривать как подрод *Felis*, дал ему новое название — *Felis (Eremaeolurus) thinobius*.

Барханный кот, вызвавший большой интерес у зоологов, известен только из Туркмении по незначительному количеству экземпляров, добытых в южной (Рспетек) и северо-западной (Джебел) частях пустыни Кара-кум [5, 3].

Автором настоящего сообщения барханный кот найден в 1934 г. в центральной части пустыни Кызыл-кум [1]. Добыты четыре молодых экземпляра — три самца и одна самка — в песчаном массиве Джаман-кум в 6—10 км к северу от г. Тамды-булак. Все кошки добыты живыми.

Барханный кот из пустыни Кызыл-кум сравнивался с экземплярами, хранящимися в Зоологическом институте Академии Наук СССР. Длина тела добытых экземпляров от 380 мм до 410 мм, т. е. достигала $2\frac{1}{2}$ — $3\frac{1}{4}$ величины взрослых. Окраска молодых особей значительно отличается от окраски взрослых. Для молодых экземпляров характерны бледность общего тона окраски и отсутствие яркой охристой примеси. Нижняя сторона совершенно белая, без охристого налёта. На предплечье чёрное кольцо шириной до 1 см, выше которого на передней стороне предплечья чёрная полоса. Этот рисунок, как и несколько (обычно 4) слабо выраженных, тёмных продольных полос на верхней части головы, сохраняются от окраски новорождённых особей.

Барханный кот населяет только один биотоп — пески. Рельеф песков различен, чаще всего принимает грядовую и бугристо-грядовую формы. Высота бугров и гряд и относительная глубина котловин варьирует от 2 до 20 м. Естественных водоёмов в песках нет, имеются лишь редкие, обычно глубокие колодцы. На вершинах бугров и гряд довольно постоянны — белый саксаул (*Haloxylon persicum*), песчаная акация (*Ammodendron Conollyi*), солянка — черкез (*Salsola Richteri*), джугун (*Calligonum*). Из мелких кустарников встречаются полынь (*Artemisia*), эфедра (*Ephedra*), астрагалы (*Astragalus*). На склонах бугров и гряд, а также на дне котловин кустарники редки. Здесь преобладает травянистая растительность, в которой доминирует песчаная осока (*Carex physodes*).

Барханный кот ведёт ночной образ жизни. Днём скрывается в неглубоких норах, которые роет в песке среди зарослей названных выше видов кустарников. В одной из таких нор 25 VIII были добыты живыми самец и самка одного возраста.

Эти хищники имеют здесь обильную пищу в виде грызунов, преимущественно песчанок, в большом количестве населяющих пески. В собранных экскрементах барханного кота преобладали фрагменты черепов полуденной и большой песчанок (*Meriones meridianus* и *Rhombomys opimus*). Следы кошек часто наблюдались в колониях этих грызунов. Два экземпляра попали в железные капканчики, поставленные у нор большой песчанки для ловли последней. В песчаной пустыне барханный кот совершенно лишён воды. В песках Джаман-кум, где он был добыт, нет даже и колодцев. В неволе коты получали воду, но не удалось выяснить, пьют ли они её, так как в присутствии людей коты всегда угрожающе шипели и не принимали пищи.

По данным Билькевича [3], в северо-западной части пустыни Кара-кум молодые появляются в первой половине апреля. Если принять, что в пустыне Кызыл-кум размножение барханного кота происходит в те же сроки, то особи длиной в 380 мм, добытые 25 VIII, и длиной в 410 мм, добытые 14 IX, достигают $2\frac{1}{3}$ — $3\frac{1}{4}$ величины взрослых в возрасте 4,5—5 месяцев.

Все пойманные кошки содержались в неволе, но последнюю плохую выносят. Две из них, добытые 25 VIII, погибли через неделю, две, пойманные 14 IX, были привезены в Ташкент и погибли там 22 IX. Причина гибели не выяснена. Смерть наступала быстро и сопровождалась сильными конвульсиями.

Судя по следам на песке, наблюдавшимся с весны до осени как автором, так и другими участниками экспедиции, барханный кот в песчаных массивах пустыни Кызыл-кум очень обыкновенен. Это подтверждали также местные жители и работники пункта по заготовке пушнины в г. Тамды-булак.

Нахождение барханного кота в центральной части пустыни Кызыл-кум представляет интерес с точки зрения его географического распространения, до настоящего времени известного лишь по нескольким точкам. Эта находка значительно расширяет его ареал к востоку и северу и даёт достоверное доказательство тому, что барханный кот населяет все песчаные массивы пустыни Кызыл-кум на всём пространстве от Аму-дарьи до Сыр-дарьи.

Литература

- [1] А. М. Андрушко. Деятельность грызунов на сухих пастбищах Средней Азии. Изд. Ленингр. Гос. ун-в., 1939. — [2] H. B. Bal-sac. Biogeographie des Mammifères et des oiseaux de l'Afrique du Nord. Bull. Biol. de France et de Belgique. Supplément XXI, Paris, 1936. — [3] С. И. Билькевич. Барханный

кот (*Fremaelurus thinobius* Ognev, Mammalia). Тр. Зоол. инст. Акад. Наук СССР, т. II, вып. I, 1934. — [4] W. Heptner et G. Dementiev. Sur les relations mutuelles et la position systématique des chats désertiques *Fremaelurus thinobius* Ognev et *Felis margarita* Loche. Mammalia, t. I, № 6, Paris, 1937. — [5] S. Ognev. A new genus and species of cat from the Transcaspian region. Ежег. Зоол. муз. Акад. Наук СССР, т. XXVII, вып. 4, 1926. — [6] С. И. Огнев. Звери СССР и прилежащих стран, т. III, стр. 168—174, 1935. — [7] С. И. Огнев. Звери СССР и прилежащих стран, т. IV, стр. 490—493, 1940. — [8] R. Pocock. The Algerian Sand-Cat (*Felis margarita* Loche). Proceed. Zool. Soc. of London, Ser. B, vol. 108, 1938. — [9] R. Pocock. A new Race of the Sand-Cat. Ann. and Magaz. of Natur. Hist., Ser. 11, vol. I.

А. М. Андрушко.

ПАЛЕОНТОЛОГИЯ

ГИГАНТСКИЕ НАСЕКОМЫЕ В ПЕРМСКИХ ОТЛОЖЕНИЯХ ПРИУРАЛЬЯ

Летом 1947 г. во время полевых работ были обнаружены новые местонахождения пермских ископаемых насекомых в свите так называемых соликамских плитняков по правому берегу р. Вишеры в Приуральи. Среди остатков насекомых особенно обильными, часто попадающимися оказались остатки крыльев и отдельных частей тела представителей вымершего отряда стрекозоподобных *Protodonata*.

Между ними выявлено большое количество остатков уже известного ранее рода *Arctotyrus*, установленного проф. А. В. Мартыновым^[6], и близкого к нему нового рода *Petrotyrus* gen. nov. Род *Arctotyrus*, ранее уже отмеченный^[1] в отложениях соликамской свиты, оказался представленным здесь несколькими видами, из которых один новый вид *Arctotyrus magnificus* n. sp. (фиг. 1) довольно крупен по размерам. Длина крыла этого вида 14 см, а в размахе крыльев это насекомое должно было достигать около 30 см. Особый интерес представляют обнаруженные автором остатки участков мембраны крыльев (фиг. 2) представителей семейства *Meganeuridae*. Толщина жилки на некоторых остатках достигает 3 мм, а наибольшая длина сохранившегося участка радиальной (R) жилки — 47 см (фиг. 3).

Учитывая то, что основная часть радиальной жилки не сохранилась, а её концевая часть, постепенно утончающаяся к вершине крыла, должна быть достаточно длинной, как это обычно у других представителей той же группы у рода *Meganeura* и родов подсемейства *Turinae*, можно примерно определить длину крыла. О длине крыла косвенно говорит и толщина жилок. Таким образом, пред-

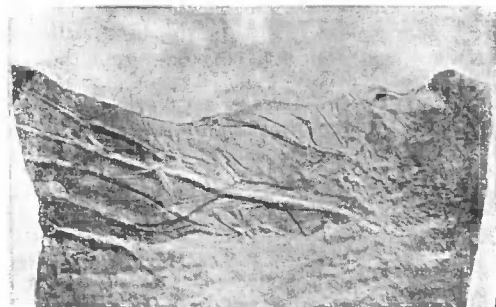
положительная длина крыла может быть определена в 50—60 см, а отсюда насекомое в размахе крыльев должно было иметь, учитывая



Фиг. 1. Крыло *Arctotyrus magnificus* n. sp. Отпечаток.

и толщину тела в груди, очевидно, более метра, по крайней мере, не менее 1 м 10 см и вряд ли более 1 м 30 см. Наиболее вероятная длина размаха крыльев, кажется, 1 м 15 см.

Ископаемые насекомые подобных гигантских размеров были известны ранее среди того же отряда стрекозоподобных *Protodonata* из каменноугольных отложений бассейна Комментри во Франции. Они также представляли только обрывки частей крыльев, но лучшей сохранности, чем обнаруженные в Приуральи.



Фиг. 2. Отпечаток участка мембраны крыла с жилками.

Это было известное стрекозоподобное насекомое *Meganeura monyi* Brongniart, описанное впервые проф. Ш. Броньяром [2,3] ещё в 1884 г. и позже в 1894 г. Оно имело крылья 30 см в длину и в размахе крыльев около 68 см. В 1939 г. Ф. Карпентером из пермских отложений в штате Канзас была описана гигантская форма из той же группы, названная *Meganeurites permiana* Carpenter. Остатки этой формы представляют также обрывки крыльев, длина которых должна была быть около 33 см и размах крыльев 71 см. Таким образом, очевидно, что остатки обнаруженных в Приуральи

огромных пермских насекомых принадлежат самым крупным из известных до сих пор ископаемых насекомых.

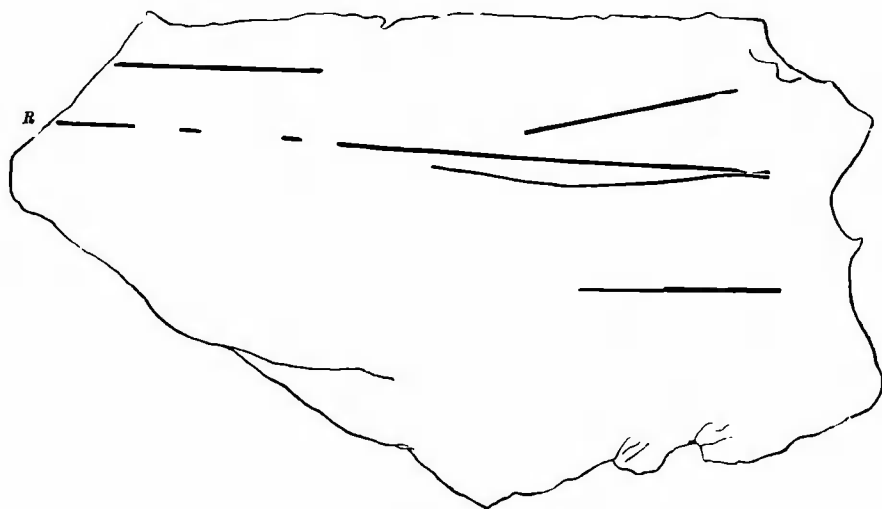
Самыми близкими из современных насекомых к этим вымершим гигантам являются стрекозы.

Название отряду *Protodonata* дано было неудачно Ш. Броньяром, предполагавшим в них предшественников стрекоз, так как в настоящее время вполне выяснено, что они не могли быть предками стрекоз и являются вполне самостоятельной вымершей боковой ветвью в филогенетическом дереве стрекозоподобных насекомых.

Долгое время считалось, что гигантские представители этого отряда встречались только в каменноугольных отложениях, но находка Карпентера [4] показала, что они встречаются по крайней мере и в нижней перми, т. е. артинских отложениях, к которым отнесены отложения Канзаса.

Возраст соликамских плитняков, распространённых в бассейне верхней Камы, из свиты которых происходят новые находки гигантов, различными геологами определяется различно.

По мнению некоторых геологов, они должны быть отнесены к кунгуру, по мнению других [5,7], — к нижне-казанским отложениям, но и в том и в другом случае они должны считаться не столь древними, как находка Карпентера и относиться уже к средней или к низам верхней перми. Сравнение фауны насекомых соликамских плитняков, которая в настоящее время уже известна в количестве 10 видов, с фауной кунгурских отложений Урала показывает, что она должна считаться в целом более эволюционировавшей, а поэтому, повидимому, более молодой и обнаруженной стратиграфически выше.



Фиг. 3. Зарисовка большой каменной плиты с сохранившимися на ней обрывками крупных жилок. R — радиальная жилка. Уменьшено в пять раз.

Л и т е р а т у р а

[1] Ю. М. Залесский. Пермские насекомые Соликамского и Чердынского районов. Вопросы теоретической и прикладной геологии. Вып. 5. Изд. Моск. геол. развед. инст., 1948. — [2] C. Brongniart. Sur un gigantesque neuroptère, provenant des terrains houillers de Commeny. Acad. Sci., C. R., vol. 98, pp. 832—833, 1884. — [3] C. Brongniart. Recherches pour servir à l'histoire des insectes fossiles des temps primaires. Thèse Fac. sci., Paris, № 821, pp. 1—434, pls. 1—37, 1894. — [4] F. M. Carpenter. The lower permian insects of Kansas. Part 8. Additional Megaseoptera, Protodonata, Odonata, Homoptera, Psocoptera, Protelytroptera, Plectoptera and Pro-

toptera. Proceed. Amer. Acad. of Arts and Sciences, vol. 73, № 3, pp. 29—70, March 1939. — [5] Е. Н. Ларионова и П. А. Софроницкий. Геологический разрез палеозоя Полазненско-краснокамской антиклинали и Вятского вала. Сов. геология, т. 9, стр. 56—64, 1939. — [6] А. В. Мартынов. Новые пермские Palaeoptera и вопросы их эволюции. New Permian Palaeoptera etc. in English. Тр. Палеонтолог. инст., т. 1, 1931. — [7] И. Скрыль. Геологическая карта Урала (листы 0—40—54, 55, 66 и 67). Район р. Чусовой — от д. Верейно и до приюков ее: Кутамыш, Вильва и р. Кама — от Чермоза до устья Чусовой. Тр. Нефтян. геол.-развед. инст., серия Б, вып. 42, стр. 1—16, 1934.

Ю. М. Залесский.

ИСТОРИЯ и ФИЛОСОФИЯ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

МОСКОВСКИЙ ХИМИК Р. Ф. ГЕРМАН

Проф. И. И. Искольдский

Вопрос о развитии химии, как и других отраслей науки, в той или иной стране зависит от общего политического и экономического состояния страны. Вместе с тем иногда на сером фоне какой-либо отсталой в вышеуказанном отношении страны выделялись гениальные личности, которые, благодаря своим индивидуальным способностям, быстро овладевали достижениями международной науки и делали большие открытия и изобретения, но эти открытия и изобретения в ряде случаев гибли, так как их страна благодаря общей отсталости не могла использовать значительные научные достижения, ибо почва для этого не была ещё подготовлена.

В публикуемой работе мы намерены сообщить об одной научной трагедии, разыгравшейся на территории России в первой половине XIX в., её главным участником был Рудольф Фёдорович Герман — выдающийся химик XIX в., живший и работавший в Москве. Недавно нам удалось открыть ряд забытых научных работ Германа.

К сожалению, германские историки химии замалчивали достижения выдающихся русских учёных. Они не считали нужным писать даже о Рудольфе Германе, так как больше полувека он жил и творил в Москве, а, кроме того, он предвосхитил работы, опубликованные впоследствии германскими химиками — Либихом, Бунзеном, Коппом. Вот почему историкам химии в СССР приходится исправлять исключительную историческую несправедливость, допущенную в отношении московского химика Р. Ф. Германа, связавшего всю свою сознательную жизнь с нашей родиной.

Рудольф Фёдорович Герман работал в области неорганической, органической, физической, аналитической, физиологической химии, а также по геохимии. Когда читаешь его работы, невольно удивляешься их разносторонности. Перед вами исследователь необычайной работоспособности, искусный экспериментатор, хороший математик, человек, мозг которого представлял какой-то неисчерпаемый источник новых идей. Смелый революционер в области науки. Философ, который отказался уложить законы жизни в голые математические формулы. Исследуя живое вещество, он обращал внимание на качественное различие между живым и неживым.

Герман не мог обойти в своих исследованиях одного из важнейших процессов жизни — процесса ассимиляции, и он изучал взаимодействие между живым и мёртвым веществом в животном организме на основе данных органической, неорганической и физической химии.

Опыты с небольшими птичками — зяблками, помещёнными в замкнутом сосуде, погружённом в калориметр, привели Германа к выводу, что источником животного тепла являются процессы дыхания и пищеварения, связанные друг с другом [1].

В различном строении вещества он искал проявление новых физико-химических свойств материи. Он не мог, в прямом смысле, перенести законы Ньютона и Кеплера на явления, связанные с образованием соединений при химических реакциях, и писал, что принципы динамической философии здесь бессильны. Вот почему с массой Герман пытался увязать тепловые и электрические явления, а в строении кристаллов минералов он нашёл величайшую гармонию.

Это был необыкновенный человек и выдающийся учёный. К сожалению, его научные идеи вызывали насмешки у некоторых бездарных профессоров, имена которых теперь не имеют никакого значения для истории науки. Только бескорыстные крупные учёные были объективны, как, например, знаменитый французский химик и историк химии Пьер-Эжен-Марселен Бертело, который, хотя и в нескольких строках своей работы [2], отдал должное Рудольфу Фёдоровичу Герману.

Р. Ф. Герман родился в 1805 г. в Дрездене, в семье юриста. По профессии он был фармацевтом и свою химическую подготовку получил, работая лаборантом в лаборатории фабриканта минеральных вод Струве, который направил его в 1828 г. в Москву для организации первого в Москве завода минеральных вод. Вскоре завод минеральных вод возник в Москве, его продукция продавалась в саду, где играла музыка, но это не удовлетворяло 23-летнего Германа. Его основной целью была наука, а сельтерская вода являлась только средством к существованию [3].

Рудольфа Фёдоровича не прельщала коммерция. Если в молодые годы и удавалось сводить концы с концами, то на старости лет его подстерегала величайшая нужда, ибо московские купцы организовывали новые заводы минеральных вод, с которыми Герман не был в состоянии конкурировать, да и некогда было ему заниматься торговлей и производ-

ством. Куда интересней было открывать новые законы природы, предпринимать научные экспедиции на Урал и Кавказ и помогать людям во время страшной эпидемии холеры в Москве 1830 г.

Рудольф Фёдорович принадлежал к числу людей исключительной честности. Это был человек с благородным сердцем. Всю свою сознательную жизнь он провёл на научном поприще. Среди его немногочисленных друзей были А. Норденшельд — известный полярный исследователь профессор Стокгольмского университета, проф. Шепард — американский минералог из Университета Южной Каролины, знаменитый русский минералог акад. Н. И. Кокшаров, петербургский химик акад. Ю. Ф. Фрицше, московский профессор химии А. П. Сабанеев. Эти люди его глубоко уважали и ценили. Герман не кончил высшего учебного заведения, не был профессором и не имел учеников. Рудольф Фёдорович не стремился к славе и никогда не добивался приоритета в своих открытиях. Этим пользовались некоторые учёные, которые использовали его научные идеи, впервые высказанные им в опубликованных работах.

Единственным научным учреждением, с которым Р. Ф. Герман был связан с 1829 г., было Московское общество испытателей природы.

Рудольф Фёдорович опубликовал свыше 180 научных работ в следующих сборниках и журналах: 1) *Nouveau^s mémoires de la Société des Naturalistes de Moscou*; 2) *Bulletin de la Société des Naturalistes de Moscou*; 3) *Annalen der Physik und Chemie* (I. Poggen-dorff); 4) *Journal für praktische Chemie* (Erd-mann).

Его работы, которые проводились в заводской лаборатории, обнимали большой круг вопросов и они отображали всю разносторонность и талантливость Германа.

22 августа 1879 г. в бедности и одиночестве скончался Р. Ф. Герман.

*

В 1819 г. Дюлонг и Пти открыли закон, согласно которому для твёрдых простых тел произведение теплоёмкости на атомный вес — величина постоянная. До этого в 1780—1784 гг. Лавуазье и Лаплас дали понятие об удельной и скрытой теплоте и положили начало калориметрии, впервые построив и применив свой калориметр. Вот кратко тот круг сведений, которыми владел Р. Ф. Герман, когда он начал свою большую работу на тему «О пропорциях, в которых теплота соединяется с химическими элементами и их соединениями, и об атомных весах, как частном удельных весов тел, вычисленных при помощи теплоёмкостей».

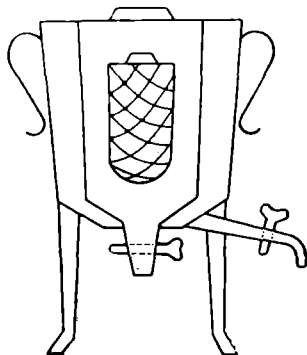
Эта большая работа была опубликована в *«Nouveaux mémoires»* в 1834 г. [4]. Р. Ф. Германа интересовал основной вопрос о природе сил притяжения между элементами в химических соединениях. Он писал: «Изменение силы тяжести в виде силы сцепления и даже силы химического средства неоднократно изучалось, но до сих пор узел, соединяющий представление об этих силах, не развязан и законы, здесь себя проявляющие, ещё далеки от тех зако-

нов, которые установили Ньютон и Кеплер для звёздных миров. Я пробовал с точки зрения динамической философии представить себе причины химического притяжения, именно с точки зрения химических пропорций, так как атомное учение меня не удовлетворяло. При исследовании причин химических пропорций я сперва обратил внимание на силу тяжести. В основу легло предположение, что химическое притяжение имеет механическое обоснование. Однако я скоро убедился, что существует разница между механическим и химическим притяжением».

И Герман решил, что «в химических соединениях элементы притягиваются друг к другу как частное их массы на теплоёмкость». Здесь мы не будем касаться вопроса о правильности такого предположения, но укажем, что это предположение послужило основным толчком к его работам по удельной теплоёмкости и калориметрии.

Третий раздел его работы посвящён вопросу «О методах определения удельной теплоты тел и о результатах этих определений».

В первых своих опытах Герман пользовался калориметром Лавуазье — Лапласа (фиг. 1). Это ледяной калориметр, принцип



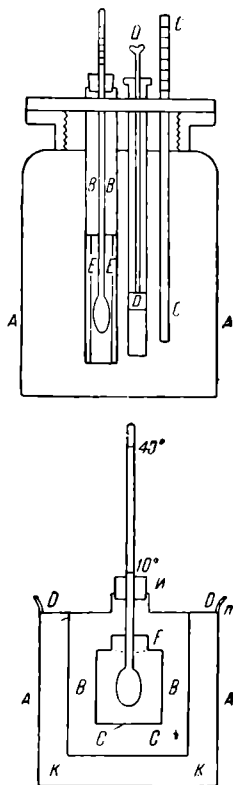
Фиг. 1. Калориметр Лавуазье—Лапласа.

действия которого основан на определении количества воды, образовавшейся за счёт плавления льда при погружении в аппарат исследуемого тела, теплоёмкость которого желают определить.

При определениях необходимо было учитывать время. Убедившись в том, что калориметр Лавуазье — Лапласа пригоден для работы только с большими количествами вещества (целые фунты), Р. Ф. Герман решил сконструировать такой калориметр, в котором можно было бы производить точные определения с небольшим количеством вещества. «Я выбрал как принцип измерение объёма льда при плавлении и изготовил аппарат, который имел следующее устройство (фиг. 2): А — стеклянный цилиндр, плотно закрывающийся при помощи закручивающейся крышки. Цилиндр наполняется водой и кусочками льда ($T^0 = 0$). В латунную крышку цилиндра А ввинчена гильза из латунной жести В. В неё помещается капсула Е, содержащая вещество, удельную теплоёмкость которого желают

определить. *C* — калиброванная стеклянная трубка, *D* — маленький насос. В *E* закреплён термометр».

«Об употреблении этого аппарата у меня имеется мало экспериментальных данных.



Фиг. 2 и 3. Калориметры Германа.

Я описал его конструкцию только потому, что считаю принцип его конструкции правильным, и могут быть случаи, когда придётся пользоваться такого рода аппаратом». Далее Р. Ф. Герман писал: «Все до сих пор применяемые аппараты для определения удельной теплоёмкости тел были превзойдены более простым аппаратом, построенным на принципе: время охлаждения — масштаб теплоёмкости. Такого рода аппарат (фиг. 3) состоит из цилиндра, вмещающего 360 гран воды. Цилиндр изготовлен из железной жести, покрытой оловом. Он закрыт крышкой с отверстием.

В отверстие вставлена пробка, соединяющая трубку термометра с цилиндрическим сосудом. Это небольшое устройство помещается в большом жестяном сосуде, состоящем из двух цилиндров *A* и *B*. Между стенками цилиндров остаётся промежуток *K*, равный двум дюймам. Оба цилиндра закрыты общей крышкой *D* с загнутым рантом *m*. В крышке имеется отверстие *l*, для пробки, через которую проходит трубка термометра. Для определения удельной теплоёмкости вещества заполняют промежуток *K* между обоими цилиндрами кусочками льда до уровня крышки *D*. После этого помещают в цилиндр *C* исследуемое порошкообразное вещество. Предварительно взвешивают цилиндр и нагревают его до 60°C на песчаной бане. Потом закрывают пробкой, содержащей термометр, и закрывают крышкой *D* внешний цилиндр. Прибор подвергается охлаждению до 40°C, затем по секундным часам наблюдают время, в течение которого ртуть в термометре опускается от 40° до 10° C. Если *a* и *b* — равные весовые части двух веществ, а *c* и *d* — время, потребное для охлаждения обоих веществ, то удельная теплота *a*:*b* относится, как *c*:*d*. Однако в данном методе необходима поправка — нужно учитывать удельную теплоёмкость сосуда».

Р. Ф. Герман переводит по формуле время охлаждения в удельную теплоёмкость. Представляет интерес сопоставить удельные теплоёмкости, определённые Германом 113 лет тому назад в его калориметре, с теплоёмкостями тех же веществ, полученными в наше время (см. таблицу).

Таким образом Герман впервые сконструировал калориметр, который давал возможность точно определять удельную теплоёмкость, применяя небольшое количество вещества, что представляло преимущество при значительном количестве разнородных определений.

В 1847 г. астроном Гершель пытался построить аналогичный калориметр, но его конструирование не довёл до конца, и в 1870 г. Бунзен применил тот же самый принцип при конструировании своего калориметра.

Герман произвёл систематическое определение удельной теплоёмкости целого ряда химических соединений: кислот, оснований, солей, окисей металлов, а также большого количества твёрдых элементов. Р. Ф. Герман искал математические зависимости и свои теоретические выводы подтверждал экспериментальным путём.

В своей работе, в разделе «О законах, по которым теплота соединяется с соедине-

Символ элемента	Удельная теплоёмкость по Герману	Современные значения удельной теплоёмкости	Область температуры для современных значений теплоёмкости
Pb	0.0299	0.0307	2°
Fe	0.1054	0.1045	0°
Sb	0.0496	0.0503	17—100°
Cu	0.0961	0.0928	50°
P.	0.2900	0.2121	0—134°
As	0.0804	0.0830	21— 68°

ниями I-го порядка» Р. Ф. Герман вычисляет удельную теплоёмкость киновари и сопоставляет её со значением удельной теплоёмкости киновари, определённой экспериментальным путём. Приводим формулу его вычисления:

$$\frac{86.32 \times 0.0296 + 13.68 \times 0.1864}{100} = 0.0510.$$

По данным Германа, удельная теплоёмкость киновари, установленная экспериментально, соответствует 0.0528.

К сожалению, Герман открытый им закон не формулировал словами, а ограничился вычислениями и их экспериментальной проверкой. Поэтому мы считаем целесообразным изложить закон Германа следующим образом: Удельная теплоёмкость твёрдого вещества, состоящего из двух атомов—двух элементов, равна сумме процентных содержаний элементов, умноженных на их удельную теплоёмкость и делённую на сто.

Этот закон был открыт Германом в 1834 г. Однако в 1864 г. Копп формулировал свой закон так: «Молекулярная теплоёмкость соединения равна сумме атомных теплоёмкостей входящих в его состав атомов». Из изложенного ясно, что приоритет в области открытия закона аддитивности теплоёмкостей принадлежит Герману. Заслуга Коппа заключается только лишь в более общей и изящной формулировке закона Германа.

*

В 1627 г. французский химик Николь Лемери в своём курсе химии разделил все вещества на минеральные, растительные и животные. Такого рода деление проводилось в химии даже в начале XIX в. Под понятием «органическая химия» тогда подразумевалась химия веществ растительного и животного происхождения.

В 1828 г. Велер осуществил синтез мочевины—первый органический синтез, однако химия органического синтеза постепенно отвоёвывала свои права у химии органических веществ природного происхождения. Даже в названиях некоторых современных синтетических органических препаратов сохранились отголоски того периода, например, в термине «салициловая кислота» сохранилось латинское название одного из видов лоз (*Salices*).

Дальнейшее развитие химии органического синтеза возможно было только лишь на основе определённых теоретических представлений. Уже в XVIII в. Лавуазье ввёл в химический обиход название «радикал», который представлял, по его мнению, «освобождённый от кислорода остаток тела». Он предполагал, что неизвестные радикалы в соединении с кислородом дают кислоты—соляную, плавленую и другие. Впоследствии, в 1815 г., Гей-Люссак открыл циановый газ и установил понятие о циане как о радикале, представляющем сложную группу, имеющую свойства элемента. В 1828 г. Дюма и Булле выдвинули теорию, согласно которой эфиры следует рас-

сматривать как солеобразные соединения и все они содержат только единственный радикал C_4H_4 и кислоту или воду. Впоследствии эта теория была названа «этериновой» и была распространена авторами всего на четыре эфира и спирт.

В 1832 г. Либих дал представление о радикале, как о составной части органического соединения и установил факт перехода радикалов в неизменном составе из одного соединения в другое, это изложено в его работе о радикале бензойной кислоты.

Но мало было ввести понятие о радикале в органическую химию, надо было дать некоторое представление о строении органических соединений.

В 1793 г. петербургский академик Товий Егорович Ловиц впервые открыл, что в результате действия хлора на уксусную кислоту образуется трихлоруксусная кислота, т. е. водород в радикале замещился хлором. Такого рода факты нуждались в объяснении, и в 1836 г. французский химик Лоран пытался это объяснить при помощи созданной им теории ядер. По теории Лорана, все органические соединения состоят из ядер, содержащих углерод и водород—это основные ядра; из основных ядер путём замещения водорода хлором, бромом, кислородом, азотом и другими элементами образуются побочные ядра.

В 1840 г. профессор Сорбонны Жан-Баттист Дюма высказал теорию, согласно которой химические соединения образуются путём замещения некоторых основных соединений, которые он назвал «типами». К одному химическому типу Дюма причисляет вещества, которые образуются одно из другого путём замещения водорода. В тип объединяются тела, имеющие сходные главные свойства.

Такого рода историческая справка была нам необходима для доказательства того, что Р. Ф. Герман предвосхитил взгляды Либиха и Дюма и что приоритет в области теории радикалов и типов в органической химии принадлежит Герману.

В 1830 г. в «*Annalen der Physik und Chemie*», издававшихся Поггендорфом, была напечатана статья Р. Германа «О пропорциях, в которых элементы соединяются в простых растительных соединениях» [5].

В введении к статье Р. Ф. писал:

«Как известно, химик рассматривает все продукты растительного мира или как простые растительные соединения, или как сложные, полученные из этих простых. Под названием простых растительных соединений подразумевается соединения элементов в телах с характерными химическими и физическими свойствами, которые никакими средствами не могут быть расщеплены в более простые органические соединения.

«Что касается до элементарного состава этих простых соединений, то они часто состоят из тех же самых элементов. Причина же различных свойств заключается в различном химическом строении. Убедившись в правдивости такого предположения, я осмелился для подтверждения данного тезиса поработать в той

области, которая, казалось, в смысле новых открытий была уже исчерпана такими корифеями науки, как Берцелиус, Соссюр, Тенар, Гей-Люссак и другие.

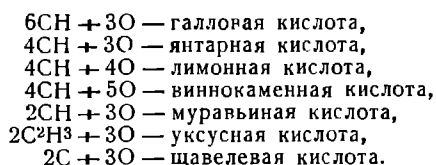
«Все растительные тела могут быть разделены по химическим свойствам на три больших класса. Первый из этих классов есть растительные кислоты, ко второму классу принадлежат тела, которые не относятся к кислотам и алкалоидам и называются „индифферентными растительными соединениями“. К третьему классу причисляются алкалоиды. Так как химический характер сочлений одного класса находится в тесной связи с пропорциями их элементов, то я буду рассматривать простые растительные соединения по указанным классам».

Все свои выводы Герман строил на многих количественных анализах органических соединений, произведенных им лично.

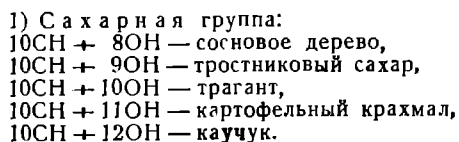
В разделе работы, который носит название: «Первый класс. О пропорциях элементов в растительных кислотах», Р. Ф. Герман приводит процентное содержание углерода, водорода и кислорода и свои определения сравнивает с анализами Берцелиуса.

Далее Герман писал: «Что касается атомных пропорций элементов, то они чрезвычайно просты... Эти ясно выраженные отношения атомных количеств элементов друг к другу, а также аналогичные пропорции, наблюдаемые и в других простых органических соединениях, дают право рассматривать растительные кислоты как двойные соединения типа *Oxyda carbonici* (щавелевая кислота), или же *Oxyda carbureti hydrogenici* (другие кислоты), в которых сумма атомов отрицательного элемента к сумме атомов положительного соединения относится как сочления простого ряда чисел к числу 4».

По Р. Ф. Герману, растительные кислоты могут быть представлены следующими формулами:

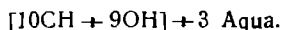


Переходя к обширному второму классу «индифферентных простых растительных соединений», Герман писал: «Хотя и можно рассматривать индифферентные вещества по их химическим свойствам как сочления большого класса веществ, однако среди них легко отличить несколько групп, сочления которых отличаются особыми химическими и физическими свойствами». Внутри этого класса существуют следующие группы:

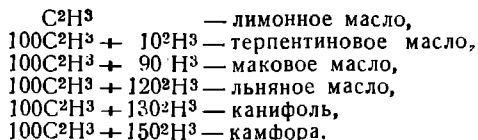


По мнению Германа, медовый сахар, виноградный сахар и крахмальный сахар иден-

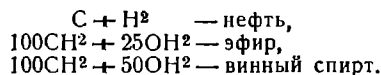
тичны и также принадлежат к этой группе, отвечая формуле:



2) Группа жирных масел:



3) Группа нефти и спирта:



К третьему классу органических веществ Герман относит алкалоиды: морфин, стрихнин, цинхонин, бруцин; к числу алкалоидов он причисляет и хинин. Он не даёт для них своеобразного гомологического ряда, так как встречается затруднения в соотношениях между кислородом и азотом, но считает, что все они представляют соединения *Carburet. hydrogen* с *Oxyd. nitrogen* и отвечают объединяющей формуле $\text{CH} + \text{ON}$.

Герман в своей классификации, с точки зрения современной органической химии, совершил ряд ошибок, но он первый выдвинул представление о типах органических соединений и радикалах в органических соединениях. Вот, что писал Р. Ф. Герман о радикалах:

«В помещённой таблице можно видеть, что все исследованные соединения второго класса составлены из шести первоначальных соединений...»

«1) Простой углеводород состоит из равного количества атомов водорода и углерода CH . Это соединение до сих пор в свободном состоянии неизвестно.

«2) Полуторный углеводород образован из двух атомов углерода и трех атомов водорода C^2H^3 . В жидком состоянии приведенное соединение известно в виде лимонного масла.

«3) Двойной углеводород состоит из одного атома углерода и двух атомов водорода CH^2 . В свободном состоянии указанное соединение известно в виде маслянистого газа. В жидком состоянии оно образует нефть.

«4) Простой кислородород образован из одного атома кислорода и водорода — OH . Известен в окислённой воде по Тенару.

«5) Полуторный кислородород — из двух атомов кислорода и трех атомов водорода O^2H^3 . В свободном состоянии неизвестен».

«6) Двойной кислородород состоит из одного атома кислорода и двух атомов водорода OH^2 . Представляет обычную воду. Из этих шести первоначальных соединений составлены все исследованные тела второго класса. Вероятно, все остальные индифферентные растительные соединения состоят только из них».

В заключение в своей работе Р. Ф. Герман представил все органические соединения в виде трех классов (типов):

- 1) $\text{CH} + \text{ХО}$ — растительные кислоты,
- 2) $\text{CH} + \text{ХОН}$ — индифферентные растительные вещества,
- 3) $\text{CH} + \text{ОН}$ — алкалоиды.

Второй класс он разбил на ряд групп (подтипы), в которые вошли соединения, имеющие, по его представлению, более общие химические и физические свойства.

Приведённые доказательства подтверждают, что идея типов органических соединений и радикалов принадлежит московскому химику Р. Ф. Герману, и он явился предшественником Дюма и Либиха, которые позже выдвинули аналогичные воззрения. И если Либих подошёл к доказательству существования радикалов на основе синтеза, то Герман использовал для этой цели анализ. Аналитический метод исследования не должен умалять роли Германа, ибо только он впервые ввёл в органическую химию радикалы: CH , ОН , CH_2 , C_2H_3 . Эти радикалы существуют в органической химии по сей день. Приходится сожалеть, что, зная о работах Р. Ф. Германа, Либих и Дюма о них не упомянули.

Герман же был бескорыстным сеятелем великих идей и считал, «что результаты работ, подобно семенам, должны быть рассеяны. Если они высококачественны, то они найдут плодотворную почву и принесут плоды». Эти идеи принесли плоды, но о скромном сеятеле их забыли.

*

В 1829 г. Гёте праздновал 80-летие дня своего рождения, и вот Р. Ф. Герман, после разговора с одним из профессоров Московского университета, решил преподнести в подарок знаменитому писателю и натуралисту коллекцию уральских минералов. Этим подарком Гёте был очень растроган и прислал Герману тёплое письмо с выражением благодарности и признательности. Однако это была настолько большая коллекция, что по условиям транспорта того времени трудно было её полностью отправить Гёте. Часть минералов коллекции осталась в Москве у Германа. Эти минералы послужили началом для создания Германом большой коллекции минералов, общее количество которых в дальнейшем составляло почти четыре тысячи образцов [6]. Впоследствии эта коллекция хранилась в минералогическом музее Московского университета, а сейчас находится в минералогическом музее Института им. Серго Орджоникидзе.

При исследовании минеральных богатств России Р. Ф. Герман проявил себя как выдающийся геохимик. Первую систематику минералов дал Берцелиус, который рассматривал минералы как химические соединения. Но систематика Берцелиуса не удовлетворяла химиков, так как часто данные химических анализов не отвечали формулам минералов. Минералогам не нравилось то, что Берцелиус не обратил внимания на форму кристаллов. Вот почему в 1855 г. Р. Ф. Герман разрабо-

тал собственную систему минералов, которую назвал гетеромерной [7]. Часто минералы при одинаковой кристаллической форме представляют собой смесь переменного состава. Герман обратил внимание на то, что в некоторых минералах химические соединения, образующие их, могут взаимно замещаться другими соединениями.

Такого рода явление было названо им «гетеромерной изоморфией». Герман в своей работе «Гетеромерная система минералов» писал: «Гетеромерная система отличается от химической тем, что она рассматривает минералы не как примитивные химические соединения, а как молекулярные агрегаты. Большинство минералов не есть примитивные химические соединения, а агрегаты примитивных химических соединений, различного стехиометрического строения и равных форм».

Таким образом, Герман впервые ввёл представление о молекулярных группах в кристаллах минералов. Он писал: «гетеромерные кристаллы надо рассматривать как правильно сгруппированные молекулярные агрегаты».

Это была первая попытка дать представление о внутреннем строении кристаллов. Впоследствии применение рентгеновых лучей Лауэ и Брэггом дало возможность расшифровать строение кристаллов. Герман же на основании своих повседневных наблюдений и исследований минералов пришёл к выводу, что кристаллы минералов имеют некоторое пространственное внутреннее строение, и слагающие их частицы сгруппированы геометрически правильно. По гетеромерной системе, в природе существует одиннадцать классов минералов. Если сопоставить классификацию Р. Ф. Германа с современной классификацией минералов, например, Э. Дана, то можно сделать вывод, что и в настоящее время ряд классов системы Германа существует в современной систематике минералов.

Особенно велика заслуга Р. Ф. Германа в области разработки химии редких элементов, тантал, ниобий, церий, лантан, уран, торий; цирконий привлекают внимание Р. Ф. Германа. Он также исследует соединения никеля, осмия и иридия.

В настоящее время известно свыше ста урановых минералов, в которых уран входит в решётку минерала как самостоятельный компонент или изоморфно замещает другие элементы. В 1859 г. Р. Ф. Герман составил впервые в мире сводку об урановых минералах [8], тогда их было известно только семь, а именно: уранокальцит, питтинит, урановая смоляная руда, уранониобит, элиасит, гуммит, корашит.

К числу самостоятельных минералов, в свете современных наших знаний, принадлежат: урановая смоляная руда, уранониобит, гуммит; что касается элиасита, питтинита, корашита, то они являются промежуточными продуктами перехода смоляной руды в гуммит. К сожалению, трудно установить, что подразумевал Герман под термином «уранокальцит». Возможно, что это современный уранокальцит. Р. Ф. Герман впервые открыл питтинит в образце, полученном им из Иохимсталля, и ввёл это название в минералогию.

В 1877 г. Герман ошибочно предполагал, что он открыл новый элемент «танталовой группы», который он назвал «нептуний» и дал ему символ Np . По иронии судьбы в век атомной физики и химии это название элемента снова воскрешено. В 1940 г. Мак-Милан и Абельсон открыли элемент 93, который по своим свойствам близок к урану и торью и снова вновь открытый элемент назван ими «нептунием». Таким образом, название и символ для элемента, предложенные Германом, увековечены в атомной физике и химии.

Герман, помимо нептуния, ошибочно открыл и другой элемент «ильмений». Основная причина этих ошибок заключалась в том, что разработка химии соединений ниобия и тантала тогда только начиналась, и Герман смесь гидратных форм оксидов ниобия, тантала и титана принял за соединения новых элементов. Вот почему в 1866—1867 гг. в связи с открытием «ильмения» возникла полемика между французским химиком Мариньяком и Германом [10]. Мариньяк опровергал открытие «ильмения». Интересно, что за основной критерий при открытии новых элементов Герман принял окраски осадков с тинктурой галловых орешков (таннин). Так, по его мнению, эта тинктура с танталовой кислотой даёт жёлтый осадок, с ниобиевой кислотой — оранжевый, с «ильмениевой» кислотой — кирпично-красный, а с нептуниево-кислотой — коричнево-красный. Конечно, при плохом разделении ниобия, тантала и титана имелись все возможности для получения кирпично-красной и коричнево-красной окраски.

В 1858 г. Герман счёл необходимым выступить с опровержением открытого Розе нового элемента «пелопия» [11]. И Герман доказал, что так называемая «пелопиевая кислота» является смесью $45.55\% \text{ Ta}_2\text{O}_5$ и $34.45\% \text{ Nb}_2\text{O}_5$.

В поисках новых элементов Р. Ф. Герман производил ряд анализов колумбитов и танталитов. В 1867 г. Герман открыл новый минерал, который он назвал «ильменорутилом» [12]; образец минерала для определения и анализа ему прислал из района Ильменских гор (Урал) его друг Кокшаров. Таким образом, Герман открыл впервые в России минерал, из которого можно получать ниобий и его соединения.

Некоторые работы Германа были посвящены химии соединений церия [13], лантана [14], тория [15], циркония [16]. Он описал соединения этих элементов, дал методы для выделения их из минералов, причём ряд соединений он получил впервые. Особенно интересны его исследования в области аналитической химии редких элементов, например, он разработал метод отделения окиси тория от элементов цериевой группы. Здесь же он впервые описал монациты Ильменских гор. Касаясь циркония, он впервые осветил вопрос о русских цирконах Урала, а также в образцах минералов, присланных ему из района Мариуполя, открыл разновидность циркона — минерал «ауэрбахит», названный так в честь московского геолога д-ра Ауэрбаха.

Долгое время в России не умели получать чистый никель, и в 1867 г. Герман разработал технологический способ получения чистого металлического никеля из реддинскита — мине-

рала, встречающегося в Уфалейском и Ревдинском районах Урала [17].

До работ Германа из Уральских никелевых руд удавалось выплавлять никель, который содержал $38\% \text{ Ni}$ и $52\% \text{ Fe}$. Предложенный им способ в своей основе был гидрометаллургическим, и ему удалось разрешить задачу отделения железа от никеля в кислом растворе.

После А. А. Мусина-Пушкина Р. Ф. Герман является продолжателем исследований в области получения комплексных солей платины, иридия и осмия. В 1836 г. от своего петербургского друга П. С. Соболевского он получил остатки уральской платины (остаток от обработки платиноносного песка царской водкой) и в нём он открыл новый минерал, названный им «осмитом» [18]. В результате своих исследований он получил три новых комплексных соли; так как тогда не существовало представлений о строении комплексных солей, то соли он назвал следующим образом: 1) «тройная соль хлорида осмия, иридия и хлористого калия», 2) «тройная соль хлорида иридия, хлорида платины и хлористого аммония», 3) «тройная соль хлорида иридия, хлорида платины и хлористого калия».

Кроме уже названных минералов, Р. Ф. Герман открыл следующие новые минералы: пирофиллит, фелькнерит, талькапатит, тагилит, фишерит [19].

Отмечая роль Германа в минералогии и геохимии, Кенготт назвал в честь Р. Германа открытый им в Африке новый минерал — «германитом».

Р. Ф. Герман являлся выдающимся гидрохимиком. Интересны его исследования кавказских минеральных вод. Он первый произвёл анализ газов, содержащихся в кавказских минеральных водах. Он создал свою теорию минерализации этих вод в зависимости от геологического строения окружающих горных пород. Герман сопоставил анализы кавказских вод по годам; так, он сравнил свои анализы (1829) с анализами Ю. Ф. Фришше (1842) и анализами Н. Н. Зинина (1852). Герман открыл интересное явление, что температура нарзана незначительно повышается с годами [20].

В 1835 г. Р. Ф. Герман произвёл анализы воды Москва-реки и московских колодцев. Это были первые научно обоснованные анализы московской воды [21].

Германа интересовали не только минеральные соединения, находящиеся в природе, но также и органические природные соединения: так, он впервые исследовал русские битумы и асфальты [22]. Особенно интересны исследования Германа в области гуминовых соединений. Он первый дал современное представление о гуминах [23].

Такова выдающаяся роль Р. Ф. Германа в области исследования природных ресурсов нашей страны.

Мы не можем отвлечённо рассматривать печальную историю Р. Ф. Германа. Судьба этого учёного являлась отображением только отсталости прежней России. Причина одиночества Германа заключалась в том, что его теоретические работы мало кто ценил. Герман не был

профессором и не имел учеников, был новатором. Герман открывал какие-то «заумные истины», в которых менее всего нуждалась крепостническая Россия.

Немецкие учёные не считали Р. Ф. Германа своим, ибо более полустолетия он жил и творил в России и не был связан с Германией.

После смерти Р. Ф. Германа, на заседании Московского общества испытателей природы, посвящённом его памяти, друзья и современники отмечали его как выдающегося химика России, и это свидетельство современников — наилучшее подтверждение того, что Р. Ф. Герман был тесно связан с нашей Родиной, для которой он жил и работал. Он навеки остался в Москве, и сегодня мы решили напомнить об одном из забытых героев науки нашей страны.

Л и т е р а т у р а

[1] R. Hermann. *Annal. der. Phys. u. Chem.* (Poggendorff), 32, № 18, S. 293, 1834. — [2] Berthelot. *La synthèse chimique*, p. 149, 1876. — [3] Trautschold. *Bull. de la Soc. d. Naturalistes de Moscou*, LIV, p. 159, 1879. — [4] R. Hermann. *Nouv. Mem. de la Soc. d. Naturalistes de Moscou*, III, p. 137, 1834. — [5] R. Hermann. *Annal. der Phys. und Chem.* (Poggendorff), 18, S. 368, 1830. — [6] N. Vissnitskiy. *Allgemeine Beschreibung der Mineralien-Sammlung von R. Hermann*. M., 1900. — [7] R. Hermann. *Nouv. Mem. de la*

Soc. d. Naturalistes de Moscou, X, p. 1, 1855. — [8] R. Hermann. *Journ. für prakt. Chem.* (Erdmann), 76, № 5—6, 320, 1859. — [9] R. Hermann. *Journ. für prakt. Chem.* (Erdmann), 15, №№ 2, 3, 4, 105, 1877. — [10] R. Hermann. *Journ. für prakt. Chem.* (Erdmann), 102, № 23—24, 399, 1867. — [11] R. Hermann. *Journ. für prakt. Chem.* (Erdmann.), 75, № 17—18, 62, 1858. — [12] R. Hermann. *Journ. für prakt. Chem.* (Erdmann), 100, № 2, 100, 1867. — [13] R. Hermann. *Journ. für prakt. Chem.* (Erdmann), 30, № 3—4, 181, 1843. — [14] R. Hermann. *Journ. für prakt. Chem.* (Erdmann), 30, № 3—4, 193, 1843. — [15] R. Hermann. *Journ. für prakt. Chem.* (Erdmann), 93, № 18, 106, 1864. — [16] R. Hermann. *Journ. für prakt. Chem.* (Erdmann), 31, 75, 1844. — [17] R. Hermann. *Journ. für prakt. Chem.* (Erdmann), 102, № 23—24, 405, 1867. — [18] R. Hermann. *Bull. de la Soc. d. Naturalistes de Moscou*, IX, p. 215, 1836. — [19] R. Hermann. *Journ. für prakt. Chem.* (Erdmann), 31, 89, 1844. — [20] R. Hermann. *Annal. der Phys. u. Chem.* (Poggendorff), 22, 344, 1831; R. Hermann. *Journ. für prakt. Chem.* (Erdmann), 84, № 19, 129, 1851. — [21] R. Hermann. *Bull. de la Soc. d. Naturalistes de Moscou*, IX, 417, 1836. — [22] R. Hermann. *Journ. für prakt. Chem.* (Erdmann), 73, № 4, 220, 1858. — [23] R. Hermann. *Journ. für prakt. Chem.* (Erdmann), 22, 65, 1841.

И. И. Искольдский.

ЮБИЛЕИ и ДАТЫ

200 ЛЕТ ОТКРЫТИЯ САХАРОЗЫ В СВЕКЛОВИЦЕ

Доц. А. А. ШАМШУРИН

В 1947 г. исполнилось 200 лет со времени открытия сахарозы в свёкле, которая является важнейшим продуктом питания человечества, наряду с тростниковым сахаром. В ряде же стран мира, в том числе в СССР, свекловичный сахар является более употребляемым, чем тростниковый в питании населения, и свекловично-сахарная индустрия в них представляет крупнейшую отрасль пищевой промышленности.

В химическом отношении тростниковый сахар и свекловичный сахар являются одним и тем же продуктом, и дело тут только в том, что они добываются из различных источников сырья: либо из сахарного тростника — растения тёплых стран, либо из сахарной свёклы, растения, культивируемого в более умеренных по климату странах.

Безусловно давно было известно о сладком вкусе культивированной свёклы, но никто не воспользовался этим наблюдением до тех пор, пока химик Андреас Маркграф не установил в 1717 г. двух фактов: во-первых, что свекловичный сахар и сахар, добываемый столетиями до того из тростника, идентичны, и, во-вторых, что сахар из свёклы может быть извлечён по крайней мере близкими приёмами к добыче его из тростника.

Но настоящим приёмным детищем промышленной химии свекловичный сахар становится гораздо позднее, полстолетие спустя, когда проф. Московского университета И. Я. Бидгейм в России и ученик Маркграфа Ф. К. Ашар в Германии почти одновременно и независимо друг от друга дали индустриально приемлемый способ варки сахара из свекловицы.

Если Ашар, опираясь на опыты Маркграфа, излагает свой способ сахароварения в заявлении, датированном 11 января 1799 г., а в 1801 г. сам приступает к постройке свеклосахарного завода и в 1802 г. пускает его в ход, то Бидгейм в феодально-крепостнической России, хотя и выпускает свою книгу «Опыты над приготовленными и сырыми прозябающими питательными средствами» (СПб., 1792), но только в 1800 г. получает указ Павла I в адрес Медицинской коллегии о проверке способа Бидгейма на качество продукции и доходность, чтобы, кроме всего этого, выдерживать бой с «учёными» противниками, доказывавшими вредность свекловичного сахара в питании, так как в свекловице была найдена и селитра!... Но как бы то ни было, Россия пионерские годы развития заводского свеклосахароварения не отставала от «просвещённого» Запада, и в 1800 г. в с. Алябьево б. Тульской губернии был построен первый в России свеклосахарный завод.

Новая промышленность свекловичного сахара, как и связанное с ней свеклосеяние,

на первых порах своего развития преуспевала плохо и переживала жестокую конкуренцию со стороны сахарно-тростниковой с её вековыми традициями в торговле, рабским способом добычи сахара-сырца в колониях и связанной с ним дешёвой продукцией.¹

Достаточно сказать, что тростниковый сахар уже с III в. н. э. известен как торговый продукт, с широкими в течение веков географическими перемещениями районов разведения культуры тростника и центров переработки (рафинации) сахара сырца.

Будучи вначале всецело принадлежащей народам Индии, Египта, Ирана как по происхождению, так и по технологии выделения и рафинации, культура сахаротростникового производства через посредство арабов становится достоянием и Южной Европы, а со времени крестовых походов проникает в Центральную и Северную Европу, причём последние и стали технологически развитыми районами переработки сырового сахара.

Развитию свеклосахарной промышленности в Европе способствовали возросшие к началу XIX в. цены на тростниковый сахар (почти вдвое) по сравнению с истекшим до этого полстолетием, чему немало содействовало знаменитое восстание негров на о. Сан-Доминго,² являвшемся главным поставщиком тростникового сахара, а также и наполеоновские войны. Свеклосахарной промышленности способствовала и объявленная Наполеоном континентальная блокада, прекратившая доступ колониальному сахару на материк Европы, а также его поощрительные декреты с государственными премиями (1812 г.) за развитие сахарного производства и расширение посевов свекловицы. Снятие блокады и новое открытие европейских рынков дешёвому колониальному тростниковому сахару нанесли удар свеклосахарной промышленности, но не сломали её окончательно и, примерно, с 20-х годов XIX в. она вступила в яркий период расцвета.

Последовавшие затем технические открытия и усовершенствования, как то: применение диффузионного способа (1864), изобретение фильтропрессов, применение центрофуг и вакуумсушилок, введение сатурации, использование для осветления животного угля, новые методы анализа свёклы на содержание сахара (поляриметр) и другие технические новшества в свеклосахароварении обогатили и оплодо-

¹ Современный «сахарный остров» Куба недалеко ушёл в «успехах» эксплуатации нынешними плантаторами рабочих-негров.

² Колумб в своё второе путешествие в 1493 г. в Америку привёз в Сан-Доминго сахарный тростник, где последний нашёл свою вторую родину.

творили передовой технологией старое тростниковосахарное производство, приёмами которого на первых порах свеклосахарная промышленность пользовалась.

Не стояла в стороне от этого вопроса и научная агрономия с её селекцией, благодаря которой стало возможным поднять содержание сахара в свёкле от 6 до 18% и выше.

В мировом производстве сахара конкурируют теперь два источника его добывания —

сахарный тростник и сахарная свёкла, хотя выработка первого превалирует над вторым. СССР занял ещё в 1935 г. первое место в мире по производству сахара из свекловицы, а, например, в 1940 г. дал 21,5 млн центнеров.

По добыванию свекловичного сахара Советский Союз будет держать ведущее место и в годы послевоенной Сталинской пятилетки.

РУССКИЕ МОРФОЛОГИ ПЕРВОЙ ПОЛОВИНЫ XIX СТОЛЕТИЯ

Д-р биол. н. М. С. ЯКОВЛЕВ

Николай Иванович Железнов (1816—1877) принадлежит к числу замечательных русских учёных сороковых годов прошлого столетия; его исследования в области развития растений были одними из первых, опубликованных на русском языке.

Ещё будучи студентом С.-Петербургского университета, Н. И. Железнов увлёкся ботаникой и под благотворным влиянием С. С. Кутурги приступил к изучению морфологии растений. В 1840 г. он представил написанное для получения степени магистра философии рассуждение на тему «о развитии цветка и яичка в растении *Tradescantia virginica* L.». Продолжением этой работы явилась докторская диссертация «О происхождении зародыша и теориях происхождения растений», представленная им в 1842 г.

От изучения морфологии и эмбриологии цветковых растений Н. И. Железнов перешёл к исследованиям над развитием лиственных (Sur l'embryogénie du mélèze. 1849), а затем — к разработке вопросов, относящихся к физиологии и прикладной ботанике.

Следует отметить, что 40-е годы в России были временем жесточайшего террора и страха, последовавшим после подавления восстания декабристов. Тупой и самоуверенный Николай I, приверженец аракчеевщины, воспитанный в духе преклонения перед прусачеством, ненавидел и душил всё передовое и прогрессивное.

Тем более замечательно, что на этом фоне мы встречаем прекрасных деятелей в области естествознания, мысли и идеи которых отличались новизной и оригинальностью и часто шли вразрез с господствующими метафизическими взглядами западных учёных.

Так обстояло дело с Горяиновым — основоположником клеточной теории и предшественником Дарвина, Шиховским, Железновым и многими другими. В дальнейшем блестящая плеяда русских учёных внесла много новых открытий в область морфологии и эмбриологии. К ним можно отнести Чистякова и Беляева, которые первыми дали правильное описание процессов деления клетки, Навашина, открывшего истинное значение про-

цесса оплодотворения у покрытосеменных растений, и т. д.

Исследования Н. И. Железнова были сделаны в период обоснования и дальнейшего развития клеточной теории, как одной из основных проблем естествознания XIX и XX столетий. Не случайно Ф. Энгельс относит её к числу великих открытий: «только вместе с этим открытием стало твёрдо на ноги исследование органических, живых продуктов природы — как сравнительная анатомия и физиология, так и эмбриология. Покров тайны, окутывавший процесс возникновения и роста и структуры организмов, был сорван» (Диалектика природы, стр. 215, 1932).

Если в отношении клеточной теории Шлейден и Шван внесли нечто новое, теоретически осмыслив и обобщив более ранние исследования, сделанные их предшественниками, то в отношении морфологии и, в частности, эмбриологии они сыграли отрицательную роль, надолго затормозив своими неправильными представлениями дальнейшее развитие этой области биологии.

Следует отметить, что и теория образования клеток, как доказательство клеточного строения растительного и животного мира, в представлении Шлейдена и Швана была далека от истины и в корне неправильна.

Исследования Н. И. Железнова, относящиеся к образованию клеток, развитию зародыша и определению пола у растений, шли вразрез с представлениями Шлейдена.

В отличие от многих морфологов, Железнов рассматривал растительный организм как единое целое, а устройство цветка (со всеми его органами) в процессе развития. Это и помогло ему более правильно осветить процесс образования клеток у растений.

По Шлейдену, клетки возникают путём «свободного образования». Новые клетки как бы выкристаллизовываются из сплошной бесформенной массы «цитобластемы». Метафизическая теория «преформации» была положена в основу клеточной теории. Для каждого органа в организме заранее предназначено определённое число клеток, которые в дальнейшем, благодаря растяжению, образуют органы.

Следовательно, с точки зрения Шлейдена, не может происходить никакого развития, никакого новообразования как в самом организме, так и в его частях.

Изучая развитие половых органов у *Tradescantia*, Железнов дал правильную картину деления клеток. Этот процесс он наблюдал на молодых волосках, вырастающих при основании нитей пыльников.

Железнов приводит убедительные рисунки, из которых видно, что образование клеток он представляет как процесс, связанный с превращением ядра и образованием перегородки в исходной клетке. По Шлейдену, внутри первоначальной клетки возникает одновременно много новых клеток, которые начинают расти и сталкиваются между собой, а прежняя материнская клетка рассасывается и, таким образом, уничтожается. Из этого сопоставления видно, насколько примитивны и далеки от истины были взгляды Шлейдена по сравнению с наблюдениями Железнова. Больше того, он сумел довольно правильно для того времени разобраться в процессе образования пыльцевых зёрен и первый отметил, что из материнской клетки пыльцы путём «гистологических процессов» образуются четыре зёрна «плодотворной пыли».

Исследования Железнова по развитию зародыша у персика (*Persica vulgaris* Mill.) и разнолепесток (*Iberis amara* и *I. umbellata* L.) внесли значительную ясность в решение проблемы пола у растений, которая в то время была сильно запутана неверными представлениями Шлейдена, Горкеля, Ендлихера и др.

В развитии зародыша Железнов усматривал три «похи»: первоначальное возникновение материнской клетки, образование многоклеточной ткани при сохранении округлой формы зародыша и, наконец, появление органов зародыша — семядолей и корешка. Следовательно, принцип развития, сопровождаемый количественными и качественными изменениями, был близок Железнову.

Если расположить в последовательный ряд рисунки Железнова, относящиеся к развитию зародыша персика и разнолепестки, то можно видеть, что первые фазы развития им даны правильно. В зародышевом мешке первого можно видеть яйцеклетку и две синергиды.

Сейчас для нас эти картины ясны и не возбуждают сомнений. Но если учесть, что истинное представление о процессе оплодотворения было дано лишь в 1898 г., т. е. спустя более пятидесяти лет акад. Навашиным, то надо признать, что исследования

Железнова в то время имели большое морфологическое значение. На основе данных эмбриогенеза Железнов пришёл к весьма важным и теоретически правильным выводам в отношении пола у растений.

Известно, что Шлейден считал, что «зерно цветени есть яйцо», т. е. признавал, что пыльцу следует считать не мужским оплодотворяющим органом, а женским. Мужским органом Шлейден считал зародышевый мешок.

В те времена авторитет Шлейдена, как автора клеточной теории, был необычайно велик, и его неверные взгляды имели среди ботаников много последователей.

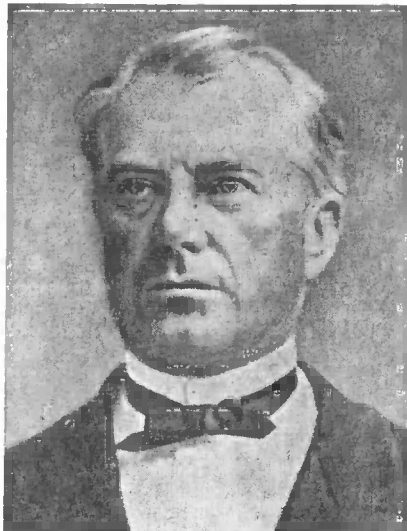
Однако молодой русский ботаник смело заявил, «что теория Шлейдена, неточная в самом основании, должна быть оставлена» (1842, стр. 31). Не менее жёсткой и справедливой критике он подверг исследования Валентина и Видлера, отрицавших наличие пола у растений.

Исходя из своих собственных наблюдений над развитием цветка, семяпочки и зародыша, Железнов так формулирует положение о половом различии у растений: «Зерно цветени принадлежит мужескому организму, содержащему вещество для образования зародыша, а яйчко, как место его развития, принадлежит женскому организму» (1842, стр. 34).

Таким образом, данные эмбриологии в руках русских исследова-

телей совершенно правильно освещали проблему пола у растений. Детали оплодотворения были тогда ещё не понятны, но передачи наблюдаемых фактов в развитии зародыша были сделаны безукоризненно. Совершенно очевидно, что теория преформации, безраздельно господствовавшая в трудах, особенно немецких биологов, была чужда русским эмбриологам и не встретила горячего отклика и сочувствия с их стороны. Для Железнова более близка была идея развития и образования зародыша в результате оплодотворения. Своеобразие в морфологии прорастания пыльцевых трубок, появление многозародышевости, обилие пыльцевых трубок при наличии одной лишь семяпочки, были теми фактами, которые позволили Железнову видеть в пыльце растений, как и в семени животных, то «материальное вещество», при непрерывном участии которого совершается оплодотворение.

Следует ещё раз подчеркнуть, что исследования Железнова в области морфологии и эмбриологии представляют собою выдающееся явление в русской биологической мысли, стоящей неизмеримо выше метафизических, преформистских идей западных учёных.



Николай Иванович ЖЕЛЕЗНОВ.

СЪЕЗДЫ и КОНФЕРЕНЦИИ

ВОПРОСЫ ГЕОХИМИИ В СОВЕТСКОМ СОЮЗЕ

Геохимия — история химических элементов нашей планеты — могла возникнуть лишь после окончательного выявления новых понятий об атоме и о химических элементах. Она могла окончательно возникнуть лишь в наше время. Корни её, в виде разрозненных исканий многочисленных учёных прошлых веков, часто не вполне ясных современникам, идут глубоко в прошлое науки, прослеживаясь вполне отчётливо до XVII в. Но представление о геохимии как науке об истории земных атомов возникло на фоне учения об атомах — новой атомистики, новой химии и физики, в тесной связи с тем представлением о минералогии, при котором на первое место выдвинута была история минералов, изучение их генезиса и их изменения. Такое новое изложение минералогии, при котором геохимические проблемы выступили в столь большом масштабе, было впервые проведено в Московском университете в 1890—1911 гг. В. И. Вернадским, это обстоятельство позволяет считать его основоположником геохимии в нашей стране.

В 1914 г. в Москве учеником В. И. Вернадского — А. Е. Ферсманом был прочитан первый университетский курс новой науки — геохимии.

Рождённая запросами жизни, геохимия за сравнительно короткий срок своего существования, едва насчитывающий 40 лет, не только оформилась как самостоятельная научная дисциплина, но и получила всеобщее признание.

Ещё в 1921 г. швейцарский геохимик П. Ниггли (P. Niggli) явно недооценивал значение и возможности геохимии, говоря: «химия и физика должны ответить на проблемы происхождения элементов, минералогия должна подбирать факты и критически их просматривать».

Но уже в 1922 г. русский геохимик, акад. В. И. Вернадский возлагает должное молодой науке, считая, что «геохимия изучает историю химических элементов в земной коре в отличие от минералогии, изучающей природные химические соединения, молекулы, минералы».

За годы советской власти молодая наука — геохимия быстро развивалась. Особенно бурное развитие её имело место за годы сталинских пятилеток, что в значительной степени объясняется установлением связи геохимии с изучением рудных месторождений. Тесная связь геохимических проблем с учением о рудных ископаемых, установленная советскими геохимиками, способствовала открытию целого ряда новых рудных месторождений, играющих огромную роль в развитии нашей промышленности и техники. Руководствуясь геохимическими прогнозами, советские учёные открыли и передали для использования промышленностью десятки крупнейших месторождений, часто имеющих мировое значение, в совершенно новых районах, куда ред-

ко ступала нога человека. К настоящему времени страна наша обеспечена практически всеми видами сырья, необходимыми для развития нашей промышленности. И немалая доля участия в этом принадлежит нашим геохимикам.

Широкое развитие геохимических работ на всей территории нашей родины, большой круг специалистов, втянутых в эти работы, специалистов, работающих в научных учреждениях, входящих в различные системы, — всё это привело к постановке вопроса об увязке проводимых работ, об их направленности. На очередь встал вопрос о личной встрече геохимиков — о Первой Всесоюзной геохимической конференции.

Идея созыва Всесоюзной геохимической конференции возникла ещё в 1945 г., когда за короткий период времени смерть унесла двух крупнейших геохимиков нашей страны — акад. В. И. Вернадского и акад. А. Е. Ферсмана.

Подготовка и проведение Первой геохимической конференции президиумом Академии Наук СССР были поручены ближайшему соратнику акад. В. И. Вернадского, главе советских геохимиков чл.-корр. АН СССР А. П. Виноградову.

Основной задачей Первой Всесоюзной геохимической конференции явилось обсуждение состояния и развития теоретических проблем геохимии, которые были выделены в следующие разделы: 1) закономерность распределения химических элементов; 2) кристаллохимические законы в геохимии; 3) энергия кристаллической решётки в геохимии.

Кроме того, были также рассмотрены некоторые вопросы региональной геохимии и основные из них подвергнуты широкому обсуждению.

Чл.-корр. АН СССР А. П. Виноградов доложил о распространении и распределении химических элементов на земле. Вопрос этот является в геохимии основным. Распространённость химических элементов объясняется в настоящее время их устойчивостью. Более устойчивыми являются химические элементы с чётными порядковыми номерами. Обладая меньшими запасами внутренней энергии, атомные ядра чётных химических элементов являются устойчивее, чем их соседи с нечётными номерами.

Химический состав Земли, как планеты в целом, представляет большой теоретический интерес. Но достоверные данные, основанные на аналитическом материале, существуют лишь для самой наружной из всех твёрдых оболочек Земли — для земной коры. Сведения относительно строения и состава более глубоких оболочек или зон Земли основаны лишь на косвенных данных, а потому являются в большей или меньшей степени гипотетичными.

Наибольший интерес — как теоретический, так и практический — представляет земная кора. Химический состав её может быть подсчитан различными методами. При этом интересно отметить, что результаты таких подсчётов являются примерно одинаковыми, что говорит о их достоверности.

Последняя серьёзная сводка по содержанию химических элементов в горных породах была сделана норвежским учёным В. М. Гольдшмидтом в 1937 г. Новые данные по вопросам распространения и распределения химических элементов на земле, опубликованные как в СССР, так и за границей, позволили не только пересмотреть, но и для ряда химических элементов даже уточнить сводку В. М. Гольдшмидта.

Процентное содержание или кларки ряда химических элементов не подвергались изменениям, например бор.

По ряду элементов (например фтор) имеющиеся данные недостаточны для пересмотра или противоречивы. Так, для элементов платиновой группы данные по распространению, полученные И. и В. Ноддаками и В. М. Гольдшмидтом, расходятся в 10 раз.

В результате пересмотра данные о процентном содержании многих химических элементов подвергались значительному изменению, например о рений, рутин.

При делении химических элементов Земли на стабильные и радиоактивные до сих пор нет чёткости разграничения. В качестве примера можно указать на свинец рудных месторождений, который возможно генетически связывать со свинцом, рассеянным в горных породах. Радиоактивная история последнего достаточно ясна. В то же время многие минералоги неправильно считают рудный свинец элементом стабильным, не связанным с радиоактивными элементами.

За время, прошедшее от опубликования сводки В. М. Гольдшмидта, в геохимии научились использовать не только данные об абсолютных количествах отдельных химических элементов, но также данные по соотношению между ними. Примером могут служить пары: хлор-бром, стронций-барий, никель-кобальт, ниобий-тантал и др.

Вопросы возраста Земли, «всюдности» химических элементов и ряд других связаны с изучением не только объектов, входящих в состав Земли, но также и материи космического происхождения. Отсюда вытекает необходимость для геохимии более широкого исследования химического состава космоса, в первую очередь — метеороидов.

Акад. В. Г. Фесенков доложил о распространённости химических элементов в космосе и методах их подсчёта.

Единственным методом исследования химического состава небесных тел, если не говорить об изучении метеороидов, падающих из космического пространства на земную поверхность, является спектральный анализ.

Первый результат применения спектрального анализа, имеющий большое принципиальное значение, заключается в том, что везде в космосе встречены химические элементы, известные и на земле. Однако сопоставление спектров большого количества звёзд показало,

что белые звёзды отличаются преимущественным обилием водорода и гелия и что с понижением температуры водородные линии быстро ослабевают, в то время как линии металлов выступают с большой отчётливостью. Эти особенности одно время объяснялись буквально, так что было принято говорить о гелиевых, водородных, металлических звёздах и т. п.

Однозначная зависимость характера звёздных спектров от температуры позволила установить, что одна и та же смесь химических элементов при различных физических условиях может представлять разные спектры в зависимости от лёгкости возбуждения свечения того или иного элемента.

Отдельный химический элемент при спектральном анализе может быть обнаружен только в том случае, если линии его расположены в доступной для наблюдения части спектра. Очень часто линии поглощения в данной части спектра зависят от присутствия не всех вообще нейтральных атомов какого-либо химического элемента, а лишь небольшой их части, находящейся на определённом энергетическом уровне (для водорода, например, четыре на миллиарда).

Зная количество атомов на одном из энергетических уровней и применяя формулы, связывающие число нейтральных атомов данного химического элемента, число ионов и число свободных электронов с температурой среды, можно получить данные о количестве атомов в любом энергетическом состоянии.

Основной задачей количественного анализа звёздных атмосфер является расшифровка данного спектра, т. е. выделение в нём линий, принадлежащих различным химическим элементам и, кроме того, определение, между какими энергетическими уровнями производится каждая данная линия.

Пользуясь описанной методикой, наиболее полно изучен химический состав Солнца. Основную массу Солнца, 99,93% (по числу атомов) составляют водород и гелий. Большинство металлов содержится в количествах от десятичной до миллионной доли процента. К настоящему времени в составе Солнца обнаружен только 61 химический элемент. Кажущееся отсутствие линий других элементов ещё не доказывает их действительного отсутствия.

Большая часть звёзд имеет примерно тот же химический состав, что и Солнце.

Сравнительно недавно открыто, что между отдельными звёздами и между созвездиями находится сильно разреженная материя, состоящая из тонкой пыли, атомов различных газов, находящихся в разной степени ионизации, и свободных электронов. Эта разреженная материя имеет огромное значение в космосе. Общая масса её, вероятно, не уступает общей массе всех звёзд, вместе взятых.

Соотношение различных химических элементов в междузвёздном пространстве напоминает содержание их в звёздных атмосферах.

Междузвёздный газ далеко не равномерно заполняет космическое пространство. Исследования показали, что междузвёздные атомы собираются в облака различного химического

состава, часто имеющие движение в пространстве со скоростью десятков километров в секунду. Такая неравномерность очень затрудняет исследование среднего химического состава вещества в межзвёздном пространстве.

На основании спектрального анализа можно заключить, что звёзды, туманности, межзвёздная среда имеют примерно одинаковый химический состав.

Огромное преобладание водорода, который служит своего рода топливом, расходуемым при разного рода атомных реакциях, указывает на сравнительную молодость Вселенной.

О. Е. Звягинцев сообщил о закономерности распределения металлов платиновой группы.

Районов, где бы концентрировались металлы платиновой группы в 10 раз и больше, по сравнению со средним их содержанием в земной коре, имеется очень мало. Отсюда понятно крайне незначительное число их промышленных месторождений.

Страна наша весьма богата платиновыми месторождениями. Поэтому изучение геохимии металлов платиновой группы представляет для нас наряду с теоретическим и большой практический интерес.

Все известные месторождения платиновых металлов связаны с выходами ультраосновных пород. При этом различают два вида месторождений: 1) в ультраосновных силикатных породах; 2) в сульфидных породах, связанных с дифференциацией ультраосновных магм.

Формы нахождения платиновых металлов и их соотношения между собой в месторождениях существенно различны. Более разнообразным является минералогический состав платиновой группы в месторождениях второго типа.

В месторождениях первого типа можно выделить: 1) дунитовые массивы характерные, главным образом, самородной платиной. Осмысленный иридий и другие минералы имеют второстепенное значение; 2) восточную полосу основных пород, состоящую, главным образом, из перидитов. Менее богаты по содержанию платиновых металлов, чем первая. Главнейшим минералом, в форме которого находятся платиновые металлы в породах перидитового пояса, является осмистый иридий. В соответствии с этим содержание металлов в породах может быть написано в следующем убывающем порядке: осмий, иридий, рутений, платина, родий, палладий.

Россыпи приуроченные к змеевикам, образовавшимся из горных пород перидитового пояса, содержат, главным образом, осмистый иридий.

Кроме того, за последнее время особое внимание привлекают сульфидные месторождения.

Данные об общем содержании платиновых металлов в сульфидных рудах, а также о соотношениях между ними возбуждают большой интерес к вопросам о форме их нахождения и о порядке выделения минералов. Эти вопросы, особенно второй, не являются пока ещё окончательно решёнными. Основная масса металлов платиновой группы находится в же-

лезо-никелевых и железо-медных сульфидах в форме твёрдых растворов и, возможно, в продуктах их распада.

В. В. Щербина сообщил о закономерностях распределения металлов в группе теллуристых, селенистых и сернистых минералов.

Сульфиды, селениды и теллуриды играют огромную роль в образовании руд цветных и благородных металлов. Распространённость их минералов в значительной степени зависит от их изоморфной смесимости. В свою очередь, изоморфная смесимость сопряжена с температурой. В высокотемпературных сульфидных месторождениях селен и теллур в рассеянном состоянии входят в состав различных сульфидных минералов, преимущественно железа и меди. Собственно селенидные и теллуридные месторождения могут образоваться при относительно низких температурах, когда изоморфная смесимость селенидов и теллуридов с сульфидами убывает.

Для теллура очень характерны его соединения с золотом, для селена — с серебром и для серы — с медью.

Главнейшими носителями рассеянных теллура и селена являются пирит, халькопирит, сфалерит и блёкые руды. В галените теллур находится в виде аномальных смешанных кристаллов. Эти минералы и определяют собой мезотермальный (образовавшийся при средней температуре водных растворов) полиметаллическо-колчеданный тип, как наиболее богатый рассеянными теллуrom и селеном.

Законы распределения иллюстрируются парагенетическими ассоциациями теллуридов и селенидов с сульфидами, причём сродство тяжёлых металлов к теллуру, по отношению к сульфидам, убывает в ряду: золото, серебро, ртуть, висмут, никель, свинец, медь.

В. Г. Хлопин, Э. К. Герлинг, Н. В. Барановская сообщили о геохимии редких газов.

В последние годы советскими радиологами установлено, что среди продуктов самопроизвольного деления урана имеются устойчивые химические элементы, в том числе газ ксенон. Последний с течением времени накапливается в содержащих уран минералах.

Для определения малых количеств ксенона в минералах был разработан новый метод и сконструирован соответствующий прибор.

Тем самым оказалось возможным предложить принципиально новый метод определения абсолютного геологического возраста урановых минералов по соотношению ксенона к урану. В основе нового метода лежит процесс самопроизвольного деления урана, который, так же как и радиоактивный распад, протекает с постоянной и неизменной скоростью.

Абсолютный геологический возраст образца минерала уранинита, определённый по новому методу, оказался равным 1 680 000 000 лет. Полученные данные хорошо согласуются с возрастом этого минерала, найденным по свинцовому методу, — 1 850 000 000 лет.

Количество ксенона, образовавшегося в результате самопроизвольного деления урана в земной коре за всё время её существования, весьма значительно. Оно достигает десятков миллионов кубических метров. От-

сюда в геохимии ксенона приходится учитывать самопроизвольное деление урана, как источник образования ксенона в природе. Весьма вероятно, что другим источником, ведущим к непрерывному увеличению содержания ксенона, является самопроизвольный распад тория.

Следует ожидать, что среди устойчивых продуктов самопроизвольного деления урана найдены будут и другие химические элементы, в частности — криптон.

К. А. Власов доложил о факторах концентрации и рассеяния редких химических элементов в гранитных пегматитах.

Из огромного количества пегматитовых полей только небольшая часть их содержит жилы с крупными скоплениями редкометаллических минералов. В пределах таких полей только небольшое число жил обогащено редкими элементами.

Минералы редких металлов залегают в пегматитах гнездами, которые, как правило, занимают в жилах наиболее удалённые от поверхности материнского массива участки. Гнезда редкометалловых минералов приурочены к хорошо дифференцированным частям жил или к участкам крупно-кристаллической структуры. Скопление их находится в связи с дифференциацией. Хорошо дифференцированные участки, в свою очередь, приурочены к пегматитам большого объёма и сферической формы (колонны, линзы и раздувы жил).

Взгляды ряда американских геологов, согласно которым концентрация редких элементов имеет место в результате процессов замещения, не нашли подтверждения в свете проведённых наблюдений. Степень концентрации и замещения в пегматитах является, повидимому, следствием дифференциации и скопления летучих, в том числе и редких элементов, эманационным путём.

Выдвигается новая теория генезиса пегматитов.

В свете новых фактов пегматиты представляются не продуктами остаточной кристаллизации гранитной интрузии, а частью гранитной магмы, кристаллизация которой задержалась благодаря обилию летучих, скопившихся в верхних частях гранитного интрузива. Внедрение такой гранит-пегматитовой магмы в трещины кровли и даёт начало пегматитообразующим процессам.

За последние годы интерес к пегматитам, в связи с поисками новых месторождений редких металлов, необычайно усилился, особенно в США и в Бразилии, где проведена большая работа по изучению пегматитовых полей. Но, несмотря на большую работу последних лет, американцы не дали крупных обобщений, каким является работа, положенная в основу настоящего доклада.

Н. В. Белов сообщил о новых силикатных структурах и структурной классификации кислородных соединений кремния.

Основой современной общепринятой систематики силикатов является количественное отношение кремния к кислороду. При этом химические формулы ни в коей мере не определяют структуры минералов, с которой связан целый ряд физических свойств.

За последние годы для отдельных силикатов, помимо атомного состава, с помощью рентгено-структурного анализа удалось установить и их молекулярное строение. При этом пришлось столкнуться с явлениями изомерии — существованием различных молекул при идентичном атомном составе.

Наиболее замечательный случай изомерии дают так называемые метасиликаты. Часть метасиликатов характеризуется моноклинной симметрией, другая же — гексагональной. Рентгено-структурный анализ показал, что для первых основой являются бесконечные цепочки. Для вторых характерной чертой являются небольшие кольца, уже обладающие элементами гексагональной симметрии. Кольца могут быть либо тройные, либо шестерные. До настоящего времени было известно лишь по одному представителю для этих трёх типов.

Н. В. Белову удалось дать ещё несколько примеров для каждого из этих типов.

Открыта была изомерия пластинчатых (слодоподобных) силикатов и островных с шестерными двухэтажными кольцами.

Проведённые исследования по структуре кислородных соединений кремния могут послужить основой для перестройки всей систематики силикатов на данных кристаллохимии.

А. Ф. Капустинский прочёл доклад на тему «Энергия кристалла и растворимость в воде как геохимические проблемы».

Теоретический анализ проблемы о равновесии твёрдой среды с жидкой водной средой (раствором), наряду с глубоко-научным интересом, вызывает также и большой практический интерес.

На основании вполне строгих термодинамических положений можно вывести простые формулы, связывающие растворимость со свободной энергией (в первую очередь — для простых солеобразных объектов). При вычислении растворимости в растворах различной щёлочности или кислотности необходимо знать константы диссоциации соответствующих кислот. Растворимость различных солей оказалось возможным дать, исходя из чисто энергетических измерений. Подобные попытки оказались во всяком случае более строгими и объективными, чем прямые опыты по растворимости сульфидов, ошибка которых объясняется лёгкостью поверхностного окисления сернистых соединений. Указанный путь достаточно строг применительно к трудно растворимым в воде минералам, т. е. для случаев, когда обычная концентрация практически равна активной. Для систем более концентрированных обязательным является дополнительное исследование вопроса о коэффициентах активности.

Рассмотрение растворимости как геохимической проблемы неизбежно требует одновременного учёта влияния температуры и давления. Если вопрос о влиянии температуры на растворимость не вызывает каких-либо принципиальных затруднений, то в теории эффекта давления многое находится ещё в стадии разработки.

Совместная растворимость соединений и совместное выпадение их из растворов

находятся в тесной связи с вопросом о природе рудообразующих растворов, с вопросом о генезисе рудных месторождений.

И. И. Заславский доложил об энергетических показателях и кристаллической структуре.

Изучение теории кристаллической решётки фторидов, галогенидов и многочисленных окислов позволяет сделать некоторые выводы. Так, например, ряд характерных свойств твёрдых тел, в том числе их кристаллическая структура, теснейшим образом связан с прочностью кристаллической решётки. Мера этой прочности определяется энергией решётки. Уже одна величина энергии решётки кристалла или тесно связанная с нею величина атомной концентрации во многих случаях предопределяет со значительной достоверностью принадлежность кристаллического вещества к тому или иному структурному типу, и наоборот.

Однако часто приходится учитывать также и дополнительные, более специальные энергетические показатели, например так называемое абсолютное сжатие.

А. А. Сауков доложил о некоторых причинах парагенезиса элементов.

Исходя из представлений о свойствах атомов, их превращениях и о миграции элементов, можно указать ряд наиболее важных причин парагенезиса элементов: положение элементов в периодической системе; химические свойства элементов; энергетические свойства ионов элементов и кристаллических решёток соединений; растворимость соединений в твёрдом, жидком и газообразном состоянии; изменение температур и давлений в геохимических системах; превращения элементов; всемирное тяготение.

В результате обобщения весьма обширного материала по парагенезису элементов оказалось возможным объяснение причин важнейших и весьма распространённых ассоциаций элементов в земной коре.

Н. И. Хитаров сообщил об основных вопросах гипогенного процесса рудообразования в свете экспериментальных данных.

Гипогенный процесс рудообразования обусловлен действием поднимающихся из глубин, сильно минерализованных вод. Существенной особенностью его являются наличие газов и господство повышенных давлений.

Многие явления, обнаруженные в последнее время экспериментальными исследованиями в области высоких давлений, не могут не отразиться на наших представлениях о ходе глубинных процессов, связанных с образованием рудных месторождений. В качестве примера можно указать, что закон о поведении каждого газа в смеси независимо от сокомпонентов, справедливый для низких давлений, не выдерживается в области развития высоких давлений. Среда, в которой находится рассматриваемый газ, оказывается не безразличной. Растворимость того или

инного газа в жидкости, представляющей сложную смесь, может определяться характером компонентов смеси.

Сама жидкость, при паличии высоких давлений, может растворяться в сжатых газах. Своеобразие явлений при повышенных давлениях в сжатых газах в значительной степени обуславливается действием межмолекулярных сил, значением которых в области низких давлений обычно пренебрегают.

Этим же обстоятельством, возможно, следует объяснять сущность явления переноса нелетучего компонента в летучем с помощью газового раствора. Особенно наглядно проявляется значение давления в повышении растворимости нелетучего кремнезёма в газе воды. Так, например, при близких температурах 380—390° С в одном литре воды при давлении 1 атмосферы обнаружено 0.6 мг кремнезёма, а при давлении 400 атмосфер—до 440 мг.

Повышение давления приводит к значительному уплотнению молекул газа. Удельный объём уменьшается, и для воды, например, при давлениях порядка 1000 атмосфер плотность надкритического газа при температурах 420—460° близка к плотности жидкости. Следовательно, давление сглаживает различие в плотности между жидкостью и газом. Предположительно это относится и к способности растворения различных веществ.

Всё вышеприведённое широко затрагивает основные представления в области гипогенного процесса рудообразования.

Обсуждение основных вопросов геохимии, проведённое на Первой Всесоюзной геохимической конференции, показало высокий уровень развития в СССР работ по геохимии в различных её областях. В принятой резолюции были намечены основные задачи, стоящие перед геохимиками: 1. Развитие теоретических работ по геохимии, в частности—уточнение основных геохимических представлений. 2. Уточнение кларков земной коры как в разрезе общих проблем геохимии, так и в связи с вопросами концентрации и рассеяния химических элементов. 3. Дальнейшее развитие кристаллохимических исследований, необходимых для геохимии. 4. Разработка проблем региональной геохимии с уточнением её понятий и представлений, разработка её методов и сравнительное геохимическое исследование отдельных территорий СССР. 5. Изучение геохимии отдельных элементов. 6. Дальнейшее изучение геохимических процессов. 7. Развитие экспериментальных лабораторных работ, связанных с изучением геохимических процессов.

Большое внимание, уделяемое теоретическим вопросам геохимии, общая целеустремлённость в работе являются основными предпосылками успешного выполнения огромных задач, стоящих перед советскими геохимиками.

В. М. Ратынский.

ПОТЕРИ НАУКИ

ПАМЯТИ ПРОФЕССОРА С. А. БУТУРЛИНА

(1872—1938)

22 января 1948 г. исполнилось десять лет со дня смерти профессора доктора биологических наук Сергея Александровича Бутурлина. Жизнь и деятельность этого выдающегося советского зоолога и крупнейшего специалиста в области охотоведения во многом могут быть примером молодым работникам.

У С. А. можно было поучиться безграничной преданности родной науке, умению самоотверженно и с увлечением работать, наблюдательности и точности, чуткости и внимательности к людям.

Число научных и научно-популярных работ С. А. превышает 2 тысячи. Одних книг было написано им около 30, не считая переизданий. С. А. блестяще совмещал в себе качества глубокого учёного, выдающегося путешественника и редкого по эрудиции знатока в области охотоведения. К этому надо прибавить ещё, что С. А. отлично владел пером: он умел писать ясно, просто и живо и вместе с тем точно; в этом отношении его произведения занимают одно из первых мест во всей нашей зоологической литературе.

В обширном списке блестящих имён отечественных зоологов имя С. А. Бутурлина занимает одно из видных мест. Его труды по орнитологии являются настольными для каждого специалиста и любителя. Он впервые составил полный список птиц СССР и вместе с проф. Г. П. Дементьевым почти

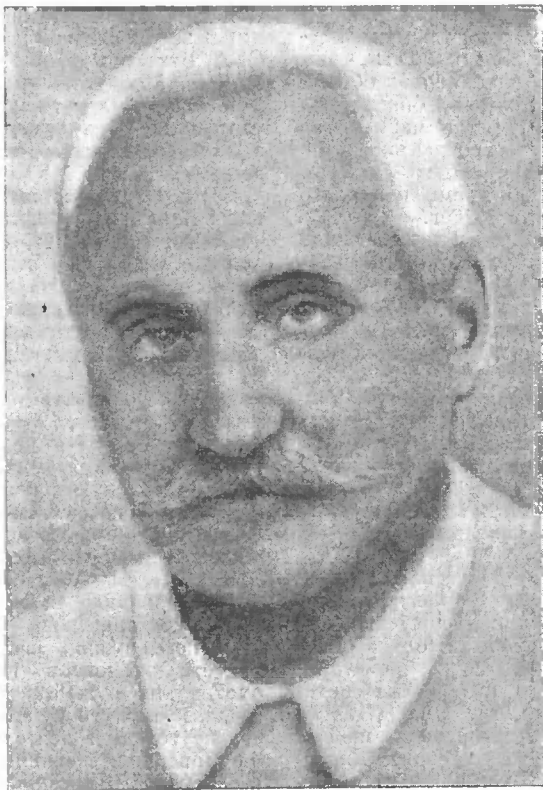
полностью осуществил гигантский труд по написанию пятитомного «Полного определителя птиц СССР». Последний том был закончен проф. Дементьевым уже после смерти своего учителя. Широко известны книги С. А.: «Определитель промысловых птиц» (1933), «Что и как наблюдать в жизни птиц» (1934),

«Наставление к собиранию птиц» (1919) и др.

С. А. составил себе крупное научное имя в области систематики, фауистики и зоогеографии. Много сделал он и в изучении биологии птиц и некоторых млекопитающих (например лосей). В течение многих лет он считался лучшим орнитологом в нашей стране наряду с П. П. Сушкиным, М. А. Мензбиром, Н. А. Зарудным и некоторыми другими. Много потрудился С. А. над вопросами диагностики наших птиц, собрал богатые данные о распространении и образе жизни ряда малоизученных или почти неизвестных видов (например очковая гага, кулик-дудыш, белошейная гагара, розовая чайка и др.).

Очень значительна и плодотворна была деятельность С. А.

как исследователя-путешественника. С ружьём, записной книжкой, фотоаппаратом он изъездил почти всю нашу обширную страну (в границах старой России). Наблюдая, описывая, изучая птиц и зверей, почвы, растительность, С. А. побывал в экспедициях в среднем Поволжье, в прибалтийских областях, в Сред-



Проф. С. А. БУТУРЛИН.

ней Азии, на Кавказе, на Дальнем Востоке и в других местах.

С особенной энергией и любовью отдавался С. А. изучению нашего Севера. Он много работал в б. Архангельской губ., на о. Колгуеве, на Новой Земле, на Охотском побережье, на Колыме, на Чукотском полуострове и т. п. С. А. заслуженно считался одним из лучших знатоков Советского Севера и во время существования Комитета Севера неутомимо вёл там большую работу. Перу С. А. принадлежит много статей, посвященных Северу, его природе, быту жителей, хозяйству, особенно охотничье-промысловому.

Во время экспедиций (многими он руководил) С. А. со свойственной ему неутомимостью и точностью собрал огромные научные коллекции млекопитающих, птиц, растений, почв, предметов материальной культуры. Одних птиц он собрал более 12 тыс. экземпляров. Некоторые ценные коллекции С. А., хранящиеся в музеях СССР, ещё ждут детальной обработки.

Особенно плодотворна была его большая экспедиция на Колыму в 1905—1906 гг. Во время этой экспедиции он собрал полную коллекцию пресноводных рыб, 200 экз. млекопитающих, около 500 яиц и 2 тыс. экз. птиц. В результате С. А. опубликовал обширную статью о птицах Колымы, описал ряд редких форм (например розовая чайка), дал обстоятельный обзор зоогеографии птиц сев.-вост. Сибири. Большая сводка С. А. по птицам Якутии погибла во время немецкого вторжения в Прибалтику в 1918 г.

С. А. Бутурлин обладал драгоценной особенностью, отличающей советского учёного: он ясно понимал свой долг перед страной и народом и не жалел сил для того, чтобы сделать достижения любимой науки, в частности — свои исследования, доступными широким кругам населения.

Будучи высококвалифицированным учёным, перегруженным по своей непосредственной специальности, С. А. всю жизнь неутомимо, плодотворно работал в области популяризации знаний. Прекрасно владея пером, он написал поистине огромное количество статей в различных журналах и около двух десятков популярных книг.

Переписка С. А. была исключительно велика. Многие десятки корреспондентов в различных концах страны поддерживали с ним регулярную связь; они не только обращались к С. А. с вопросами, за советами, но и сообщали ему много интересных сведений, присылали шкурки птиц и т. п. С. А. лично отвечал на все бесчисленные письма и тепло встречал каждого из своих многочисленных посетителей, охотно делился своими знаниями и опытом. Вот почему лампа на его рабочем столе всегда горела далеко за полночь... Близо зная С. А. и постоянно встречаясь с ним, я никогда не видел его праздным: всегда, до самых последних дней жизни он был увлечён работой, настроен бодро, всегда был полон планов и новых

интересных мыслей. Исследовательским энтузиазмом и научным оптимизмом С. А. невольно заражал окружающих.

Научные заслуги С. А. получили широкое признание во всём мире. Он имел ряд наград за научные труды, был почётным членом нескольких научных обществ как отечественных, так и иностранных. Томское орнитологическое общество давно уже носит имя С. А. Бутурлина. С. А. был одним из основателей общества охраны природы.

Поистине огромную роль сыграла деятельность С. А. Бутурлина в науке об охоте, в охотничье-промысловом деле. Можно с уверенностью сказать, что в течение по крайней мере тридцати лет в среде наших охотников не было и до сих пор нет имени более популярного и авторитетного, чем имя Бутурлина. Важно подчеркнуть, что он рассматривал охотоведение как огромную увлекательную науку и прекрасно обосновывал это верное положение своими работами. Как учёный-охотовед, С. А. Бутурлин стоит в одном ряду с такими выдающимися деятелями, как Л. П. Сабанеев, М. А. Мензбир, Б. М. Житков, С. И. Огнев, А. Н. Формозов и др.

В зоологической и охотничьей литературе С. А. Бутурлин начал сотрудничать с 1888—1889 гг. Продуктивность его была исключительна: он был активным автором и консультантом во всех русских дореволюционных, а потом советских охотничьих журналах и газетах.

В его лице мы имели редчайшее сочетание учёного натуралиста, опытейшего и неутомимого охотника, превосходного стрелка дробью и пульей и глубокого знатока охотничьего оружия. Неудивительно, что книги С. А. по охотоведению имели и имеют самое широкое распространение и много раз переиздавались. Таковы: «Дробовое ружьё и стрельба из него» (8-е изд., 1937), «Настольная книга охотника» (3-е изд., 1933), «Уход за ружьём» (5-е изд., 1935), «Спортивная стрельба дробью и пульей» и др. В 1902 г. С. А. издал капитальную двухтомную работу «Стрельба пульей», считающуюся классической, а в 1913 г. — совместно с известным охотоведом А. П. Ивашенцовым — большую работу в двух томах: «Охота с камерой (фотографирование живой природы)».

Составление первого проекта закона об охоте, создание новых конструкций мелкокалиберного ружья, составление формул для расчёта элементов внутренней баллистики охотничьих ружей и мн. др., всё это несомненные заслуги С. А. Особенно важна была его неутомимая деятельность по разработке и усовершенствованию законов об охоте и охотничьем промысле, которым занимаются в нашей стране сотни тысяч людей.

Дело, которому отдал свою жизнь С. А. Бутурлин, продолжает расти и развиваться, а его работы служат и ещё долго будут служить на пользу нашей великой Родины.

Ю. И. Миленушкин.

VARIA

НОВЫЕ ИНОСТРАННЫЕ НАУЧНЫЕ ЖУРНАЛЫ И СЕРИИ

1. *Acta Historica Scientiarum Naturalium et Medicinalium*. — København, Munksgaard.

В 1942 г. в Дании было начато под таким названием издание серии монографий, посвящённых проблемам истории естествознания и медицины. Первым томом этой серии явилась работа Э. Готфредсена (E. Gotfredsen) «Oldtidens laere om hjerte, kar og puls. En medicinsk-historisk studie», в которой исследуются античные воззрения на сердце и сосуды. Второй том содержит исследование И. Анкера (Anker) «Otto Friderich Müller et bidrag til den biologiske forsknings historie i det attende aarhundrede», посвящённое известному датскому зоологу Отто Мюллеру (1730—1784). Третий том, вышедший в 1944 г., отведён монографии В. Меллер-Христensen (Møller-Christensen) «Middelalderens laegekunst i Danmark», излагающей результаты изучения средневековой датской медицины.

2. *Acta Physica Austriaca*. — Wien, Springer-Verlag.

В мае 1947 г. в Вене вышла 1-я тетрадь I-го тома нового физического журнала, издающегося при содействии Австрийской академии наук. Журнал помещает специальные исследования по всем разделам физики и рецензии на новые книги. Редакция: К. В. Кольрауш (Kohlrusch), Г. Тирринг (Thirring) и П. Урбан (Urban). Ежегодно будут выходить 4 тетради, составляющие том.

3. *Applied Mechanics Reviews*. — New York.

В январе 1948 г. вышел 1-й номер нового ежемесячного научно-технического журнала, издаваемого совместно несколькими научными организациями США (Американское общество инженеров-механиков, Иллинойский институт технологии, Инженерный фонд и т. д.). Каждый номер будет содержать около 200 подписанных авторами обзоров и рефератов текущей литературы по прикладной механике. Редактор — А. Г. Доннелл (Donnell).

4. *Applied Science Research*. — The Hague, M. Nijhoff.

В сентябре 1947 г. начал выходить новый научно-технический журнал, издающийся при поддержке ряда научных организаций Нидерландов (Центральная организация по прикладным научным исследованиям, Нидерландское физическое общество, Королевский институт инженеров). Журнал помещает оригинальные исследования на английском, немецком и французском языках и выходит в двух сериях: А) Механика и теплота, В) Электричество, акустика, оптика. Секретарь редакции — И. Ц. В. Костен (Kosten). Подписная цена на каждую серию — 20 гульденов в год.

5. *Archivos del Instituto Nacional de Hidrologia y Climatologia Médica*. — Habana, Cuba.

В декабре 1946 г. начал выходить новый кубинский журнал, орган Национального института медицинской гидрологии и климатологии. Редактор журнала — В. Сантамарина (Santamarina).

6. *Botanical Bulletin of Akademia Sinica*. — Shanghai, Institute of Botany, Academia Sinica.

В марте 1947 г. начал выходить новый китайский ботанический журнал, орган Института ботаники Китайской академии. Журнал печатается на английском языке и содержит результаты оригинальных исследований по растительности и флоре (в том числе и споровых растений) Китая. Редактирует журнал известный миколог С. Ц. Тенг (Teng). Периодичность — 4 раза в год. Подписная цена — 5 американских долларов в год.

7. *British International Plastics Annual*. — London, Croome Hill International Ltd.

В 1947 г. в Англии вышел первый том нового ежегодника, посвящённого пластмассам. Цена — 63 шиллинга.

8. *Coton et Fibres Tropicales*. — Paris, Institut de Recherches du Coton et des Textiles Exotiques.

В июне 1946 г. вышел первый номер нового журнала, посвящённого биологическим и технологическим исследованиям хлопчатника и тропических прядильных культур. Главный редактор журнала — Ж. Готье (Gautier). Периодичность — 4 раза в год. В первом номере помещены статьи: Э. Сени (Senn) «Война и хлопчатник», Ж. Мьеж (Miège) «Цветение хлопчатника», Буи-Ксуан-Нгуан (Bui-Xuan-Nhuan) «Технология рами».

9. *Facts for Industry*. — High Wycombe, Bucks., A. E. Blake.

В октябре 1947 г. вышел первый номер нового английского технического журнала, реферирующего новые работы для «деловых людей», т. е. для капиталистов. Рефераты небольшие: от 50 до 500 слов каждый, расположены в систематическом порядке. Не давая точной научной информации, журнал может представлять некоторый интерес для наблюдения за развитием техники в Англии. Выходит ежемесячно; подписная цена — 42 шиллинга.

10. *Frontiers in Chemistry*. — New York, Interscience Publishers.

В 1943 г. начала выходить новая серия обзоров работ по различным разделам химии. Каждый том, посвящённый какой-нибудь теме, содержит статьи нескольких авторов. Общая редакция принадлежит Р. Э. Барку (Burk) и О. Граммиту (Grummitt). До сих пор вышло 5 томов: I — «The chemistry of large molecules» (Химия больших молекул); II — «The chemical background of engine research» (Химические основы исследования машин); III — «Advances in nuclear chemistry and theoretical organic chemistry» (Достижения ядерной химии и теоретическая органическая химия); IV — «Major instruments of science and their

applications to chemistry» (Главные орудия науки и их применение в химии); V. — «Chemical architecture» (Химическая архитектура). Объем тома от 160 до 320 стр. Цена 21—28 шиллингов.

11. Gesnerus. Revue trimestrielle. — Aarau, Verlag Sauerländer.

В 1943 г. Швейцарское общество истории, медицины и естествознания начало издавать свой орган, названный в честь ботаника Конрада Геснера (1516—1565). Журнал основан И. Штролем (Strohl), затем редакция перешла к Г. Фишеру (Fischer). В нём публикуются оригинальные исследования по истории естественных и медицинских наук и библиография работ по истории швейцарской науки.

12. The Indian Cotton-Growing Review. — Bombay, Indian Central Cotton Committee.

С января 1947 г. начал выходить новый индийский журнал, посвященный хлопководству. Периодичность — 4 раза в год. Подписная цена — 2 рупии.

13. Indian Minerals. — Calcutta, Geological Survey of India, Mineral Information Bureau.

В 1947 г., в дополнение к издающемуся специальному геологическому журналу «Annual Reports of the Records of the Geological Survey of India», начал выходить новый ежеквартальный научно-популярный журнал, посвященный геологии и минералогии Индии.

14. Journal of Indian Medicine. — Madras.

Индийская народная медицина накопила за несколько тысячелетий огромный эмпирический материал. Новый ежеквартальный журнал, начавший выходить в 1947 г., посвящен разработке и развитию индийской народной медицины. Подписная цена — 3 рупии в год.

15. Journal of Soil and Water Conservation. — Baltimore, Soil Conservation Society of America.

В 1943 г. в США было основано Общество охраны почвы, объединившее около 2000 человек, работающих в области борьбы с эрозией. В июле 1946 г. вышел первый номер ежеквартального журнала общества. Редактор журнала — У. Ч. Крамбел (Crumbell), заместитель — М. Г. Кохи (Cohee).

16. Le Pianta Officinali. — Roma, Associazione Nazionale Coltivatori Pianta Erbacee Oleaginose.

В ноябре 1946 г. вышел первый номер нового итальянского журнала, посвященного лекарственным растениям.

17. Plant and Soil. International Journal

of Plant Nutrition, Plant Chemistry, Soil Microbiology and Soil-Borne Plant Diseases. — The Hague, M. Nijhoff.

В октябре 1947 г. вышел первый номер нового ежеквартального журнала, посвященного минеральному питанию и биохимии растений, почвенной микробиологии и болезням растений, связанным с почвой, т. е. всему комплексу эдафических отношений растений. Журнал издаётся при поддержке Нидерландского сельскохозяйственного научного общества и редактируется группой ботаников: Д. Д. Арнон (Arnon) — США, Ж. Байенс (Baeuens) — Бельгия, Е. Г. Мульдер (Mulder), Ф. Ц. Герретсен (Gerretsen) и А. Ц. Шюффелен (Schuffelen) — Нидерланды. Кроме того, к редактированию в качестве консультантов привлечены: А. Демолон (Demolon) — Франция, Д. Р. Хоугленд (Hoagland), З. А. Ваксман (Waksman), Ф. В. Вент (Went) — США, Ч. С. Пайпер (Piper) — Австралия, Э. Мелин (Melin) — Швеция, Г. Лундегард (Lundegardh) — Дания, Г. Д. Торнтон (Thornton) — Англия, И. Вестердэйк (Weserdijk) — Нидерланды и др. Журнал будет выходить четырежды, а в дальнейшем шестью частями в год. Объем тома около 400 стр. Подписная цена — 20 гульденов в год.

18. Productos Animais. — Lisboa, Livraria Portugalica.

В октябре 1946 г. начал выходить новый португальский журнал, посвященный вопросам селекции домашних животных, зоотехники, продуктам животноводства и их использованию. Редакторы журнала: Э. Ф. Суарес Д'Албергария (Soares D'Albergaria) и Э. Тропа (Tropa).

19. The Radiation Laboratory Series. — New York, Mc Graw Hill Publishing Co.

Радиолоборатория Массачусеттского института технологии — основной американский центр исследований в области коротковолнового радара — приступила к изданию серии монографий под общей редакцией Л. А. Дарбриджа (Darbridge). 1-й том серии «Radar system engineering» (Техника системы радара) вышел в 1947 г. Объявлено название 2-го тома «Radar aids to navigation» (Радар на службе навигации), 11-го — «Technique of microwave measurements» (Техника коротковолновых измерений), 15-го — «Crystal rectifiers» (Кристаллические выпрямители), 16-го — «Microwave mixers» (Коротковолновые миксеры). Цена тома от 25 до 50 шиллингов. Всего выйдут 28 томов, включая указатель.

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ ПОПУЛЯРНЫЙ ЕСТЕСТВЕННО-ИСТОРИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ, ИЗДАВАЕМЫЙ АКАДЕМИЕЙ НАУК СССР

37-й год издания

„ПРИРОДА“

37-й год издания

Редактор заслуж. деятель науки РСФСР проф. В. П. Савич

ЖУРНАЛ ПОПУЛЯРИЗИРУЕТ достижения в области естествознания в СССР и за границей, наиболее общие вопросы техники и медицины и освещает их связь с социалистическим строительством. Информирова читателя о новых данных в области конкретного знания, журнал вместе с тем освещает общие проблемы естественных наук

В ЖУРНАЛЕ ПРЕДСТАВЛЕНЫ все основные отделы естественных наук, организованы также отделы: естественные науки и строительство СССР, природные ресурсы СССР, история и философия естествознания, новости науки, научные съезды и конференции, жизнь институтов и лабораторий, юбилей и даты, потери науки, критика и библиография

ЖУРНАЛ РАССЧИТАН на научных работников и аспирантов — естественников и общественников, на преподавателей естествознания высших и средних школ. Журнал стремится удовлетворить запросы всех, кто интересуется современным состоянием естественных наук, в частности широкие круги работников прикладного знания, сотрудников отраслевых институтов: физиков, химиков, растениеводов, животноводов, инженерно-технических и медицинских работников и т. д.

„ПРИРОДА“ дает читателю информацию о жизни советских и иностранных научно-исследовательских учреждений. На своих страницах „Природа“ реферирует естественно-научную литературу

Редакция: Ленинград 22, ул. проф. Попова, 2

ПОДПИСНАЯ ЦЕНА: на год за 12 №№ 72 руб.
на 1/2 года за 6 №№ 36 руб.

Рассылку №№ и приём подписки производят: Контора по распространению изданий Академии Наук СССР „Академкнига“ — Москва, Пушкинская, 23; книжный магазин „Академкниги“ — Москва, ул. Горького, 6; отделения Конторы „Академкниги“ — Ленинград, Литейный, 53-а; Киев, ул. Ленина, 42; Свердловск, улица Белинского, 71-в; Ташкент, улица Карла Маркса, 29; Алма-ата, ул. Фурманова, 129; Харьков, Гогриновский пер., 4/6, и отделения Союзпечати.

РЕДАКЦИЯ ПОДПИСКИ НЕ ПРИНИМАЕТ