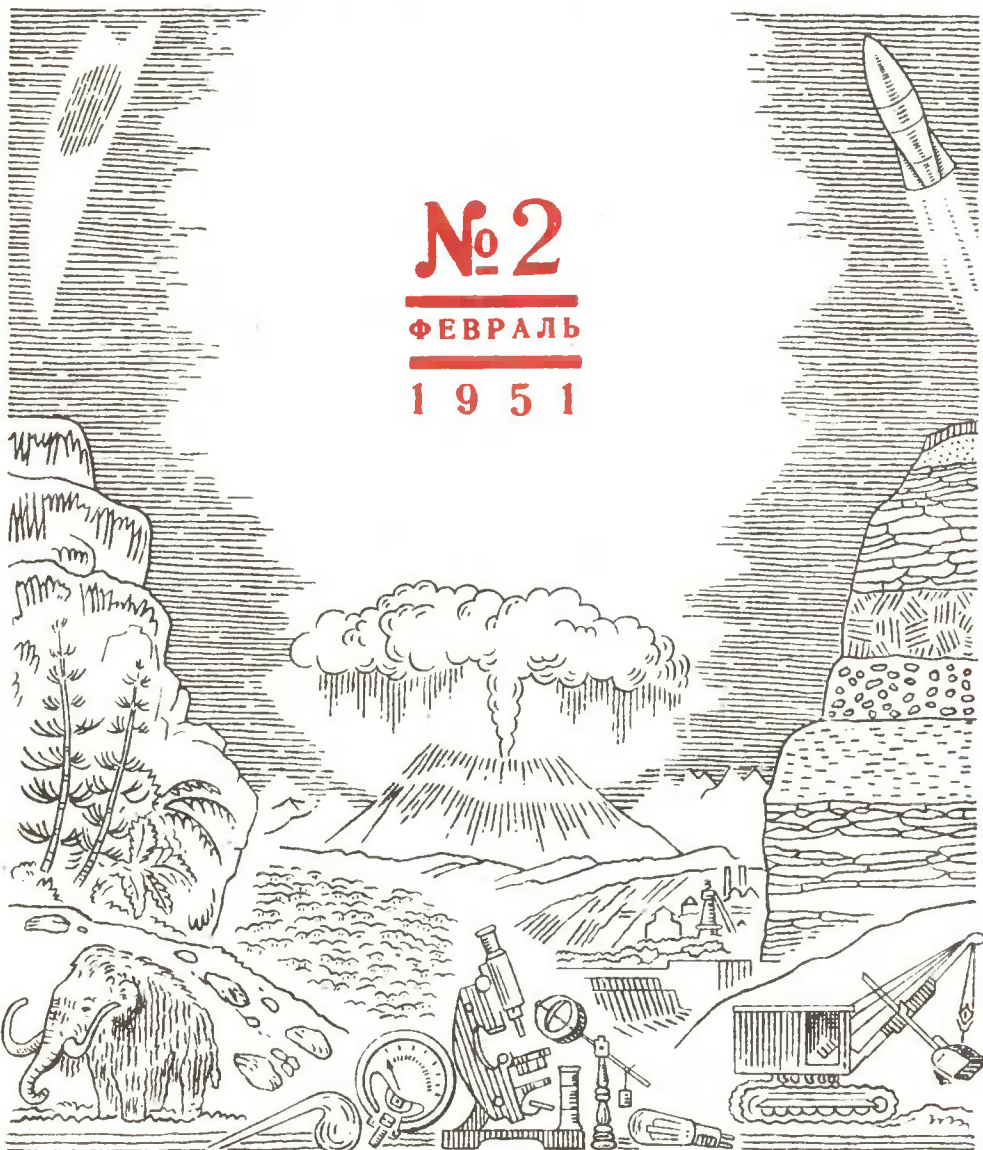


ПРИРОДА

ПОПУЛЯРНЫЙ ЕСТЕСТВЕННО-ИСТОРИЧЕСКИЙ

Ж * У * Р * Н * А * Л

ИЗДАВАЕМЫЙ АКАДЕМИЕЙ НАУК СССР



№ 2

ФЕВРАЛЬ

1951

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР

П Р И Р О Д А

ПОПУЛЯРНЫЙ ЕСТЕСТВЕННО-ИСТОРИЧЕСКИЙ
Ж * У * Р * Н * А * Л
ИЗДАВАЕМЫЙ АКАДЕМИЕЙ НАУК СССР

№ 2 ГОД ИЗДАНИЯ



СОРОКОВОЙ

1951

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.		Стр.
	Новости науки	
	От Совета Министров СССР и ЦК ВКП(б)	3
	От журнала «Природа»	3
	Памяти великого труженика и организатора науки Сергея Ивановича Вавилова	4
	В Совете Министров СССР. Об увековечении памяти Президента Академии Наук СССР академика С. И. Вавилова и обеспечении его семьи	6
	Ю. М. Гайдук. Распределение простых чисел	7
	Проф. Л. Э. Гуревич. Гравитационные системы и их эволюция	14
	Проф. И. С. Астапович. Большой Тунгусский метеорит. I. История исследования	23
	С. Г. Файнберг. Определение типов нервной системы человека в свете учения акад. И. П. Павлова	33
	Проф. И. Д. Седлецкий. Минеральные соединения в живых организмах	40
	Действ. член Акад. наук УССР Н. Г. Холодный. Новое о воздушном питании растений	43
	Астрономия. Сходство многолетних колебаний циркуляции в атмосферах Земли и Юпитера	51
	Метеоритика. Открытие большого метеоритного кратера в Австралии	52
	Физика. О сверхдальнем распространении звука в глубоководных бассейнах. — Важнейшая метрологическая работа	54
	Химия. Цветная реакция для оценки качества дистиллированной воды. — Трициклические азулены	55
	Геология. Загадочный кратер в Патомском нагорье	58
	Минералогия. Новый минерал — магниймонтмориллонит. — Синий везувиан — циприн из скарнов Четкальских гор	61
	География. О возможности нахождения ледников на Тель-позизе (Северный Урал). — Два карстовых провала	63
	Геофизика. Гипс и соль из атмосферы. — Ночная радуга. — Интересный случай образования инея в Ленинграде зимой 1949—1950 гг.	65

Биохимия. Новая методика флуоресцентного определения адреналина в водных растворах и в крови 67

Физиология. Тип нервной системы и химизм крови. — Периодические изменения условных рефлексов у обезьян 69

Эмбриология. Особенности тробления яйцеклеток у низших беспозвоночных 70

Ботаника. Сравнительная оценка действия различных дезинфекционных средств на плесневые грибы. — Водяной орех в долине р. Катунь 73

Зоология. Редкие птицы советского Приморья 75

История и философия естествознания

И. Я. Якобсон. Проблема критического состояния вещества в трудах физиков Киевского университета (1870—1886) 77

Юбилеи и даты

В. В. Разумовский. Труды академика Н. Д. Зелинского по органической химии (К 90-летию со дня рождения) 84

Н. Н. Карлов. С. Н. Никитин — выдающийся русский учёный (К 100-летию со дня рождения) 89

Жизнь институтов и лабораторий

Проф. *М. С. Эйгенсон.* Начало советских наблюдений солнечной короны вне затмений 90

Потери науки

Проф. *Л. Н. Жинкин.* Памяти академика А. А. Заварзина 92

Varia

Влияние муравьёв на рост шиповника и малины 94

Критика и библиография

В. Ф. Каган. Архимед. Краткий очерк о жизни и творчестве. *Ю. М. Гайдука.* — *В. Г. Фесенков.* Современные представления о Вселенной. Чл.-корр. АН СССР *А. А. Михайлова.* Проф. *А. А. Малахов.* Как произошли Уральские горы. Акад. *В. А. Обручева.* — *И. И. Мечников.* Избранные биологические произведения. *Д. В. Лебедева.* — *В. В. Докучаев.* Избранные сочинения в трёх томах. *Д. В. Лебедева.* — Проф. *И. А. Кассирский.* Проблемы и учёные. (Деятели русской и советской медицины). *Ю. И. Миленушкина.* — Советская научная библиотека. Итальянский библиографический институт. *Д. В. Лебедева.* 95

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

Ответственный редактор заслуж. деятель науки РСФСР проф. **В. П. Савич**

Члены редакционной коллегии:

Акад. **А. И. Абрикосов**, акад. **С. Н. Бернштейн**, акад. **К. М. Быков**, проф. **Д. П. Григорьев**, член-корр. **С. Н. Данилов**, акад. **А. М. Деборин**, член-корр. **А. А. Имшенецкий**, к-т филос. н. **М. М. Карпов**, акад. **В. А. Обручев**, проф. **С. В. Обручев**, акад. **Е. Н. Павловский**, проф. **Г. В. Пигулевский**, акад. **В. Н. Сукачёв**, проф. **П. Н. Тверской**, акад. **А. М. Терпигорев**, акад. **В. Г. Фесенков**, член-корр. **М. А. Шателен**, проф. **М. С. Эйгенсон**.

Учёный секретарь редколлегии **Б. Н. Гиммельфарб**.



СЕРГЕЙ ИВАНОВИЧ БАВИЛОВ
24 · III · 1891 — 25 · I · 1951

От Совета Министров СССР и ЦК ВКП(б)

Совет Министров СССР и ЦК ВКП(б) с глубоким прискорбием извещают, что 25 января 1951 года в Москве на 60-м году жизни после тяжёлой болезни скончался президент Академии Наук Союза Советских Социалистических Республик, депутат Верховного Совета СССР, председатель Всесоюзного Общества по распространению политических и научных знаний, главный редактор Большой Советской Энциклопедии, дважды лауреат Сталинской премии, академик **Сергей Иванович Вавилов**.

Советский народ в лице академика **С. И. Вавилова** потерял крупнейшего учёного и выдающегося государственного и общественного деятеля.

Все свои силы и знания академик **С. И. Вавилов** отдал беззаветному служению Родине, советской науке, великому делу коммунизма.

От журнала „Природа“

Редакционная коллегия и сотрудники редакции журнала «Природа» с глубокой скорбью извещают о безвременной кончине председателя редакционной коллегии академика **Сергея Ивановича ВАВИЛОВА**, последовавшей 25 января 1951 года в 4 часа 45 минут в Москве, и выражают своё искреннее соболезнование семье покойного.

Академик **Сергей Иванович Вавилов** с 1936 года до самых последних дней своей жизни возглавлял редакционную коллегию журнала «Природа». Несмотря на свою крайнюю занятость большой научной, государственной и общественной работой, он постоянно интересовался текущей деятельностью редакции «Природы» и в своих руководящих указаниях неуклонно стремился к улучшению журнала, принимая участие даже в редактировании отдельных статей.

Вся жизнь **Сергея Ивановича** — пример беззаветного служения нашей Родине.

ПАМЯТИ ВЕЛИКОГО ТРУЖЕНИКА И ОРГАНИЗАТОРА НАУКИ СЕРГЕЯ ИВАНОВИЧА ВАВИЛОВА

Советская наука понесла тяжёлую утрату. В полном расцвете творческих сил скончался крупнейший учёный, выдающийся государственный и общественный деятель, неутомимый борец за передовую советскую науку, пламенный пропагандист великих идей коммунизма — президент Академии Наук СССР, депутат Верховного Совета Союза ССР академик Сергей Иванович Вавилов.

С. И. Вавилов родился в Москве в 1891 году. В 1909 году он поступил в Московский университет, где учился и работал под руководством выдающегося русского учёного-физика П. Н. Лебедева. Ещё будучи студентом, С. И. Вавилов выполнил оригинальное научное исследование «Тепловое выцветание красителей», удостоенное золотой медали Обществом любителей естествознания при Московском университете. По окончании университета в 1914 году С. И. Вавилову было предложено остаться в университете при кафедре физики, однако он отклонил это предложение и вместе с другими прогрессивными учёными ушёл из университета в знак протеста против полицейских преследований передовых учёных.

С 1914 по 1918 год С. И. Вавилов находился на военной службе. За эти годы им выполнен ряд важных научных исследований в области радиофизики.

Выдающиеся дарования Сергея Ивановича, как талантливого учёного и организатора, в полной мере раскрылись после Великой Октябрьской социалистической революции, создавшей исключительно благоприятные условия для развития науки в нашей стране.

С первых дней революции С. И. Вавилов ведёт большую педагогическую и научно-исследовательскую работу. Его жизнь и деятельность связана с работой таких крупнейших научных и учебных учреждений, как Московский университет, Московское высшее техническое училище, Институт физики и

биофизики, Государственный Оптический институт и Физический институт им. П. Н. Лебедева Академии Наук СССР.

С. И. Вавилову принадлежит около ста научных работ, главным образом по вопросам физической оптики. Более 15 лет его упорных исследований природы фотолюминесценции растворов увенчались большими научными открытиями в этой малоразработанной области физики и позволили создать общую теорию явлений люминесценции.

На основании глубоких теоретических исследований С. И. Вавилова и под его непосредственным руководством разработана технология производства ламп так называемого дневного, или холодного, света, имеющих значительные экономические и светотехнические преимущества перед лампами накаливания.

По инициативе С. И. Вавилова в химии, медицине, минералогии, в пищевой, металлообрабатывающей и других отраслях промышленности получил широкое внедрение новый метод анализа вещества — люминесцентный анализ.

Особо важное научное и практическое значение имеет выдающееся открытие С. И. Вавилова и его учеников в области изучения свойств электронов при движении их в веществе со сверхсветовой скоростью. За эти выдающиеся труды Сергей Иванович был дважды удостоен Сталинской премии.

Признанием больших заслуг Сергея Ивановича перед советской наукой явилось избрание его в 1931 г. членом-корреспондентом и в 1932 г. — действительным членом Академии Наук СССР. Человек большой и разносторонней культуры, Сергей Иванович уделял огромное внимание общим вопросам истории и методологии науки. Многие его работы посвящены вопросам философии естествознания, где он творчески применял великое всепобеждающее учение Ленина—Сталина и показал, что достижения передовой современной науки подтверждают законы диалекти-

ческого материализма и опровергают идеалистические измышления буржуазных философов и физиков. Горячий патриот Советской Родины, С. И. Вавилов последовательно боролся за приоритет отечественной науки и признание того великого вклада, который внесли учёные нашей Родины в сокровищницу мировой науки и культуры.

В годы Великой Отечественной войны, будучи уполномоченным Государственного Комитета Обороны СССР, С. И. Вавилов отдавал свои силы делу разгрома врага.

В 1945 году Сергей Иванович Вавилов был избран президентом Академии Наук СССР. На посту президента Академии Наук он проявил себя талантливым организатором, неутомимым борцом за осуществление великих задач, поставленных партией и Советским правительством перед учёными нашей страны.

Все свои силы Сергей Иванович отдал делу развития передовой советской науки.

Он был непримиримым борцом за всё новое и передовое в науке, против косности и рутины, расчётничества и талмудизма.

Во всей своей деятельности С. И. Вавилов руководствовался мудрыми указаниями товарища Сталина о развитии советской науки, той науки, которая не отгораживается от народа, не держит себя вдали от народа, а готова служить народу, готова передать народу все завоевания науки, которая обслуживает народ не по принуждению, а добровольно, с охотой.

Научные учреждения Академии Наук СССР, руководимой Сергеем Ивановичем, достигли значительных успехов в выполнении исторической задачи, поставленной товарищем Сталиным перед советскими учёными, — не только догнать, но и превзойти в ближайшее время достижения науки за пределами нашей страны.

С. И. Вавилов уделял большое внимание планированию советской науки и внедрению научных достижений в народное хозяйство. Воодушевлённый решениями партии и правительства о строительстве гидротехнических сооружений коммунизма, Сергей Иванович

возглавлял работу учёных по оказанию помощи великим сталинским стройкам.

Сергей Иванович неуклонно проводил в жизнь указания товарища Сталина о приобщении к науке широчайших народных масс. Выполняя большие государственные и научные обязанности, С. И. Вавилов стоял во главе массового движения советских учёных по распространению политических и научных знаний среди трудящихся. Сергей Иванович сам являлся талантливым популяризатором науки. Его произведения «О тёплом и холодном свете», «Глаз и солнце» и многие другие представляют образцы популяризации современных достижений науки.

В течение многих лет он возглавлял Комиссию Академии Наук по изданию научно-популярной литературы, являлся главным редактором научно-популярного журнала «Природа», редактировал большое число изданий для народа.

С. И. Вавилов являлся главным редактором нового издания «Большой Советской Энциклопедии», призванного обобщить все достижения науки и культуры.

Велика и разнообразна научно-организационная деятельность, которую вёл академик Вавилов. Он был президентом Академии Наук СССР, председателем Всесоюзного Общества по распространению политических и научных знаний, председателем Комитета по координации научной деятельности академий наук союзных республик. На этих ответственных постах академик Вавилов с исключительной энергией руководил организацией научной работы и подготовки научных кадров в центре и на местах.

Широко известна деятельность С. И. Вавилова как пламенного борца за дело мира во всём мире. Беззаветное служение великому делу Ленина — Сталина, жизненным интересам советского народа снискало Сергею Ивановичу глубокое уважение и любовь трудящихся нашей страны. Начиная с 1935 года, С. И. Вавилов был депутатом многих созывов Ленинградского и Московского Советов, депутатом Верховного Совета РСФСР и Верховного Совета СССР.

Советское правительство высоко оценило выдающиеся заслуги академика Вавилова перед Родиной. Сергей Иванович был дважды награждён орденом Ленина, орденом Трудового Красного Знамени и медалями Советского Союза.

Советский народ будет свято чтить светлую память о Сергее Ивановиче Вавилове, выдающемся учёном и патриоте нашей Родины, отдавшем все свои силы и знания великому делу строительства коммунизма в СССР.

Академия Наук СССР.

В СОВЕТЕ МИНИСТРОВ СССР

ОБ УВЕКОВЕЧЕНИИ ПАМЯТИ ПРЕЗИДЕНТА АКАДЕМИИ НАУК СССР АКАДЕМИКА С. И. ВАВИЛОВА И ОБЕСПЕЧЕНИИ ЕГО СЕМЬИ

В целях увековечения памяти выдающегося советского учёного Президента Академии Наук СССР академика С. И. Вавилова Совет Министров СССР постановил:

1. Присвоить имя С. И. Вавилова Институту физических проблем Академии Наук СССР в гор. Москве и Государственному Оптическому институту Министерства вооружения СССР в гор. Ленинграде.

2. Поручить Академии Наук СССР издать в 1951—1952 гг. собрание сочинений академика С. И. Вавилова.

3. Учредить золотую медаль имени С. И. Вавилова, присуждаемую Президиумом Академии Наук СССР ежегодно за выдающиеся работы в области физики.

Поручить Президиуму Академии Наук СССР утвердить Положение о золотой медали имени С. И. Вавилова, её образец и описание.

4. Учредить в Академии Наук СССР 4 аспирантских стипендии имени С. И. Вавилова в размере 900 рублей в месяц каждая для аспирантов физических институтов Академии Наук СССР и физических факультетов Московского и Ленинградского государственных университетов.

5. Установить мемориальные доски в гор. Москве на здании Физического института им. П. Н. Лебедева и в гор. Ленинграде — на здании Государственного Оптического института.

6. Установить жене академика С. И. Вавилова — Вавиловой Ольге Михайловне материальное обеспечение в соответствии с Постановлением СНК СССР от 28 декабря 1943 года № 1435 и Совета Министров СССР от 28 сентября 1949 года № 4140 и выдать семье С. И. Вавилова единовременное пособие в размере 75 тысяч рублей.

7. Похороны Президента Академии Наук СССР академика С. И. Вавилова принять за счёт государства.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОСТЫХ ЧИСЕЛ

(К столетию основоположных работ П. Л. Чебышева)

Ю. М. ГАЙДУК

«Гениальные идеи, рассеянные в трудах П. Л. Чебышева, без сомнения, не только не исчерпаны во всех своих выводах, но могут принести надлежащие плоды лишь в будущем, и тогда только явится возможность получить правильное представление о великом значении учёного, которого лишилась наука».

А. М. Ляпунов.

1. В бесконечном ряду «натуральных» (т. е. целых положительных) чисел

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, ... (1) некоторые числа отличаются от остальных той особенностью, что они не делятся без остатка ни на какое другое число этого ряда, отличное от единицы. Такие числа, как известно, носят в арифметике название «простых». Все прочие числа ряда (1) именуется «сложными», или «составными», за исключением, однако, числа 1, которое вообще оставляется вне данной классификации (не причисляется ни к классу простых, ни к классу составных чисел). В нашей записи ряда (1) простые числа выделены курсивом.

Роль простых чисел в арифметике можно с известным правом сравнить с ролью простых веществ (элементов) в химии: подобно тому, как всё многообразие химических веществ образовано соединением тех или других простых веществ, все составные натуральные числа могут быть получены из соответствующих простых чисел путём их перемножения. С этой точки зрения разложение натурального числа на простые множители (например: $6552 = 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 7 \cdot 13$) представляет собой операцию, подобную химическому анализу вещества. Химической формуле сложного вещества в нашей аналогии соответствует «каноническое представление» составного числа в виде произведения вполне определённых (для данного числа) простых чисел-множителей. Таким образом, действующий в арифметике «закон однозначной разложимости» чисел в канонические произведения является точным анало-

гом химического «закона постоянства состава», заключающегося в том, что каждое вещество имеет вполне опре-



П. Л. ЧЕБЫШЕВ
(1821—1894).

делённую химическую формулу (не зависящую от частного способа получения этого вещества).

При всей условности нашей «химической» аналогии,¹ она заслуживает

¹ Нелишне, однако, заметить, что аналогии между теоретико-числовыми и химическими фактами имели известное значение в истории развития некоторых понятий современной теории чисел (в частности, при возникновении теории так называемых «идеальных» чисел).

внимания читателя, способствуя уяснению той фундаментальной роли, которая принадлежит простым числам в мультипликативной теории чисел (т. е. в той части учения о свойствах целых чисел, в которой изучается поведение чисел преимущественно при умножении и делении). К последнему нужно, однако, добавить, что с простыми числами тесно связана также и проблематика аддитивной теории чисел (изучающей способы представления целых чисел в виде сумм слагаемых определённого характера). В качестве примера укажем на одну, получившую широкую известность, проблему этого рода — проблему Гольдбаха. В этой проблеме требуется доказать, что всякое нечётное число (большее единицы) может быть изображено суммой, составленной из не более трёх простых чисел. Так, например, число 15 допускает такие представления требуемого характера:

$$15 = 2 + 13 = 3 + 5 + 7 = 5 + 5 + 5.$$

Эта знаменитая проблема, поставленная ещё в середине XVIII столетия членом Петербургской Академии Наук, по имени которого проблема и получила своё название, оказалась чрезвычайно трудной. До недавнего времени среди многих учёных господствовало убеждение в том, что её решение, подобно решению ещё более известной проблемы Ферма, «превосходит силы современной математики». Тем не менее, проблема Гольдбаха была с выдающимся успехом атакована в 1931 г. советским математиком Л. Г. Шнирельманом, а шесть лет спустя почти окончательно решена академиком И. М. Виноградовым при помощи оригинальных и глубоких методов исследования.¹

2. Предыдущими замечаниями мы имели в виду дать читателю некоторое представление о значении простых чисел в построениях теории чисел. Познакомимся теперь с простейшими фактами, относящимися к совокупности всех простых чисел.

Ещё Евклид, автор «Начал», представляющих свод основных математи-

ческих знаний древних греков, доказал в одной из книг этого сочинения теорему о том, что существует бесконечно-много простых чисел. Данное Евклидом доказательство [4] этого факта остаётся до наших дней простейшим из всех придуманных с тех пор. Это доказательство настолько элементарно, что может быть воспроизведено здесь.

Пусть p_1, p_2, \dots, p_n — ряд n каких-то простых чисел. Составим из этих чисел число $P = p_1 \cdot p_2 \cdot \dots \cdot p_n + 1$. Число P , очевидно, превосходит каждое из чисел $1, p_1, p_2, \dots, p_n$, а потому, в частности, не может совпадать ни с одним из них. Отсюда следует, что число P либо само будет простым числом (отличным от простых чисел p_1, p_2, \dots, p_n), либо, будучи составным, будет делиться на какое-то простое число p , которое не может совпасть ни с одним из чисел p_1, p_2, \dots, p_n , так как в противном случае число p , деля числа P и $P - 1 = p_1 \cdot p_2 \cdot \dots \cdot p_n$, должно было бы делить и число 1, что невозможно. Таким образом, в каждом случае существует некоторое простое число, отличное от заданных n простых чисел. Это показывает, что простых чисел существует, как говорит Евклид, «больше всякого конечного количества простых чисел», т. е. что совокупность всех простых чисел бесконечна.

Эратосфен — современник величайшего древнегреческого математика Архимеда — предложил вошедший с тех пор почти во все учебники арифметики способ составления таблиц простых чисел, не превосходящих произвольно заданного целого числа N . Способ Эратосфена, получивший впоследствии название «арифметического решета», состоит в следующем. Выписав подряд все натуральные числа от числа 2 до числа N включительно:

$$2, 3, 4, 5, 6, 7, \dots, N, \quad (2)$$

оставляют в полученном ряду первое простое число 2, а затем вычёркивают в ряду каждое второе число (т. е. все кратности числа 2); первое (после числа 2) из оставшихся чисел (это будет число 3) не сможет иметь делителей, отличных от единицы и самого себя, и, таким образом, необходимо будет простым числом. Оставив в

¹ Утверждение Гольдбаха доказано акад. И. М. Виноградовым для всех достаточно больших нечётных чисел.

ряду (2) простое число 3, вычёркивают каждое третье число после числа 3 (т. е. кратности числа 3); первое из оставшихся нетронутыми (после обоих процессов вычёркивания) чисел (это будет число 5) необходимо окажется простым числом. Оставляя в ряду (2) простое число 5, вычёркиваем каждое пятое число после числа 5; первое из оставшихся невычёркнутыми (после всех трёх процессов вычёркивания) чисел, больших числа 5, необходимо будет следующим простым числом (7), и т. д.

Результаты Евклида и Эратосфена были единственными известными в древности закономерностями, в какой-то степени регулируемыми расположением простых чисел в натуральном ряду (или, как принято теперь говорить, их распределением).

Эти закономерности оставались, в сущности, единственными¹ теоретическими результатами в этом вопросе вплоть до основоположных исследований Чебышева в середине XIX столетия.

Очевидно, однако, что эти «античные» результаты представляют слишком неопределённую, характеристику распределения простых чисел: решето Эратосфена даёт точную картину распределения простых чисел только в пределах конечного отрезка натурального ряда, рассуждение же Евклида позволяет гарантировать присутствие нового простого числа лишь в огромном промежутке между числами p_n и $p_1 \cdot p_2 \cdot \dots \cdot p_n + 1$ (где p_n — наибольшее из чисел p_1, p_2, \dots, p_n).

Составленные — в принципе по методу Эратосфена — таблицы простых чисел (доведённые впоследствии до $N = 10\,000\,000$) обнаруживают большую «неправильность» в распределении простых чисел. Однако одна особенность этого распределения бросается в глаза: чем дальше от начала натурального ряда, тем вообще

реже встречаются в этом ряду простые числа.

Указанный факт получает более отчётливую формулировку, если характеризовать распределение простых чисел их «частотой в начальном отрезке натурального ряда», т. е. отношением $\frac{\pi(N)}{N}$, где $\pi(N)$ — число простых чисел среди первых N натуральных чисел. Тогда упомянутое нами свойство распределения можно высказать в форме утверждения об убывании (начиная с некоторого момента) частоты простых чисел при «пробегании» натурального ряда от его начала к концу.

Но если при рассмотрении больших «начальных отрезков» натурального ряда улавливается известная закономерность в частоте распределения простых чисел, то это последнее становится, повидимому, очень «беспорядочным» в малых «внутренних отрезках» этого ряда (т. е. в промежутке между двумя произвольными натуральными числами). Так, например, в протяжении всех известных таблиц простых чисел можно зарегистрировать наличие пар простых чисел-«близнецов», т. е. простых чисел, отличающихся друг от друга всего на две единицы (таковы числа 3 и 5, 5 и 7, 11 и 13, ..., 10 006 427 и 10 006 429), и наличие в то же время «ненормально больших» промежутков, вовсе не содержащих простых чисел.

Легко теоретически показать, что существуют в натуральном ряду сколь угодно большие промежутки, сплошь состоящие из составных чисел. Так, чтобы указать промежуток, составленный из тысячи составных чисел, можно образовать произведение L всех простых чисел, не превосходящих числа 1001 ($L = 2 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 7 \cdot \dots \cdot 997$, так как 997 — наибольшее простое число, не превосходящее 1001). Тогда последовательные натуральные числа $L + 2, L + 3, L + 4, L + 5, \dots, L + 1001$, очевидно, образуют такой промежуток.

Такая «неправильность», почти «капризность», в распределении «в малом» простых чисел сделала тщетными первоначальные попытки ряда математиков найти общие формулы, дающие все простые числа или хотя бы бесконечно-много простых чисел.

¹ Если не считать данного Лежен-Дирихле доказательства бесконечности числа простых чисел в любой бесконечной арифметической прогрессии со взаимно-простыми разностью и первым членом. Эта теорема представляет собой обобщение теоремы Евклида, поскольку натуральный ряд чисел можно рассматривать как арифметическую прогрессию с разностью 1.

Были найдены только формулы, дающие при последовательных целых значениях аргумента лишь конечное число простых чисел. Такова, например, формула Эйлера

$$p = 2n^2 + 29,$$

доставляющая простые числа при $n = 0, 1, 2, 3, \dots, 28$, но уже при $n = 29$ дающая, очевидно, составное число. Равным образом оказались обречёнными на неудачу поиски точной формулы для числа $\pi(N)$ простых чисел среди первых N натуральных чисел (разумеется, здесь идёт речь о формулах, составленных при помощи уже известных математическому анализу функций).

Указанные «теоретические» неудачи первых исследователей проблемы распределения простых чисел (а среди этих исследователей были такие крупнейшие математики, как Ферма, Эйлер, Гаусс, Лежандр) заставили математиков сосредоточиться на эмпирическом исследовании вопроса. Тщательное изучение возможно более обширных таблиц простых чисел должно было помочь «отгадать» тайну той сложной закономерности, которой подчинено распределение простых чисел в натуральном ряду. После этого предстояло ещё, конечно, оправдать эмпирически найденный (и потому ненадёжный, гипотетический) результат строго теоретическим анализом.

Первый более или менее содержательный результат на этом «эмпирическом» пути был сформулирован в начале XIX в. Лежандром. Последний подметил, что функция¹

$$f(x) = \frac{x}{\ln x - A},$$

где A — некоторая константа (Лежандр предложил значение $A = 1.08366$, являющееся, как это впоследствии показал Чебышев, не наилучшим) может служить для приближённого выражения функции $\pi(x)$, дающей число простых чисел, меньших x . Приближённая формула Лежандра:

$$\pi(x) \approx \frac{x}{\ln x - A} \quad (3)$$

¹ Здесь и в дальнейшем \ln обозначает так называемый натуральный логарифм.

достаточно хорошо согласовалась с действительной расстановкой простых чисел среди первого миллиона натуральных чисел.

Другими математиками (и среди них Чебышевым) была указана ещё иная приближённая формула, аналитически менее простая, но более точная:

$$\pi(x) \approx \int_2^x \frac{dx}{\ln x}. \quad (4)$$

Интеграл, стоящий в правой части формулы (4), не выражается в конечном виде через элементарные функции; геометрически он может быть представлен площадью «криволинейной трапеции» под графиком функции $y = \frac{1}{\ln x}$ (см. чертёж).

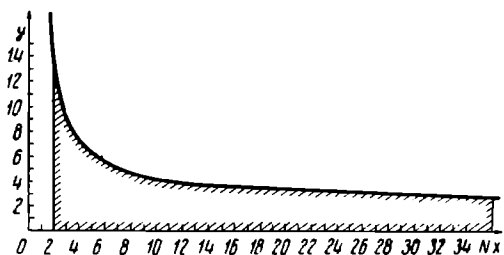


График функции $y = \frac{10}{\ln x}$.

Уменьшенная в десять раз величина площади «криволинейной трапеции» (контур которой окаймлён штриховкой) равна $\int_2^N \frac{dx}{\ln x}$ и даёт

приближённое значение числа простых чисел среди первых N натуральных чисел.

Обе формулы — (3) и (4), — как было строго доказано уже позднее, суть формулы асимптотические. Это означает, что относительная погрешность, которую мы допускаем, замедляя $\pi(x)$ правой частью каждой из формул, представляет собой величину бесконечно-малую при бесконечно-большом x .

Исследование формул (3) и (4) для больших значений x и, в частности, доказательство их асимптотического характера в дальнейшем составило центральную задачу теории распределения простых чисел.

3. Основоположное значение для всей последующей (после Лежандра) истории решения этой задачи имели

работы П. Л. Чебышева периода 1848—1850 гг.

Пафнутий Львович Чебышев, в ту эпоху двадцатисеми-двадцатидевяти-летний учёный, незадолго перед этим выполнивший свои первые значительные научные труды в области теории вероятностей и математического анализа, был привлечён акад. В. Я. Буяковским к редактированию издававшегося Петербургской Академией Наук собрания сочинений Л. Эйлера — знаменитого математика XVIII столетия, бывшего одним из первых членов Академии. Работа над произведениями Эйлера способствовала возникновению у Чебышева глубокого и плодотворного интереса к вопросам теории чисел. Плодом этого вскоре явились замечательные теоретико-числовые работы Чебышева, доставившие ему мировую славу, а именно книга «Теория сравнений», послужившая Чебышеву докторской диссертацией и ставшая классическим трактатом излагаемой в ней дисциплины, и два знаменитых мемуара [7, 8]: «Об определении числа простых чисел, не превосходящих данной величины» (1848) и «О простых числах» (1850). Названными мемуарами был открыт новый, несравненно более богатый результатами и перспективами, этап в истории проблемы распределения простых чисел.

В рамках популярной статьи можно лишь в краткой и самой общей форме передать глубокое содержание этих мемуаров Чебышева и обрисовать их значение для последующего развития рассматриваемой проблемы.

Ещё Эйлер ввёл в теорию чисел функцию $\zeta(s)$ (так называемая «функция дзета»), являющуюся суммой ряда:

$$1 + \frac{1}{2^s} + \frac{1}{3^s} + \frac{1}{4^s} + \dots + \frac{1}{n^s} + \dots \quad (5)$$

Ряд (5) сходится, т. е. имеет конечную сумму при $s > 1$. Эта функция, получившая в дальнейшем фундаментальное значение в аналитической теории чисел, ещё не была найдена, однако, в работах Эйлера значительных приложений. Эйлер ограничился тем, что найденную им для этой функции важную формулу использовал для нового доказательства

евклидовой теоремы о бесконечности множества простых чисел.

В первом мемуаре Чебышева свойства дзета-функции (а именно, её поведение вблизи «особой точки» $s = 1$) получают впервые глубокое применение при исследовании хода функции $\pi(x)$, регулирующей распределение простых чисел. Используя средства анализа бесконечно-малых (но всё время ограничиваясь вещественными переменными), Чебышев на этом пути приходит к установлению факта колебательного изменения функции $\pi(x)$ около

аппроксимирующей её функции $\int_2^x \frac{dx}{\ln x}$.

Он находит также ряд замечательных формул, вытекающих из этого факта.

Из найденных здесь Чебышевым результатов, в частности, немедленно следует, что отношения

$$\frac{\pi(x)}{x} \quad \text{и} \quad \frac{\pi(x)}{x} - \frac{1}{\ln x - A}$$

исследуемой «функции распределения» $\pi(x)$ к аппроксимирующим её функциям в формулах (3) и (4) не могут иметь предела, отличного от единицы. Здесь же Чебышев показывает, что предложенное Лежандром значение константы A в формуле (3) оказывается неудачным: более подходящим значением константы является $A = 1$.

Второй мемуар Чебышева, появившийся через два года после первого, принёс ряд дальнейших результатов фундаментального значения. Здесь Чебышеву впервые удалось указать некоторую аналитическую функцию, приближающую исследуемую функцию $\pi(x)$ с известной относительной погрешностью. Из этого результата Чебышева легко получалась и оценка относительной погрешности формулы (3). В качестве одного из следствий из соотношений, установленных им во втором мемуаре, Чебышевым было получено доказательство незадолго до того высказанной гипотезы Бертрана, в силу которой между натуральным числом n и вдвое бóльшим натуральным числом $2n$ всегда лежит по крайней мере одно простое число.

Оба мемуара Чебышева произвели

глубокое впечатление на современных ему математиков как фундаментальным характером содержащихся в них результатов, так и оригинальностью применённых для их получения методов. Особую сенсацию вызвал в научном мире второй мемуар, в котором результаты первоклассного значения были установлены при помощи чрезвычайным остроумных и в то же время (в математическом смысле) вполне элементарных соображений.

Гениальный автор этих мемуаров стал родоначальником русской школы теории чисел, составившей гордость отечественной науки [3].

4. В заключение остановимся на основных вехах последующей истории проблемы распределения простых чисел.

Выдающиеся успехи, достигнутые в решении этой проблемы Чебышевым, стимулировали интерес к ней со стороны многих первоклассных математиков. Несмотря на это, новый существенный прогресс в решении проблемы был достигнут не скоро. Ещё в восьмидесятых годах прошлого столетия известный английский математик Дж. Сильвестер, сопоставляя достижения Чебышева с незначительностью результатов, полученных за три десятилетия после появления работ русского учёного, писал: «... надо, вероятно, подождать, пока родится на свет некто, кто будет настолько превосходить Чебышева с точки зрения общих взглядов и проникновения, насколько сам Чебышев показал себя по этим качествам выше обычного движения человеческого рода».

В действительности дальнейший ход исследования проблемы оказался исторически самым тесным образом связанным с развитием новой мощной ветви математической науки — теории аналитических функций комплексного переменного. Ещё в 1859 г. Риман пришёл к мысли изучать свойства простых чисел при помощи функции дзета, рассматривая её не только при вещественных значениях аргумента (как это делали Эйлер и Чебышев), а во всей комплексной плоскости. На основании этой идеи он получил некоторые новые результаты в теории чисел, но сам не сделал никакого шага

вперёд в центральном вопросе теории распределения простых чисел — вопросе об асимптотических законах. Однако самая идея Римана оказалась весьма плодотворной, и её развитие привело к цели (правда уже только в 1896 г.): доказательству асимптотического характера приближённых формул (3) и (4). Это доказательство было дано известным французским математиком Ж. Адамаром и (независимо от него) бельгийцем Ш. де ла Валле-Пуссенном.

В двадцатом столетии усилия многих математиков были направлены на упрощение доказательств асимптотических законов распределения простых чисел [5]. Около 1930 г. Винер дал доказательство асимптотической фор-

мулы $\pi(x) \sim \frac{x}{\ln x}$, в котором были исключены специфические средства теории аналитических функций, так что всё доказательство базировалось на обыкновенном интегральном исчислении. Наконец, в 1948 г. — к столетию первой основоположной работы Чебышева, посвящённой распределению простых чисел — был достигнут новый значительный методический успех в этом направлении: норвежскому математику А. Зельбергу [10] и венгерскому учёному П. Эрдешу [9] удалось найти строго-элементарное (хотя и не очень простое) доказательство асимптотического закона $\pi(x) \sim \frac{x}{\ln x}$.

Доказательством асимптотических законов (3) и (4) проблема распределения простых чисел, конечно, ещё далеко не исчерпана. Ещё ждут своего окончательного решения вопросы, относящиеся к оценке абсолютной погрешности асимптотических формул (3) и (4) и к исследованию «тонкой структуры» распределения простых чисел в натуральном ряду. Крупные успехи в исследовании этого круга новейших задач теории распределения простых чисел принадлежат советским математикам: акад. И. М. Виноградову, Н. Г. Чудакову, Ю. В. Линнику и другим [2, 3]. Теоретико-числовые идеи Чебышева, нашедшие своё выражение в его классических мемуарах, сохраняют своё значение и на современном этапе рассматриваемой проблемы.

Выдающийся советский специалист в области теории чисел — проф. А. О. Гельфонд, касаясь перспектив дальнейшего развития теории распределения простых чисел, с полным правом говорит: «... в настоящее время есть уже достаточные основания вернуться к идеям Чебышева и с этой стороны попытаться подойти к закону распределения простых чисел» [1]. Так оправдываются — и в этой, как и в других областях математики, обязанных Чебышеву трудами основополагающего характера, — пророческие слова, сказанные на смерть великого учёного его знаменитым учеником А. М. Ляпуновым [6] — слова, взятые нами эпитафией к настоящей статье.

Литература

- [1] А. Гельфонд. Комментарий к мемуарам Чебышева в кн.: «Полн. собр. соч. П. Л. Чебышева», т. 1, 1944. — [2] А. О. Гельфонд. Теория чисел. Сб. «Математика в СССР за тридцать лет», Гостехиздат, М.—Л., 1948. — [3] Б. Н. Делоне. Петербургская школа теории чисел. Изд. АН СССР, 1947. — [4] Евклид. Начала. Книги VII—X. Перевод Д. Д. Мордухай-Болтовского, Гостехиздат, М.—Л., 1949. — [5] А. Е. Ингам. Распределение простых чисел, ОНТИ, 1936. — [6] А. М. Ляпунов. Пафнутий Львович Чебышев (в кн.: П. Л. Чебышев. Избранные математические труды. Гостехиздат, 1946). — [7] П. Л. Чебышев. Полное собрание сочинений, т. 1, Изд. АН СССР, М.—Л., 1944. — [8] П. Л. Чебышев. Избр. математические труды, Гостехиздат, 1946. — [9] P. Erdős. On a new method in elementary number theory... Proc. Nat. Acad. Sci., v. 35, 1949. — [10] A. Selberg. An elementary proof of the prime number theorem. Ann. Math., v. 50, № 2, p. 374, 1949.

ЛАУРЕАТЫ СТАЛИНСКИХ ПРЕМИЙ ЗА 1949 год



Валентин Алексеевич КАРГИН, член-корр. Академии Наук СССР, заведующий лабораторией Научно-исследовательского физико-химического института им. Л. Я. Карпова.

Сталинская премия второй степени присуждена за исследования в области химии высокополимерных веществ, опубликованные в журналах: «Доклады Академии Наук СССР» и «Журнал физической химии» в 1948—1949 годах.



Василий Захарович ВЛАСОВ, профессор, заведующий отделом строительной механики Института механики Академии Наук СССР.

Сталинская премия второй степени присуждена за научные труды «Общая теория оболочек» и «Строительная механика тонкостенных пространственных систем», опубликованные в 1949 году.

ГРАВИТАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ИХ ЭВОЛЮЦИЯ

Проф. Л. Э. ГУРЕВИЧ

§ 1. Строение макроскопических тел определяется молекулярными силами, которые представляют особое проявление электромагнитных сил, управляющих также и строением атома. С другой стороны, в больших, исследованных астрономией, масштабах, движением материи управляют гравитационные силы. Эти силы отличаются от других известных нам сил природы тем, что они очень медленно убывают с расстоянием. Правда, электрические силы убывают столь же медленно; но все известные нам электрические системы в целом нейтральны, так что электрическое поле зарядов одного знака на некотором расстоянии начинает «экранироваться», т. е. заслоняться, ослабляться полем зарядов противоположного знака. Начиная с этого расстояния, электрические силы убывают гораздо быстрее. Для гравитационных же сил в пределах исследованных на опыте расстояний никакого экранирования не существует, и они убывают медленно на всех известных расстояниях.

Вследствие этого материальные системы, управляемые гравитационными силами (мы будем называть их просто гравитационными системами), например наша звёздная система — Галактика, в которую входит Солнце, по своему строению и по своей эволюции существенно отличаются от молекулярных систем, с которыми мы имеем дело в земном опыте.

Наша Галактика не представляет собой простой и однородной системы. Звёзды не находятся друг от друга на примерно одинаковых или монотонно изменяющихся с удалением от центра Галактики расстояниях. Значительная доля звёзд объединена в системы — скопления и кратные звёзды, в которых расстояния между составляющими их звёздами значительно меньше, чем вне их. В самых «тесных» звёздных парах расстояние между звёздами доходит до миллионов километров, тогда

как среднее расстояние между звёздами в Галактике в десятки миллионов раз больше. Далее, сама наша Галактика представляет собой звёздную систему большого масштаба, отделённую от других аналогичных систем почти лишённым звёзд пространством. Она разделена на подсистемы звёзд разных типов (гиганты, карлики, нестационарные звёзды и т. п.), в различной степени «сплюснутые», т. е. сконцентрированные к её средней плоскости. Наконец, она, как и некоторые другие сильно сплюснутые галактики, повидимому, обладает спиральными рукавами.

В какой мере эти особенности обусловлены тем, что движение звёзд и звёздных систем управляется гравитационными силами, и в какой мере для их появления и развития необходимы силы иной природы?

Звёзды, составляющие какую-либо звёздную систему, например нашу Галактику, движутся по отношению к ближайшим соседним звёздам с более или менее случайными скоростями. Поэтому, отвлекаясь временно от структурных особенностей Галактики, можно рассматривать звёзды как отдельные частицы некоторого «звёздного газа».

Этот газ во многих отношениях подобен обычному молекулярному газу. Как и в обычном газе, энергия взаимодействия двух звёзд на их среднем взаимном расстоянии ничтожно мала по сравнению с кинетической энергией отдельной звезды. Звёзды взаимодействуют и обмениваются энергией лишь при редких сближениях на расстоянии, много меньшие среднего. Средний промежуток времени, разделяющий два испытываемых звездой сближения с соседними звёздами, играет ту же роль для «звёздного газа», что и среднее время свободного пробега — для обычного газа.

Звёздный газ, так же как и молекулярный газ, постепенно прибли-

жается к некоторому равновесному состоянию, характеризующему максвелловским распределением звёзд по относительным скоростям и так называемым «диссоциативным равновесием». Последнее означает, что в этом газе должны образоваться «звёздные молекулы», подобные молекулам газа: двойные, тройные и большей кратности звёздные системы. К этим же «звёздным молекулам» относятся и звёздные скопления.¹ Шаровые звёздные скопления нашей Галактики, расположенные в основном на больших расстояниях от её центра и её средней плоскости и содержащие сотни тысяч звёзд, подобны гигантским молекулам белка или высокополимерных соединений (как каучук).

Однако «звёздные молекулы», т. е. кратные звёзды, и звёздные скопления, существенно отличаются от обычных молекул. Все молекулы одного вещества имеют одинаковое строение и, в частности, одинаковые размеры. Атомы в молекулах находятся на таких расстояниях друг от друга, на которых силы притяжения, преобладающие при большом удалении, уравниваются силами отталкивания, преобладающими при сближении атомов. Изменения строения и размеров молекул происходят лишь при их возбуждении внешними воздействиями и исчезают при возвращении в нормальное состояние. В звёздном же газе силы отталкивания (и квантовые законы, господствующие внутри молекул) не играют роли, так как непосредственное соприкосновение звёзд практически никогда не имеет места. Размеры «звёздных молекул»

определяются не силами отталкивания и квантовыми законами, а кинетической энергией относительных движений звёзд внутри «молекулы». Эта внутренняя энергия может иметь любое (а не квантованное, как в молекулах обычного газа) значение, в соответствии с чем различны и размеры различных «молекул». В шаровых скоплениях расстояния между звёздами много меньше, чем в рассеянных скоплениях (последние сильно сконцентрированы к средней плоскости Галактики), а в тесных звёздных парах — много меньше, чем в широких парах и чем в шаровых скоплениях.

Вторая особенность диссоциативного равновесия в звёздном газе связана с тем, что гравитационные силы спадают с расстоянием медленно и являются потому силами «далёкого действия» в отличие от «короткодействующих» молекулярных сил. В обычном газе существуют молекулы, состоящие лишь из определённого числа атомов; с увеличением плотности и понижением температуры газа число молекул возрастает, а число атомов уменьшается. Но при достижении некоторой определённой температуры и определённой плотности происходит скачок: газ сразу конденсируется, т. е. образует как бы одну молекулу из практически бесконечного числа атомов. В звёздном же газе одновременно сосуществуют «молекулы» разной степени «полимеризации», т. е. состоящие из разных чисел «атомов»-звёзд — от двух в звёздных парах до сотен тысяч в шаровых скоплениях.

Применяя методы статистической физики, можно изучить состояние диссоциативного равновесия гравитационной системы, например, нашей Галактики. При сжатии «звёздной молекулы» (кратной звезды, звёздного скопления) или подсистемы, как мы будем их называть, гравитационные силы взаимного притяжения составляющих её звезд производят работу. Часть энергии подсистемы освобождается и может выделиться наружу. Ввиду этого более плотные подсистемы имеют большую энергию связи, т. е. для их разрыва необходимо произвести большую работу. Из принципов статистической физики вытекает, что в рав-

¹ Механизм и кинетика образования скоплений и кратных звёзд могут быть, тем не менее, различны. Тесная двойная звезда есть очень устойчивое образование, в то время как столь же тесная система большей кратности (вплоть до скоплений) распадается очень быстро: за время порядка периода обращения вокруг её центра инерции. Поэтому скопления близки по свойствам скорее к широким, чем к тесным парам. Эти и подобные им соображения могут объяснить, почему кривая, определяющая зависимость числа скоплений разной величины от количества звёзд в скоплении, или, как говорят, функция распределения скоплений по числу звёзд, отличается от соответствующей кривой для кратных звёзд и не является её продолжением.

новесном состоянии большинство подсистем должны быть плотными.

Оказывается, что в равновесном состоянии нашей Галактики все звёзды должны объединиться в самые плотные подсистемы наибольшей возможной кратности, т. е. должны образовать гигантские «звёздные молекулы», в которых расстояния между звёздами сравнимы с размерами звёзд или меньше их. Молекулярная система, в которой расстояния между частицами сравнимы с их размерами, есть жидкость. Значит, можно сказать, что равновесное состояние такой звёздной системы, как наша Галактика, есть состояние, при котором она разобьётся на несколько гигантских капель «звёздной жидкости».

Это конденсированное состояние Галактики, как мы увидим дальше, в действительности не может осуществиться. По мере сжатия звёздного скопления или сближения составляющих кратной звезды увеличиваются силы взаимного притяжения и вместе с тем возрастают относительные скорости звёзд. Теория показывает, что при этом обмен энергией быстро уменьшается, и потому время релаксации, т. е. время, в течение которого звёзды обмениваются значительной долей своей энергии и установится равновесное распределение звёзд по энергиям, — резко возрастает. Значит, процесс приближения к равновесию при этом сильно замедляется. Время, необходимое для того, чтобы в нашей Галактике успели образоваться самые «тесные» пары, т. е. пары с наименьшим известным расстоянием между звёздами, сравнимым с их собственными размерами — это время по порядку величины равно 10^{17} лет.

Но могла ли Галактика существовать столько времени, если она всё это время управлялась гравитационными силами?

§ 2. Давно уже было известно, что вполне равновесное состояние земной атмосферы, удерживаемой тяготением Земли, невозможно, и что постепенно должно происходить рассеяние (диссипация) атмосферы в окружающее пространство. Объясняется это тем, что в равновесном состоянии имеет место максвелловское распределение частиц

атмосферы по скоростям. А при таком распределении всегда в некотором, хотя и малом количестве имеются частицы со скоростями, превышающими скорость отрыва от Земли (11 км/сек., если не учитывать трения воздуха). При этой скорости кинетическая энергия частицы равна энергии её притяжения Землёй и становится возможным преодоление земного притяжения и удаление частицы от Земли, выражаясь математически, «на бесконечность».

В. А. Амбарцумян [1] впервые обратил внимание на то обстоятельство, что этим же свойством должны обладать и звёздные системы, например рассеянные звёздные скопления. Взаимодействия между звёздами рассеянного скопления при их случайных сближениях через некоторый промежуток времени (время релаксации), измеряемый миллиардами лет, должны привести к установлению равновесного максвелловского распределения звёзд по скоростям. А это приведёт, в свою очередь, к отрыву от скопления некоторой доли звёзд, находящихся в «хвосте» распределения, т. е. обладающих большими энергиями, превышающими энергию отрыва. Тогда снова возникнет отклонение от равновесного распределения, выражающееся в нехватке звёзд в «хвосте» распределения. Ликвидация этого отклонения вследствие обмена энергией при сближениях звёзд приведёт через некоторое время к отрыву новых звёзд, получивших достаточную энергию. Этот процесс в действительности будет идти непрерывно вплоть до полного исчерпания всего скопления. Это исчерпание произойдёт через промежуток времени, называемый «временем диссипации». По оценке Амбарцумяна, оно превосходит время релаксации примерно в сто раз.

Строго говоря, подобный процесс происходит и в системах молекулярных (т. е. сдерживаемых короткодействующими молекулярными силами). Твёрдое тело, находящееся в вакууме, тоже будет испаряться до полного исчерпания. Однако этот процесс происходит столь медленно, что время диссипации в огромное число раз превышает время релаксации (в течение

которого две соседние частицы обменяются заметной долей своей энергии). Поэтому в каждый момент состояние твёрдого тела исчезающе-мало отличается от равновесного, тогда как состояние гравитационной системы, и особенно её наружных частей, существенно неравновесно.

Полученная Амбарцумяном оценка времени диссипации скопления основана на следующих двух упрощающих задаче предположениях:

1. В каждый момент осуществляется равновесное распределение звёзд по скоростям. При этом доля звёзд, обладающих достаточной для отрыва энергией, определяется отношением энергии отрыва к средней кинетической энергии звёзд, или к тому, что по аналогии с молекулярным газом можно назвать «гравитационной температурой» скопления.

2. Можно заменить изменяющуюся с расстоянием от центра энергию отрыва звёзд её средним по всему скоплению значением, которое, как оказывается, в четыре раза превосходит среднюю кинетическую энергию звёзд.

В дальнейшем Чандрасекар [10] пытался уточнить оценку Амбарцумяна. Но его «уточнение» не имеет смысла, если сохранять те же упрощающие предположения. Точная же теория гравитационных систем и их диссипации представляет собой сложную и до сих пор нерешённую задачу.

Исходя из идеи диссипации, можно указать ход эволюции звёздных скоплений [6]. Как говорилось выше, гравитационные силы, в отличие от других известных нам сил природы, очень медленно убывают с увеличением расстояния. Вследствие этого, даже при незначительных сближениях звёзд, когда они пролетают друг мимо друга ещё на довольно больших расстояниях, происходит заметный (хотя и малый) обмен энергией. А так как «далёкие» пролетания происходят гораздо чаще близких (почти невероятно, чтобы звёзды, находящиеся в среднем на огромных расстояниях, подошли друг к другу очень близко), то в подавляющем большинстве случаев звёзды сближаются лишь незначительно и обмениваются ничтожно малыми порциями энергии. Может случиться, что после

многочисленных сближений какой-либо звезды с другими звёздами энергия её, испытав многократно то увеличение, то уменьшение, в конце-концов вплотную подойдёт к энергии отрыва. Ещё одно сближение, сообщаящее ей недостававшую маленькую порцию энергии, и она сможет выйти из скопления, затратив на это почти всю накопленную энергию и, следовательно, сохранив лишь ничтожно малую кинетическую энергию.

Таким образом особый характер гравитационных сил, а именно медленность их убывания с расстоянием, приводит к тому, что диссипирующие из скопления звёзды уносят с собой пренебрежимо малую кинетическую энергию, и, значит, энергия остающегося скопления почти не уменьшается. Молекулярная система резко отличается в этом отношении от гравитационной: испаряющаяся жидкость заметно охлаждается, так как испаряющиеся частицы уносят с собой значительную кинетическую энергию, превышающую среднюю кинетическую энергию частиц жидкости.

Из этих соображений вытекает следующая картина эволюции скопления, разработанная в цитированной статье [6]: диссипирующее скопление сжимается; при этом быстро возрастают его плотность и относительные скорости оставшихся звёзд («гравитационная температура»). Процесс диссипации идёт всё ускоряющимися темпами. Когда в скоплении останется лишь несколько звёзд (как, например, в системе типа Трапеции Ориона, т. е. в системе четырёх звёзд, находящихся на примерно одинаковых расстояниях друг от друга), то распад произойдёт за промежуток времени порядка времени оборота этих звёзд вокруг общего центра инерции.

§ 3. Представления, изложенные в § 2, оказалось возможным распространить и на такие гравитационные системы, в которых обмен энергией происходит не только вследствие гравитационных взаимодействий между сближающимися частицами, но и вследствие их непосредственных столкновений (т. е. молекулярных взаимодействий) [5]. В звёздных системах, даже таких плотных, как шаровые

скопления, столкновения исчезающе редки. Поэтому их влиянием на эволюцию скопления можно пренебречь. Но в пылевых облаках, имеющих в нашей Галактике, столкновения играют существенную роль и радикально изменяют ход эволюции.

При столкновениях частицы передают друг другу значительную долю своей энергии. Поэтому частицы «испаряющиеся», отрывающиеся от системы, уносят с собой значительную кинетическую энергию, примерно равную (или даже большую) средней кинетической энергии остающихся частиц. Следовательно, в этом случае диссипирующая система, подобно молекулярной системе, теряет энергию вместе с удаляющимися из неё частицами. Потеря энергии ещё значительно ускоряется тем обстоятельством, что, в отличие от гравитационных взаимодействий, столкновения частиц неупруги (если эти частицы — не отдельные атомы, а макроскопические пылинки), и заметная доля их энергии превращается при столкновениях в тепло, которое затем излучается наружу.

Оба упомянутые процесса потери энергии приводят к быстрому сжатию системы. Это сжатие проходит следующие две стадии. В первой стадии длина свободного пробега частиц превышает размеры системы; поэтому частицы «испаряются» из всего объёма, как и в отсутствии столкновений. На этой стадии система прозрачна (прозрачна) для встречных частиц. Во второй стадии, когда система уже значительно уплотнилась, длина свободного пробега оказывается меньше размеров системы. На этой стадии частицы почти перестают «испаряться». Теперь уже система, наоборот, начинает «поглощать» все встречные частицы.

Сжатие системы сначала идёт очень медленно. Затем скорость сжатия постепенно возрастает, и, наконец, оно превращается в катастрофический процесс, заканчивающийся соприкосновением частиц. Если масса пылевого облака не превосходит некоторой критической величины, примерно на порядок превышающей массу Земли, то облако превращается в твёрдое небесное тело (если, конечно, оно не нагрее-

вается близлежащей звездой). При большей массе гравитационные силы преодолевают прочность пылинок, и последние «раздавливаются». Происходит дальнейшее сжатие, сопровождающееся значительным разогревом образовавшегося небесного тела, в результате чего в нём начинаются ядерные реакции (если оно содержит водород), т. е. возникает звезда.

Расчёт показывает, что те из пылевых облаков нашей Галактики, в которых силы тяготения способны удерживать вещество внутри облака, почти все находятся в различных стадиях рассмотренного процесса сжатия. Этот процесс в дальнейшем сможет превратить их в небесные тела типа звёзд, планет, астероидов.

В прошлом веке смутные качественные идеи о роли неупругих столкновений в процессе образования планет солнечной системы высказывал Лигондес. Эти идеи не применялись к вопросу об образовании звёзд, не получили количественного оформления и были забыты.

В наши дни ряд обстоятельств сделал проблему образования звёзд актуальной. В. А. Амбарцумян [2] и Н. А. Козырев [8] показали, что звёзды типа Р Лебедя и Вольф—Райе, из которых непрерывно истекают с большой скоростью газовые массы, способны исчерпать всю свою массу высокими темпами — за десятки и сотни тысяч лет, т. е. за ничтожно малый по звёздным масштабам срок. Теория ядерных реакций как источника энергии звёзд привела к выводу, что в самых массивных известных звёздах этих источников энергии может хватить не более, чем на несколько десятков миллионов лет. Наконец, открытые В. А. Амбарцумяном и его сотрудниками звёздные ассоциации [3], т. е. системы из находящихся далеко друг от друга и потому очень слабо связанных горячих гигантских звёзд, должны быть крайне недолговечны и распасться на протяжении миллионов лет. Эти открытия привели В. А. Амбарцумяна к выводу, что образование звёзд происходит в Галактике и в настоящее время.

§ 4. Вернёмся к вопросу о нашей Галактике и её эволюции, поставленному в конце § 1. На основании всего

предшествующего рассмотрения мы можем сказать, что в процессе эволюции гравитационной системы проявляются две одновременно действующие противоположные тенденции: диссипация материи и её концентрация. Можно показать (если воспользоваться приближением В. А. Амбарцумяна), что наша Галактика должна диссипировать почти нацело примерно за 10^{15} лет. Это время в сто раз меньше промежутка времени, указанного в конце § 1, которое необходимо для образования самых тесных кратных звёзд, и тем более значительно меньше времени превращения галактического «звёздного газа» в «звёздную жидкость». Таким образом, наступление полного статистического равновесия гравитационной системы предотвращается процессом, являющимся непременной составной частью самого приближения системы к этому равновесию. Такова диалектика развития.

Эволюция гравитационной системы проходит две стадии: сначала тенденция к диссоциативному равновесию создаёт внутри неё более плотные подсистемы — кратные звёзды и скопления. Последние, сжимаясь, делают систему в целом неоднородной структурой. Эта неоднородность должна была бы возрастать до максимума, чтобы потом уменьшиться и практически исчезнуть, когда произойдёт полная «конденсация» системы. Однако задолго до этого система должна диссипировать. Преобладание диссипации характерно для второй стадии. Поэтому развитие внутренней структуры системы происходит, в основном, лишь на первой стадии её эволюции, пока преобладающим процессом не станет диссипация. В образующихся подсистемах, в свою очередь, развивается внутренняя структура, которая, таким образом, становится «многоярусной».

Возможно, что структурный, «островной» характер системы галактик — заключающийся в том, что отдельные галактики представляют собой звёздные островки, отделённые друг от друга промежутками, значительно превосходящими их размеры — есть одно из проявлений структурообразующей тенденции к диссоциативному равновесию.

Детальная картина строения гравитационной системы на разных стадиях её эволюции до сих пор не изучалась и остаётся неизвестной. Может быть, это связано с тем, что загадочное «покраснение» или «красное смещение спектров» отдалённых галактик, толкуемое как их разбегание друг от друга, приводит к таким малым срокам существования гравитационных систем, что их заметное развитие в указанных направлениях вообще не может иметь места. Однако мы полагаем, что это истолкование красного смещения встречается со столь значительными трудностями (рассмотрение которых выходит за рамки настоящей статьи), что, несмотря на нерешённость проблемы красного смещения, исследование чисто гравитационной эволюции вполне правомерно. Конечно, за колоссальные сроки её протекания могли действовать и другие силы, кроме классических гравитационных сил. Это могли быть силы, обуславливающие красное смещение, или силы, приводящие к образованию звёзд, или молекулярные силы, действующие в пылевых и газовых облаках, если вещество Галактики некогда было диффузным. Наконец, сами гравитационные силы на очень больших расстояниях могут изменять свои свойства, например убывать с расстоянием быстрее, чем обратно пропорционально его квадрату. И такая особенность, незаметная в обычных условиях, может стать существенной за очень большие промежутки времени. В таком случае вышеуказанный ход эволюции будет иметь место лишь как тенденция, осуществление которой обрывается действием других сил, подобно тому, как оно обрывается диссипацией.

Если бы время существования Галактики было близким ко времени её диссипации и если бы в течение всего этого срока её эволюция определялась только гравитационными силами, то, как показывает расчёт, основная её часть успела бы превратиться в довольно плотную систему с расстояниями между звёздами порядка одной астрономической единицы (т. е. порядка расстояния от Солнца до Земли) и меньше. Между тем, хотя около одной четверти всех звёзд в окрестно-

стях Солнца находится в «тесных» звёздных парах с расстоянием между составляющими звёздами, меньшим ста астрономических единиц, но расстояния между этими парами, как и среднее расстояние между звёздами вообще, составляют сотни тысяч астрономических единиц.

Значит, диссоциативное состояние Галактики не есть результат чисто гравитационной эволюции. Иначе говоря, тесные звёздные пары образовались в процессах, в которых участвовали не только гравитационные силы.

§ 5. В. А. Амбарцумян давно уже заметил [4], что часто встречающиеся в Галактике «широкие» звёздные пары, в которых звёзды находятся друг от друга на сравнительно больших расстояниях в сотни и тысячи астрономических единиц, представляют собой очень непрочные и недолговечные образования, легко разрушаемые даже слабыми случайными воздействиями пролетающих мимо звёзд. Время их жизни измеряется сотнями миллионов лет. Тем не менее в Галактике есть довольно большое число широких пар. Когда же и при каких условиях они возникли?

В звёздных скоплениях расстояния между звёздами меньше, чем вне их. Относительные скорости звёзд в скоплениях также в десятки раз меньше. Поэтому время релаксации в скоплениях значительно меньше, чем в окрестностях Солнца. Значит, все процессы, связанные с обменом энергией, происходят в скоплениях гораздо быстрее. В частности, широкие звёздные пары и другие кратные системы (например системы типа Тринеции) должны иметься в них в равновесном количестве.

Теория, основанная на принципах статистической физики, приводит к выводу, что до диссипации скопления в нём успевают образоваться в равновесном количестве не очень тесные пары, в которых энергия взаимного притяжения по абсолютной величине не более чем на порядок превышает среднюю кинетическую энергию звёзд [7]. Для обычных скоплений это соответствует расстоянию между составляющими пары, равному сотням астрономических единиц.

Процесс, в котором образуются эти звёздные пары, таков. При сближениях трёх звёзд (тройных сближениях) две звезды отдают часть своей кинетической энергии третьей, а сами объединяются в пару. Происходит то, что называется гравитационным захватом одной звезды другой. Такой процесс захвата представляет обращение во времени процесса разрушения пары пролетающей мимо третьей звездой. При этом третья звезда тратит часть своей кинетической энергии на преодоление гравитационной связи звёзд пары.

Это соображение было использовано О. Ю. Шмидтом [11] для установления возможности — в которой многие астрономы сомневались — гравитационного захвата посредством замены захвата разрушением пары. В статистическом равновесии прямые и обратные процессы, т. е. гравитационные захваты при тройных сближениях и разрушения пар пролетающей звездой должны быть одинаково часты (это — так называемый «принцип детальности равновесия»). Сказанное даёт возможность свести определение частоты образования пар к более простой и уже решённой задаче — об определении частоты их разрушения. Эта последняя задача качественно была решена В. А. Амбарцумяном [4], и его решение также уточнял Чандрасекар [10]. Но это уточнение имеет немногим больше смысла, чем то, о котором шла речь в § 2. Дело в том, что, как показано Б. Ю. Левиным и автором этих строк [7], звёзды, пролетающие мимо пары, совсем не всегда вызывают её разрушение. Если пара очень тесная, т. е., если расстояние между её составляющими очень мало, то эти составляющие не только не расходятся в результате сближения с третьей звездой, но, наоборот, ещё больше сходятся, т. е. пара становится ещё прочнее. Общая теория этого процесса довольно сложна. Нами рассмотрен лишь простейший случай, когда звёзды, обменивающиеся энергией, имеют одинаковые массы [7]. Однако явление «упрочнения» пар при сближениях должно иметь место и в общем случае, так как оно и представляет собой тот механизм, который осуществляет стремление гравитационных систем к «конденсации».

Пары, образовавшиеся в скоплениях, при диссипации последних частично «испаряются». Возникающая вследствие этого «нехватка» пар вскоре снова восполняется гравитационными захватами. Диссипация скопления идёт, в основном, за счёт звёзд наименьшей массы. Поэтому, если бы скопление состояло из звёзд одинаковой массы, то двойные звёзды, как более массивные, чем одиночные звёзды, практически не «испарялись» бы из него. Но в действительности в скоплениях имеются звёзды разных масс. Звёздные пары, состоящие из карликов, могут оказаться менее массивными, чем одиночные гиганты. При этом из скопления будут испаряться и одиночные звёзды и пары. Наблюдаемое число двойных звёзд в окрестностях Солнца находится в согласии с предсказаниями теории. Но самые тесные спектральные пары требуют для своего образования столь значительных промежутков времени, что механизм их образования должен быть иным.

Результаты этого параграфа имеют важное значение для суждения о возрасте Галактики. Одно время казалось, что данные звёздной динамики свидетельствуют о сравнительной «молодости» Галактики и подтверждают вывод о её образовании всего несколько миллиардов лет тому назад, вытекающий из гипотезы о разбегании галактик. Действительно, в Галактике существуют широкие и, следовательно, недолговечные пары, которые ещё «не успели» разрушиться, существуют сравнительно быстро диссипирующие рассеянные звёздные скопления, которые, тем не менее, ещё далеки от исчерпания, и т. д. На основании того, что выяснено в этом, а также в предыдущем параграфе, можно сказать, что все подобные звёздодинамические аргументы в пользу молодости Галактики, или, как часто говорят, в пользу короткой шкалы времени её эволюции, неверны. Малоустойчивые образования, имеющиеся в Галактике, не только разрушаются в ходе её эволюции, но и образуются вновь. Поэтому факт их наличия не имеет отношения к возрасту Галактики.

§ 6. В заключение, несколько слов о роли диффузной материи, управляе-

мой не только гравитационными, но и молекулярными силами (столкновения, трение), в эволюции Галактики. Соображения § 3 делают вероятным предположение о том, что звёзды образовались в диффузных облаках Галактики. В этих облаках возникали отдельные сгущения, превращавшиеся в звёзды указанным в § 3 путём.

Длительность процесса конденсации зависит от массы и размеров сжимающегося облака. Поэтому разные звёзды возникали не одновременно. Они образовались не изолированно, а в скоплениях. Так как на первых стадиях этого процесса диффузная материя имела в большом количестве и играла существенную роль, то её трение могло ускорять сближение уже образовавшихся звёзд и приводить к образованию более плотных гравитационных систем, как шаровые скопления и тесные двойные звёзды при сравнительной разреженности основной части Галактики. Как показано нами [5], возникавшие таким образом звёзды часто могли образовывать плоские системы типа нашей планетной системы. Может быть, некоторые из линейных цепочек звёзд, обнаруженных В. А. Амбарцумяном в скоплениях, окружённых звёздными ассоциациями, представляют собой в действительности не линейные, а плоские системы.

Наконец, если разные звёзды, составляющие скопление, возникли не одновременно, то на некоторой стадии развития скопления в нём должны были сосуществовать звёзды и пылевые облака. В таком случае в скоплениях могли образовываться не только звёздные, но и звёздно-пылевые пары, порождавшие в дальнейшем планетные системы.

Литература

- [1] В. А. Амбарцумян. К вопросу о динамике открытых звёздных скоплений. Уч. зап. ЛГУ, № 22, вып. 4, 19, 1938. — [2] В. А. Амбарцумян. Теоретическая астрофизика, 1939. — [3] В. А. Амбарцумян. Звёздные ассоциации, Астрон. журн., XXVI, вып. 1, 3, 1949. — [4] В. А. Амбарцумян. К статистике двойных звёзд. Астрон. журн., XIV, вып. 3, 207, 1937. — [5] Л. Э. Гуревич. Об эволюции плотных гравитационных систем и образовании небесных тел. Докл. АН СССР, LXX, № 6, 981, 1950. — [6] Л. Э. Гуревич и Б. Ю. Левин. Эволюция систем гравитирую-

ших тел. Докл. АН СССР, LXX, № 5, 781, 1950. — [7] Л. Э. Гуревич и Б. Ю. Левин. Об образовании двойных звёзд. Докл. АН СССР, LXX, № 3, 385, 1950; Астрон. журн., XXVII, вып. 5, 273, 1950. — [8] Н. А. Козырев. «Radiative equilibrium of the extended atmosphere», Month. Not. Roy. Astr. Soc., 94, 430,

1934. — [9] А. Пуанкаре. Космогонические гипотезы. Сб. «Классические космогонические гипотезы», ГИЗ, 1923, стр. 35. — [10] С. Чандрасекар. Принципы звёздной динамики, М., 1948. — [11] О. Ю. Шмидт. Четыре лекции о теории происхождения Земли. Изд. АН СССР, 1949, стр. 25.

ЛАУРЕАТЫ СТАЛИНСКИХ ПРЕМИЙ ЗА 1949 год



Борис Иванович СТЕПАНОВ.



Михаил Александрович ЕЛЯШЕВИЧ.



Михаил Владимирович ВОЛЬКЕНШТЕИН.

Сталинская премия второй степени присуждена за монографию «Колебания молекул» в двух томах, опубликованную в 1949 году, профессору Ленинградского Государственного университета им. А. А. Жданова М. В. Волькенштейну, профессору Ленинградского института точной механики и оптики М. А. Ельяшевичу и старшему научному сотруднику Государственного Оптического института Б. И. Степанову.

БОЛЬШОЙ ТУНГУССКИЙ МЕТЕОРИТ

I. ИСТОРИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

Проф. И. С. АСТАПОВИЧ

Метеорное вещество попадает к нам из межпланетного пространства в виде частиц, размеры которых изменяются в огромном диапазоне — от «молекулярных групп», способных давать ультрамикроскопические метеоры, до крупных блоков массой в миллион тонн, производящих при падении метеоритные кратеры диаметром свыше километра. Образующие их «макрометеориты» непосредственно смыкаются с «микропланетами», составляющими, в свою очередь, переход к малым планетам (астероидам). Принципиально возможны падения масс свыше миллиона тонн. Может быть, следы таких падений можно видеть на Луне в виде кратеров со светлыми лучами выбросов; отсутствие атмосферы обеспечило их сохранность на протяжении многих миллионов лет, тогда как на Земле, вследствие денудации, они не могли сохраниться.

Исследования, проведённые нами в 1936—1937 гг., показали, что в первом приближении в очень широком диапазоне численность частиц, обладающих заданной массой, находится в обратном отношении к этой массе. Поэтому телескопических метеоров очень много. Если бы мы могли видеть метеоры до 9-й звёздной величины, то наблюдали бы непрерывный «звёздный дождь» телескопических метеоров с частотой 100 метеоров в секунду (!), тогда как обычных метеоров видно 10—15 в час. На протяжении жизни человека можно увидеть ярких болидов только 1—2. Падение тысячетонных метеоритов, каким был, например, Сихотэ-Алиньский 12 февраля 1947 г., происходит на всей Земле, вероятно, один раз за много десятилетий.

Более крупные падения ещё более редки. Одно из них имело место также на территории нашей страны на глазах очевидцев. Ещё по сей час имеются живые свидетели его полёта и падения

и тех грандиозных явлений, которые при этом возникли, — оптических, акустических и механических, сопровождавшихся беспрецедентным в истории науки взрывом, распылившим метеорит массой в десятки тысяч тонн. Помутнение земной атмосферы при этом длилось два месяца. Падение метеорита произошло 30 июня 1908 г. в Тунгусской тайге. К этому времени уже были изобретены и построены микробарографы и сейсмографы, которые дали нам доказательства того, что падения метеоритов могут вызывать возмущения, охватывающие весь земной шар.

Здесь мы даём обзор проведённых исследований и намечаем пути дальнейшего изучения этого уникального явления природы. В первой части рассматривается история его исследования, во второй — полученные результаты.¹

1. Первые сведения о метеорите

Уже через несколько дней после того, как произошло падение метеорита, в ряде сибирских газет появились сообщения об этом. Так, например, томская газета «Сибирская жизнь» напечатала корреспонденцию Адрианова «Пришлец из небесного пространства» [1], иркутская газета «Сибирь» — о том, как летел «громадный метеорит» [20]. Газета «Голос Томска» описывала, как «падение огромного метеора» наблюдалось при полном солнечном свете с поезда близ Канска. Туда редакция даже командировала своего сотрудника [54—56], установившего, что

¹ Настоящая статья была, в основном, написана, когда вышла из печати монография Е. Л. Кринова «Тунгусский метеорит», изд. АН СССР, 1949, в которой даётся подробная сводка фактического материала Комитета по метеоритам АН СССР. В данной статье обработаны, кроме того, неопубликованные материалы, имеющиеся в распоряжении автора. Библиографию см. в конце 2-й части.

место падения находилось «сравнительно где-то далеко», тем более, что «небесное тело огненного вида» было замечено даже в Кежме на Ангаре [56]. Некоторые сведения попали в астрономические журналы [58].

Первые научные сведения об этом явлении собрал А. В. Вознесенский, — директор Иркутской магнитной и метеорологической обсерватории. Изучая область распространения землетрясения 16 июня 1908 г. в районе Южного Байкала (оно зарегистрировано за № 1535), в ответ на разосланные анкеты он получил указания, что 17 (30) июня наблюдалось другое землетрясение (№ 1536), причём слышались громоподобные звуки и некоторыми лицами при этом наблюдался громадный метеор. 55 сообщений касались звуков, 17 — сотрясения земли и 8 — полёта болида. Инструментальными подтверждениями сотрясений служила их запись барографом в Киренске и сейсмографом в Иркутске; кроме того, центр области слышимости звуков совпал с эпицентром землетрясения и с направлением, куда падал болид, приблизительно в 1000 км севернее Иркутска. К сожалению, материалы Вознесенского [18] не были своевременно опубликованы: слишком невероятным казалось это явление!

В 1911 г. в экспедиции Управления водных и шоссейных путей (Томск), начальником которой был В. Я. Шишков, впоследствии известный советский писатель, находился в качестве его помощника П. Н. Липай. Последний сообщает, что, пробиваясь тайгой с р. Лимптэ (левый приток Нижней Тунгуски) на Кежму (Верхняя Тунгуска), в районе Средней (Подкаменной) Тунгуски экспедиция встретила необычайным бурелом, произведённый, по словам эвенков, «змеем, прилетевшим с неба» [2]. Тогда также им это показалось непонятным.

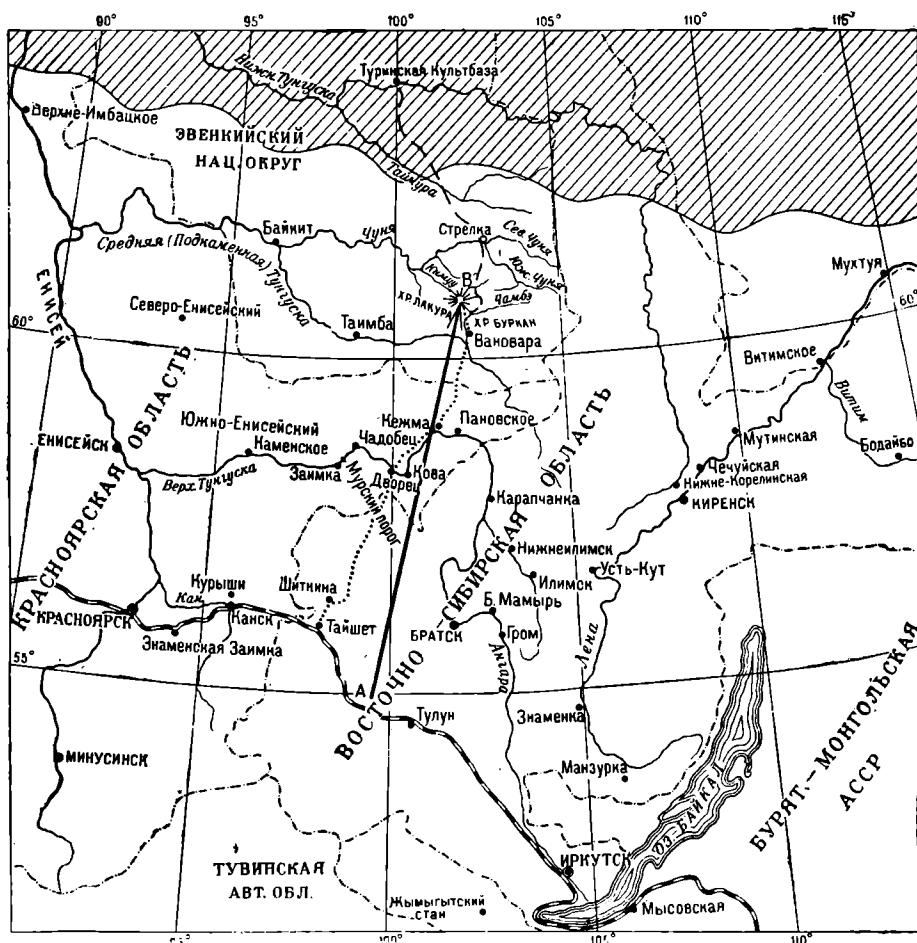
В 1915 г. в Енисейск прибыл из Казани, по заданию Академии Наук для работы в Пито-Ангарском крае, известный минералог П. Л. Драверт. Как в Енисейске, так и в Южно-Енисейской тайге ему пришлось много слышать о шестибалльном землетрясении утром 17 (30) июня 1908 г., сопровождавшемся сильными «подземными

ударами». Им был обследован район между Енисейском и Боровым на площади около 130×100 км² и к концу 1916 г. составлена солидная рукопись «Кадринское землетрясение» (по названию р. Кадры, откуда было больше данных). Во время пожара 1918 г. в Казани этот материал погиб. Дравертом приводились также упоминания эвенков о каких-то грозных явлениях в тайге дальше на восток, «поразивших ужасом их соплеменников и их самих».

В 1920—1922 гг. на Подкаменной Тунгуске жил инженер В. П. Гундобин, собравший сведения о необычайном случае «грозы при безоблачном небе» 30 VI 1908. Местные жители рассказывали о необычайно яркой, несмотря на свет солнца, вспышке на севере, сопровождавшейся грохотом и землетрясением. На Подкаменной Тунгуске эти явления были сильнее, чем на Ангаре (Нижней Тунгуске). Кроме того, эвенки рассказывали, что «с неба что-то пролетело, повалило лес, после чего произошёл пожар», а в одном месте якобы распалась гора. Это место считается проклятым [21].

2. Сбор новых данных (1921—1926)

В марте 1921 г. Академия Наук, по инициативе В. И. Вернадского и А. Е. Ферсмана, организовала первую Метеоритную экспедицию для сбора метеоритов, выпавших за 1914—1920 гг. Советское правительство широко поддержало это начинание. За время работ экспедиции в Европейской части РСФСР и в Западной Сибири с мая 1921 по ноябрь 1922 было собрано 10 разных метеоритов [22]. Кроме того, были получены сведения, что утром 30 VI 1908 «над Енисейской губернией пронёсся, в общем направлении с юга на север, эффектный метеорит, упавший в районе... р. Вановары, правого притока Средней, или Подкаменной Тунгуски (Хатанги)» (фиг. 1). При этом якобы были переломаны и повалены деревья тайги на значительной площади. Л. А. Кулик тогда же обратил внимание на то, что дата 30 VI 1908 также отличалась необычайной оптической аномалией — белой ночью в России и Западной Европе [22].



Фиг. 1. Район наблюдения явлений при полёте и падении Тунгусского метеорита 30 июня 1908 г. Пунктиром изображён маршрут экспедиций. А — точка появления болида на высоте около 100 км, В — точка падения и взрыва, АВ — проекция траектории на земную поверхность. Штриховкой выделен район сплошной облачности в день падения. (По И. С. Астаповичу, 1950).

Экспедиция распространила 2500 анкет, и в 1922—1924 гг. ею были получены ценные данные от очевидцев этого падения [21]. Подтвердилось, что «падение метеорита сопровождалось необыкновенной воздушной пертурбацией» (И. И. Покровский), «в поваленном лесу образовалась в одном месте яма, из которой потёк ручей» (Н. Н. Карташев). Особенно ценными оказались данные геолога С. В. Обручева, полученные во время его работ на Подкаменной Тунгуске в 1924 г. На основании опросных данных он уточнил место падения метеорита (в 3 днях пути от устья р. Чамбэ, правого притока Подкаменной Тунгуски под $60^{\circ}20'$

с. ш., $72^{\circ}00'$ в. д. от Пулкова). Площадь поваленного леса на основании данных, сообщённых эвенками, С. В. Обручев оценил в 680 кв. км [42].

Ознакомившись с работой С. В. Обручева ещё в рукописи, А. В. Вознесенский перестал колебаться и в 1925 г. опубликовал свою замечательную, ставшую классической, статью «Падение метеорита 30 июня 1908 г. в верховьях р. Хатанги» [18]. Здесь он приводит описания очевидцев и, на основании указанных ими направлений, находит центр места падения ($60^{\circ}16'$ с. ш., $103^{\circ}06'$ в. д. от Гринича, или $72^{\circ}46'$ от Пулкова), практически совпадающий с результатом Обручева,

Вознесенский допускал, что летел не один метеорит, а компактный рой их. Он указывал на первый в истории науки случай регистрации сейсмографом толчка, вызванного ударом метеорита о Землю, и обратил внимание на то, что в о з д у ш н ы е волны взрыва, пришедшие в Иркутск через 45 мин. после падения, также были отмечены сейсмографом (!). Ему же принадлежит первое определённое указание на траекторию полёта метеорита, с ЮЮЗ на ССВ при небольшом наклоне к горизонту.

Очень важной затем оказалась работа этнографа И. М. Сулова^[49], который в 1926 г. получил от эвенков более подробные данные об обстоятельствах катастрофы в тайге. В частности были опрошены пострадавшие эвенки, находившиеся в момент падения в зоне бурелома. Сулов использовал съезд (суглан) представителей 60 родов, имевший место на Чунской Стрелке 1—4 VI 1926, и произвёл опрос присутствующих. Была вычерчена карта с указанием границ бурелома, возникшего при падении метеорита, и трёх возможных мест падений на расстоянии в несколько десятков километров одно от другого.

Таким образом к 1927 г. накопился достаточный объективный материал, который требовал экспедиционной проверки на месте. Сбор материала вёл Л. А. Куликом в метеоритном отделе Минералогического музея АН СССР. К сожалению, предпринятая автором этих строк в 1929 г. обработка материала, по независимым от него обстоятельствам, осталась незаконченной, выводы из неё не были учтены, и поэтому дальнейшее направление работ оказалось односторонним и не дало полной картины явления^[27. 28. 30. 31. 36].

3. Первая экспедиция Академии Наук СССР 1927 г.

«Посылка экспедиции возможно окажется делом очень большого научного значения», — писал В. И. Вернадский по докладной записке Л. А. Кулика, в которой последний указывал на необходимость рекогносцировки области падения метеорита 30 VI 1908. В феврале 1927 г. Кулик с помощни-

ком (Гюлих) выбыли из Ленинграда в Тайшет, откуда выехали в середине марта через Дворец и Кежму и к концу месяца достигли Вановары (фиг. 1).

Первая попытка достигнуть на оленьих места падения не увенчалась успехом, ибо эвенк П. В. Охчен — проводник — из-за суеверного страха отказался идти в область сплошного бурелома. Кулику удалось лишь достигнуть хребта, впоследствии названного именем Э. Ф. Хладного (75 км ССЗ от Вановары), и г. Шакрама («Сахарная Голова») (фиг. 2). Здесь уже проходила граница частичного ожога, равномерным слоем покрывавшего стволы деревьев и отличного от следов обыкновенного таёжного пожара^[29. 32]. Снег ещё лежал, и вершины сопок, на которых напором воздушной волны был вывален лес, казались белыми пятнами. Это было видно к западу (по хребту Лакура) и к востоку, а также местами на юго-восток. Впереди же, на севере, виднелись белоснежные оголённые вершины до горизонта. «Впечатление от этого бурелома исключительное, — писал Кулик, — не могу разобрататься в хаосе впечатлений... реально представить себе всей грандиозности этого исключительного падения... Всё повалено и сожжено... жутко становится, когда видишь 10-, 20-вершковых великанов, переломанных пополам, как тростник»^[39]. Деревья были здесь повалены к югу, вершин их обнаружено не было.

Вынужденный вернуться, Кулик в мае проник в область поваленного леса с востока: с дороги на Чунскую Стрелку по р. Чамбэ и далее вверх по р. Хушмо (фиг. 2) до ручья Чургима, вытекающего из «Великого Болота», которое лежит немного севернее. Это болото находится на водоразделе рек Хушмо и Кимчу. Оно представляет собою род плоскогорья, окружённого плоским амфитеатром сопок («Большая Котловина»).

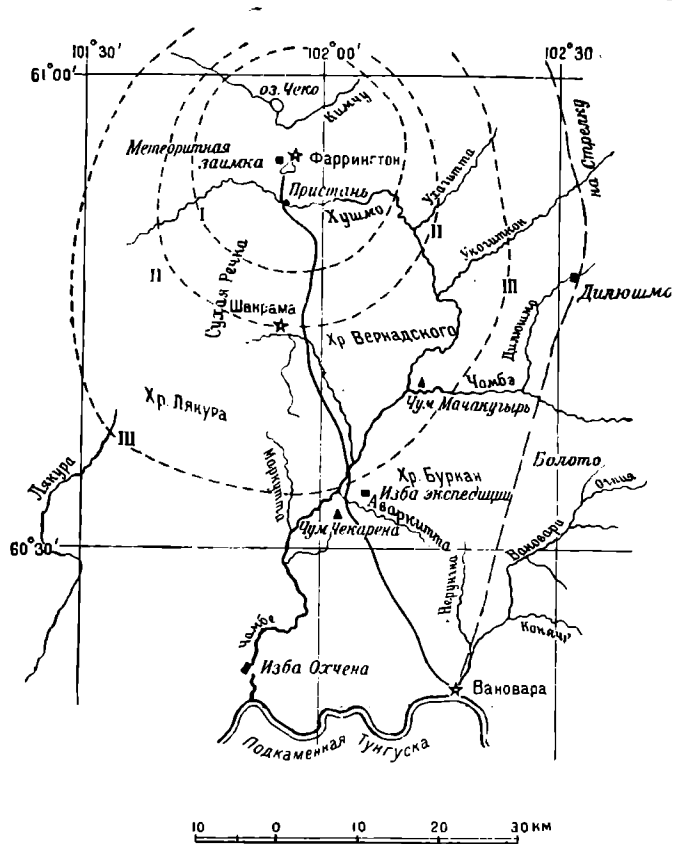
Обходя Котловину, Кулик обнаружил, что вершины бурелома направлены от неё как бы радиально. «Своеобразный веер поваленного леса особенно хорошо виден с вершин хребтов». На торфяном покрове болот внимание Кулика привлекли округлые

образования, обычные для района южной границы вечной мерзлоты, но которые он принял за «воронки», образованные падавшим роем метеоритов [32, 60]. Они надолго затем отвлекли его внимание от основных задач, поэтому до сих пор остались не обследованными границы распространения бурелома, возможные места падений других масс и т. д. Однако главный центр бурелома был обнаружен.

С этим экспедиция в июне возвратилась в Вановару, сплавила на «перевозке» до Енисея и далее паромом до Красноярска, где Кулик впервые поставил вопрос о необходимости производства аэрофотосъёмки места падения. В Академию Наук он писал: «Раз это падение произошло на территории Союза, то мы, перед лицом истории, обязаны его изучить — необходимо запечатлеть все сохранившиеся следы этого явления». Свободных средств Академия Наук в то время не имела, и Правительством были отпущены средства на проведение новой экспедиции.

4. Вторая экспедиция Академии Наук СССР 1928 г.

По мысли Кулика, эта экспедиция должна была фиксировать разрушения, вызванные падением, для чего наиболее подходящей была бы аэрофотосъёмка. Последняя требовала определения астропунктов (ближайший был лишь на фактории Таимба); предполагалось также искать мелкие метеориты в хвостовой части падения. В связи с тем, что около 1 июля Земля пересекает орбиту кометы Понса—Виннеке, давшей летом 1928 г. обильный метеорный поток, Кулик полагал, что Тунгусский метеорит был связан с этой кометой [25, 26, 43]. Однако в момент падения метеорита радиант находился



Фиг. 2. Схематическая карта района падения Тунгусского метеорита. I—граница сплошного ожога, II—II граница бурелома, III—III граница бурелома на возвышенностях. (Ориг. рис., 1950 г.).

на северо-востоке, что не согласовывалось с уже известным (по данным самого же Кулика) полётом «в общем направлении с юга на север», и эту заманчивую гипотезу ему пришлось оставить.

К сожалению, во второй экспедиции отсутствовали специалисты-мерзловеды, геофизики и геоморфологи, был лишь охотовед В. А. Сытин. Они вдвоём выехали в начале апреля 1928 г. и прибыли в Вановару 25 IV. Здесь их нагнал оператор Совкино П. А. Струков. В конце мая на трёх лодках («Болид», «Комета» и «Метеор») экспедиция вышла вверх по р. Чамба (фиг. 2) от её устья и далее по Хушмо до лагеря № 13 у устья Чургимы. В конце июня у подножия горы Стойковича в Большой Котловине была поставлена изба («лагерь № 15»). В июле уехал Струков [48], закончив киносъёмку. Материал кино-

съёмки лёг в основу культурфильма «В тайгу за метеоритом», где хорошо были засняты некоторые участки бурелома.

В конце июля была закончена примитивная топосъёмка на площади около 100 км², были сделаны попытки раскопать две ямы в торфянике, но окончились неудачей из-за просачивания воды. Вследствие заболевания авитаминозом в начале августа уехал Сытин. Оставшиеся Кулик и рабочий пробовали рыть борт одной «воронки». Они нашли заваленные торфом деревья, что, однако, не редкость в этих местах и само по себе не может служить доказательством падения здесь метеорита.

По возвращении Сытина из тайги в центр развернулась широкая кампания по оказанию помощи Кулику, оставшемуся в тайге^[50]. Советская общественность живо реагировала на перипетии этой экспедиции, и Сытину была дана возможность с дополнительными средствами выехать к Кулику. К нему присоединился также И. М. Суслов, именем которого была названа одна из воронок, принимавшихся Куликом за метеоритные. В октябре Кулик производил её магнитометрическую съёмку в 160 точках «морским котелком» (дефлекторный магнитометр) и обычным прибором макросъёмки Тибберг-Талена. Он был уверен, что Тунгусский метеорит — железный, ибо неизвестны крупные каменные метеориты. Но, как и следовало ожидать при низкой чувствительности применявшихся приборов, результаты этой съёмки оказались отрицательными.

В конце октября участники выехали в Москву^[27, 28, 30]. Метеоритное происхождение «воронки» не получило объективного подтверждения. Более ценными оказались хозяйственные работы по подготовке жилой базы будущей экспедиции. Как одно из «резервных» мест падения отмечалось необследованное «Северное болото» (севернее Котловины).

При обсуждении результатов экспедиции 2 января 1929 г. в Минералогическом музее вновь высказывались сомнения о метеоритном происхождении округлых депрессий («надо прежде убедиться, что ничего подобного в этом

районе нет», как резюмировал В. И. Вернадский). Тем не менее вынесенное решение намечало обследование большей площади и бурение депрессий^[39].

5. Третья экспедиция Академии Наук СССР 1929—1930 гг.

Эта экспедиция была технически наиболее оснащённой: имелось два бура, болотные буры-щупы, насосы, инструменты для земляных работ и проч. В состав экспедиции вошли, помимо Кулика, его помощник Е. Л. Кринов, получивший наиболее ценный материал, болотовед Л. В. Шумилова, буровой мастер А. В. Афонский и в качестве рабочих энтузиасты-любители К. Д. Янковский, Б. А. Оптовцев, С. Ф. Темников, Б. Н. Старовский и Л. Гридюха, показавшие себя с наилучшей стороны^[38, 39]. Экспедиция выехала из Ленинграда 24 февраля 1929 г. Из Тайшета на санях через Берёзовое и Кову, минуя Кежму, прибыли 2 апреля в Вановару, откуда на 56 подводах выехала к лагерю № 15 («Метеоритная заимка»).

Было произведено вскрытие «Сусловской воронки» при помощи траншеи, через которую с большим трудом была спущена вода. Длина траншей 38 м, наибольшая глубина 4.0 м. Воронка находилась на торфяном бугре. Были встречены крупные линзы льда, вечномёрзлый ил, складчатость в верхних слоях горфа, куски раздавленных древесных стволов, прослойки веток кустарника, кедровая шишка с незрелыми зёрнами возраста примерно конца июня. Когда, наконец, в самом центре воронки вместо метеорита был найден пень с корнями в естественном положении, то это послужило окончательным доказательством ошибочности взгляда Кулика, что эти депрессии произошли в результате удара сверху.

Также не дало результатов раскапывание паразитной «воронки» на борту Суловской. Л. В. Шумилова, сравнивая эти депрессии с такими же близ Вановары, нашла отсутствие объективных признаков их метеоритного происхождения при наличии различных нарушений нормального болотообразо-

вания, растительных сообществ и появления мха. Эти нарушения возникли не из-за падения метеорита, но лишь в связи с падением. Сообщения^[30] о находке при промывке «мелкораздробленного остроугольного материала», следов никеля в стволах деревьев и оплавленной породы (силика-глас) впоследствии не подтвердились.

Бурение велось вручную в тяжёлых условиях. На глубине 25 м был встречен водоносный горизонт и вода под давлением поднялась вверх на 20 м. Стало ясно, почему в описаниях эвенков указывался «бой воды» из земли на месте падения метеорита. Эту скважину № 1 в водоносном горизонте прошли ещё на 6 метров; заложена она была на северном борту Сусловской «воронки». Скважину № 2 заложили в центре «воронки», но внешние воды затопили её после проходки 20 м в вечной мерзлоте. Была ещё сделана бесплодная попытка пробурить южный борт, но сломались буры.

Е. Л. Кринов^[39] лишь во время хозяйственных поездок на Вановару по рекам и по сухопутью имел возможность произвести оказавшиеся очень важными наблюдения над ожогом, буреломом, их распространением, характером механического действия взрывной волны и т. п. В западной части Котловины на торфяниках он нашёл крупные обожжённые корневища, неизвестно откуда выброшенные. Самой ценной была находка на небольшом Кабаёвом островке в северной части Котловины полуобгоревших остатков лабаза эвенка Василия Ильича Онкоуля («Ильющонка»). Лабаз был построен за 2—3 года до катастрофы эвенком Лючетканом, который признал их в марте 1930 г., когда Кулик привёл его на это место из Вановары^[39].

14 июля 1929 г. на Метеоритную заимку прибыл инженер-геодезист С. Я. Белых^[14] с техником С. Г. Карандашевым и рабочим К. П. Алмазовым. Он имел задание от Главного геодезического комитета определить астро-радиопункты для будущей аэрофотосъёмки. Первый пункт был выбран на горе Фаррингтон — самой высокой в районе. Пункт был закреплён базальтовым монолитом около тонны весом,

поднятым на вершину катками и воротом; на нём надпись: «Астро-радиопункт ГК 1929». Два дня сюда прорубалась дорога, и к 21 июля астроопределения были закончены. К концу июля был определён второй пункт «Шакрама» и затем в августе третий — на Вановаре^[14]. Ошибка имевшихся схематических карт этой местности местами доходила до полуградуса широты.

В марте 1930 г. Кринов выехал в Ленинград. На совещании с участием В. И. Вернадского, А. Е. Ферсмана и В. Л. Комарова было решено работы продолжать по линии аэрофотосъёмки. В связи с этим полярный лётчик Чухновский в июле 1930 г. прибыл в Кежму, куда был вызван Кулик. 18 июля состоялся пробный полёт «на метеорит», но из-за пасмурной погоды съёмка не состоялась; Кулик вернулся в лагерь № 15 и в октябре выехал в Ленинград. В это время он уже вынужден был допустить высказанную впервые автором в 1929 г. идею взрыва при ударе метеорита о почву. Отходя от метеоритной гипотезы депрессий^[27, 28], он полагал наиболее вероятным местом падения юго-западную часть «Великого болота» и считал нужным провести нивелировку его дна. Территория здесь сложена сибирскими траппами, покрытыми в долинах дилuviем.

6. Исследования 1930—1936 гг.

Советские исследования Тунгусского метеорита привлекли внимание зарубежных учёных. Кейв^[6] в Англии обратил внимание на то, что ещё в 1908 г. Нэпир Шоу нашёл на микробарограммах пяти английских станций 30 VI 1908 странные осцилляции. Коллания шли по направлению из Сибири по кратчайшему расстоянию и оказались инфразвуковыми волнами, момент возникновения которых соответствовал моменту падения метеорита. В 1930 г. Уиппл определил^[59], что главная волна взрыва шла со скоростью 318 м/сек. (при извержении Кракатау в 1883 г. — 314 м/сек.). Он же оценил энергию воздушных волн, проинтегрировав барограмму, а также указал на то, что сейсмический толчок был, помимо Иркутска, зарегистриро-

ван в Ташкенте, Тбилиси и в Иене. В том же году Зюринг сообщил о записи волны в Берлине, Шнеекоппе и Потсдаме; в последнем пункте была обнаружена ещё одна волна, обошедшая Землю кругом. Аналогичные записи были обнаружены Уитчелом в Гриниче, Петерсеном в Копенгагене, Скребом в Загребе, Виссером в Батавии и Греггом в Вашингтоне [59].

В августе 1932 г. С. Овчинников (Иркутский геофизический институт), имея целью организацию новой метеостанции, произвёл маршрутную съёмку от Вановары до Метеоритной заимки, а также собрал ценные сведения о полёте и падении метеорита. Эти сведения он и сообщил автору в 1932 г. Автор во время геофизических исследований 1930—1932 гг. по Ангаре и Лене собрал новые обширные материалы [5]; в Иркутске с помощью сейсмолога А. А. Трескова ему удалось найти [4] взрывную волну на всех барограммах метеостанций Центральной Сибири вплоть до Верхоянска (за 1700 км) и измерить её, а затем обнаружить её в Слуцке и Ленинграде. Московская обсерватория её не отметила. На основании этих записей, а также исследуя оригинал иркутской сейсмограммы, автор определил момент взрыва. Несколькими методами [4, 5] ему удалось

оценить порядок энергии взрыва и восстановить физическую картину явлений при полёте, а также траекторию, радиант и орбиту. На основании данных Овчинникова и других, автор в 1933 г. составил схематическую карту района падения (от Вановары до Метеоритной заимки [4, 5]), которая положена в основу фиг. 2.

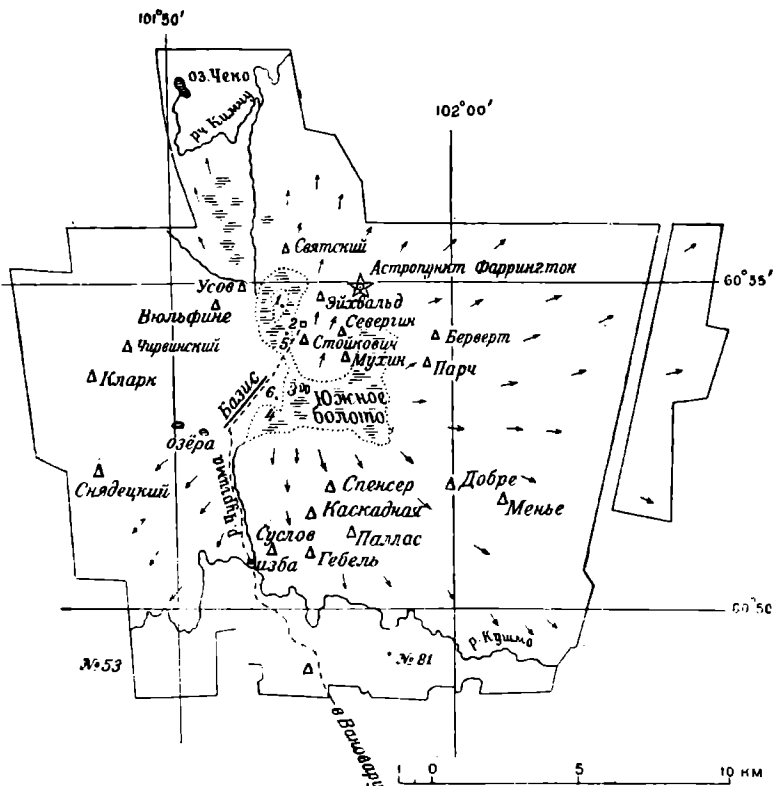
Исследование воздушных и сейсмических волн в 1934 г. было проделано Уипплем [59]. Тогда же А. А. Тресков (Иркутск) независимо обнаружил связь Тунгусской сейсмы с записями сейсмографов Ташкента и Тбилиси, хотя для последнего пункта она кажется ему сомнительной [51].

7. Аэрофотосъёмка 1937—1938 гг.

В марте 1937 г. Президиум Академии Наук СССР обратился в Главное управление Северного морского пути с просьбой произвести аэрофотосъёмку места падения метеорита. Благодаря содействию О. Ю. Шмидта был выделен гидросамолёт Н-169 с большим радиусом действия. В Кежму в мае выехал Кулик. Начальником воздушной экспедиции был С. В. Петров. При посадке на Подкаменной Тунгуске произошла авария, но экипаж не пострадал. Это было 12 июля, после первого



Фиг. 3. Сплошной бурелом тайги на склоне возвышенности, вызванный взрывом Тунгусского метеорита при ударе о землю 30 июня 1908 г. в 8 км к востоку от места падения. Деревья (побелевшие стволы с корневым утолщением) повалены на ВЮВ, видна молодая поросль. (Снимок с воздуха). ↗



Фиг. 4. Район падения метеорита: 1 — остатки лабаза Онкоуля на Кабаёвом острове, 2 — база экспедиций («Метеоритная заимка»), 3 и 4 — вероятные места падений главных масс, 5 — Сусловская «воронка», 6 — Криновская воронка. Треугольники — вершины гор, названные Куликом именами метеоритологов; стрелки — направление бурелома по аэроснимкам; контур — границы аэрофотосъёмки 1939 г.; базис — триангуляции V класса.

рекогносцировочного полёта, во время которого была отмечена необычная окраска тайги и форма болот в районе бурелома, привлекшие внимание всех летевших. После этого на другом самолёте было произведено несколько полётов для выбора места опорных точек съёмки. Топограф И. Е. Бурченков разбил сеть триангуляции 5-го класса, измерил базис, проложил ходы и замаркировал пункты. На базе в Метеоритной заимке тогда жил Кулик, ожидая к осени аэрофотосъёмки, но плохая погода не позволила её произвести.

В 1938 г. работа была продолжена [44, 57] на самолёте Н-26. С начала июня Кулик уже ожидал гидросамолёт в Кежме. Первый полёт был 27 июня. В течение июня совершено свыше десятка полётов; велась впервые в

таёжных условиях крупномасштабная съёмка, какая применяется лишь при съёмке городов (фиг. 3). За один заход с высоты 600 м снималась полоса шириной 300 м в масштабе 1:4700. Всего было получено 1500 негативов хорошего качества, хотя в самой съёмке обнаружались разрывы физические и фотограмметрические, так что использовать удалось не весь заснятый материал. Покрытая площадь составляет 250 км², охватывая район падения с Котловиной в центре. Интересные области на запад и север от неё охвачены не были. Наиболее далёкие участки были захвачены на расстояние до 10—15 км от Котловины. Осенью из-за непогоды работу продолжить не удалось. Была смонтирована полевая мозаичная фотосхема [30], площадью в

10 м², привезённая к концу года в Комитет по метеоритам (Москва). К 1940 г. был закончен монтаж трансформированных снимков и изготовлено 28 уточнённых фотосхем масштаба 1 : 5000 [8, 9].

Таким образом было документировано место падения; оно подтвердило радиальность бурелома с центром в юго-западной части Великого Болота (фиг. 4).

8. Экспедиция 1939 г.

В результате аэросъёмки 1938 г. выяснилось, что имевшаяся триангуляционная сеть недостаточна для принятого масштаба и требует сгущения; кроме того, представлялось существенным обследовать рельеф дна Южного болота. Новая экспедиция под руко-

водством Кулика в июне 1939 г. выехала «на метеорит», куда и прибыла 6 августа; геодезический отряд проложил 42 км тахеометрических ходов и провёл наземную съёмку участков, пропущенную при аэросъёмке. Геологический отряд вёл работу торфяным буром Гиллера на глубинах 5—6 м и, по мнению Кулика, «были установлены депрессии до 2½—3 м на расстоянии 5—10 м... с отличным от остального дна характером... донных отложений» и возможностью выхода здесь подмерзлотных вод. Но из-за отсутствия здесь специалистов эти выводы не кажутся убедительными [39].

На этом полевые исследования района падения Тунгусского метеорита приостановились в силу начавшихся событий Великой Отечественной войны 1941—1945 гг.

(Окончание следует).

ЛАУРЕАТЫ СТАЛИНСКИХ ПРЕМИЙ ЗА 1949 год



Михаил Михайлович ГЕРАСИМОВ,
старший научный сотрудник Института истории
материальной культуры Академии Наук СССР.

Сталинская премия третьей степени присуждена за научный труд «Основы восстановления лица по черепу», опубликованный в 1949 году, и за создание реконструкций физического облика предков человека и исторических лиц.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТИПОВ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ ЧЕЛОВЕКА В СВЕТЕ УЧЕНИЯ АКАД. И. П. ПАВЛОВА

С. Г. ФАЙНБЕРГ

Вопрос о классификации человеческих темпераментов и возможность определения темперамента того или иного субъекта уже со времён глубокой древности интересовали человечество. Правильное решение этой проблемы имеет и большой теоретический интерес и, главное, огромное практическое значение для медицины, педагогики, выбора профессии, организации труда и т. п. Было предложено огромное количество разнообразных классификаций. Некоторые из них, как, например, гиппократовская, делящая людей на меланхоликов, холериков, сангвиников и флегматиков, схватывали и эмпирически обобщали огромный вековой опыт наблюдения, другие были чисто умозрительными, спекулятивными, далёкими от реальной действительности.

Однако только в последние десятилетия достижения школы акад. И. П. Павлова, поставившие науку о поведении на рельсы точного физиологического знания, позволили объективными методами — методами изучения условно-рефлекторной деятельности — установить различные типы высшей нервной деятельности (темпераменты) у животных (главным образом собак) и показать значение этих типов для понимания особенностей поведения как в норме, так и в патологии.

Уже в последние годы своей жизни сам И. П. Павлов стал чрезвычайно вдумчиво и осторожно, всесторонне учитывая качественное отличие человека от животного, пользоваться открытыми им законами высшей нервной деятельности животных для разъяснения особенностей психики здорового и больного человека. С тех пор с каждым годом ширится внедрение основ павловского учения в человеческую клинику. Это учение стало краеугольным камнем невропатологии, пси-

хиатрии и других медицинских дисциплин.

Естественно, что исключительно важное значение имеет разработка метода определения типов высшей нервной деятельности у человека.

Без знания типа высшей нервной деятельности субъекта невозможно правильное воспитание ребёнка, предупреждение тех или иных нервных срывов, выбор профессии и, главное, лечение нервнобольного, ибо не только понимание причины болезни, но и выбор лекарств и их дозировки зависит от типа нервной системы обратившегося за врачебной помощью. Так, например, широко применяемый для лечения нервных болезней бром действует в «средних дозах» при сильном типе и оказывается совершенно бездейственным при слабом типе, при котором прекрасные лечебные результаты получаются лишь от применения очень малых доз того же брома, и т. п.

Говоря об особенностях высшей нервной деятельности, т. е. психического мира человека, Иван Петрович Павлов указывал, что в отличие от животных, строящих всю свою условно-рефлекторную деятельность лишь на так называемой 1-й сигнальной системе — на зрительном, слуховом, вкусовом, болевом и прочих непосредственных ощущениях, человек имеет и 2-ю сигнальную систему, т. е. обладает возможностью строить условнорефлекторную деятельность на «сигнале сигналов» — на абстрактных символах, в первую очередь — словесных понятиях.

Возьмём для пояснения простейшие примеры условнорефлекторной деятельности животного и человека в повседневной жизни.

До слуха сидящей в комнате кошки доносится из кухни звон бидонов молочницы, принесшей молоко. Так как

ежедневно после этих звуков кошке наливается молоко и у неё уже закрепились связь между условным раздражителем — звоном бидонов — и удовлетворением пищевого инстинкта, у кошки «просыпается аппетит» (начинается слюноотделение и т. п.), и она бежит в кухню к своей чашке. Это — пример условного рефлекса через 1-ю сигнальную систему (на звон бидонов).

Аналогично может строиться условный рефлекс и у человека. Предположим, вы сидите в гостях и, увлечённые беседой, совсем не думаете о еде, как вдруг до вашего слуха доносится из соседней комнаты звон посуды от накрываемого к ужину стола. По предыдущему жизненному опыту вам известно, что за этим обычно следует сам ужин, и у вас «просыпается аппетит».

Возьмём теперь другой случай. Вы также сидите в гостях и не думаете о еде; вы не слышите никакого звона посуды, но хозяин дома вдруг говорит, что через несколько минут будет просить гостей к столу; — и у вас «появляется аппетит». В данном случае условный рефлекс строится на основе 2-й сигнальной системы — слова, ибо дело заключается не в самом сочетании звуков голоса хозяина, так как он мог выразить свою мысль любыми словами на любом понятном вам языке, важно лишь то, что до вас дошёл словесный символ — «еда», «ужин» и т. п.

У животных имеется только 1-я сигнальная система; 2-й сигнальной системы у животных нет, на абстрактные словесные символы они реагировать не могут.

Не противоречат этому положению и те случаи, когда животное, например собака, «слушается слов»: ложится на слово «куш», подходит на слово «сюда» и т. п.

В этих случаях у собаки выработаны условные рефлексы не на слова в понятии символа, а лишь на сочетание звуков, т. е. имеет место опять-таки 1-я сигнальная система. Если вместо слова «куш» вы скажете собаке фразу того же смысла, но другого звукового сочетания, например «хватит стоять на ногах», или «пора принять горизонтальное положение», — собака «не поймёт» и не выполнит задания.

У каждого человека существует и 1-я и 2-я сигнальные системы, но у одних преобладает одна, у других — другая, у третьих они развиты приблизительно одинаково.

Лица с преобладанием 1-й сигнальной системы И. П. Павлов называл «типом художника», понимая под этим не наличие каких-либо художественных способностей, а то, что эти лица воспринимают мир в ощущениях, красках, звуках, мыслят образами; аналогично лица с преобладанием 2-й сигнальной системы были названы «типом мыслителя», причём под этим понималась не эрудиция или ум, а то, что лица этого типа мыслят словами, абстрактными понятиями.

Человек преимущественно 1-й сигнальной системы, думая, например, о лошади, представляет себе животное определённой формы, чёрного, серого или иного цвета, издающее соответствующие звуки и т. п., а человек 2-й сигнальной системы думает о лошади, как о травоядном непарнокопытном млекопитающем, используемом для перевозок. И первый может знать, что лошадь — непарнокопытное, но, думая о ней, он рисует себе её зрительный образ; и второй знает, что она может быть чёрного цвета, но думает о ней преимущественно в абстрактном плане. Для человека 1-й сигнальной системы собака издаёт звук «гав-гав», а для человека 2-й сигнальной системы собака «лает».

Человек 1-й сигнальной системы выбирает себе конфету или пирожное по его виду — ему нужно увидеть, чтобы понять, что ему сегодня хочется, а человек 2-й сигнальной системы заказывает по названию — он знает, что сегодня ему хочется «шоколад» или «трубочку с кремом».

Если вы спросите человека 1-й сигнальной системы, какие учебные предметы ему больше нравились в школе, то обычно услышите в ответ, что литература или история, т. е. то, что действовало на воображение, человека же 2-й сигнальной системы больше привлекала математика или логика.

Выясняя склонность человека к тем или иным областям знания, надо уточнить и то, что именно привлекало обследуемого в изучаемом предмете

или проводимой работе. Например при склонности к географии одних привлекает в ней описание природы, обычаев и т. п., — это лица с преобладанием 1-й сигнальной системы; других — карты, масштабы, цифровые данные, — это лица с преобладанием 2-й сигнальной системы.

Есть профессии с преимущественным использованием 1-й сигнальной системы (например художественная, музыкальная или литературная деятельность) или 2-й (например область математики или философии), но есть и такие, где можно работать и той и другой системой. Например врач при постановке диагноза может и должен пользоваться обеими системами, но в зависимости от особенностей своей психики он будет больше применять ту или иную; так, один дерматолог при определении характера сыпи преимущественно использует свой предварительный зрительный опыт, другой при решении той же задачи преимущественно исходит из анализа составных элементов сыпи (пятен, пузырьков и т. п.).

Для выявления преобладания у человека той или иной системы можно в каждом конкретном случае пользоваться различными, даже случайными, реакциями на окружающее человека в повседневной жизни. Например реклама, изображающая девушку с милым лицом, с удовольствием пьющую определённый сорт бульона из изящной чашки, привлечёт внимание лиц 1-й сигнальной системы и оставит равнодушными лиц 2-й сигнальной системы, так как последние даже не обратят внимания на то, красива ли девушка, какое выражение лица у неё и изящна ли чашка. Но на последних может подействовать плакат: «Бульонов разных есть миллион, но лучший в кубиках бульон»; здесь их внимание привлекут слова «миллион» и «лучший».

Таких примеров можно было бы приводить сколько угодно. Мы взяли на выдержку лишь некоторые из «приёмов», которыми мы пользуемся ежедневно в практической лечебной работе для определения соотношения 1-й и 2-й сигнальной систем у обращающихся к нам лиц.

Необходимо подчеркнуть, что тип высшей нервной деятельности вообще и соотношение сигнальных систем в частности не являются чем-то раз навсегда установившимся от рождения. Условия жизни и воспитания, тренирующие ту или другую систему, могут изменять и их соотношение. Так, например, если человек по условиям своей жизни ведёт жизнь охотника-следопыта, то у него, естественно, тренируется и постепенно начинает преобладать 1-я сигнальная система, а если он занимается с детства математикой, то, наоборот, постепенно берёт перевес 2-я система.

Соответствующим воспитанием можно целеустремлённо тренировать ту или иную систему. Например, твёрдо проводя с ребёнком линию на то, что каждое сказанное ему слово (обещание, предостережение и т. п.) выполняется, мы можем укрепить 2-ю сигнальную систему, если она слаба, и, наоборот, мы срываем её, если не выполняем данных ребёнку словесных обещаний или пугаем его не исполняющимися угрозами («собака съест», «милиционер заберёт» и т. п.).

Независимо от превалирования 1-й или 2-й сигнальной систем, И. П. Павлов различает тип нервной системы по силе, уравновешенности и подвижности процессов возбуждения и торможения.

Сила нервной системы проявляется в работоспособности, умении и любви преодолевать жизненные трудности и препятствия, инициативе, настойчивости, смелости. Люди сильного типа охотно выполняют работы, требующие большого напряжения их сил, получают удовольствие от преодоления препятствий и опасностей; слабые, наоборот, пытаются избежать активного напряжения, уйти от опасности, а если это оказывается невозможным, то легко дают невротический срыв.

При опросе человека о поведении его в трудные и опасные моменты жизни лучше выяснять не то, как вёл себя данный субъект в момент каких-то сверхординарных катастроф, например пожара, землетрясения и т. п. Во-первых, такие события имеют место в жизни не каждого человека, во-вторых, оценка поведения, особенно по личным воспоминаниям, часто не соответствует

действительности и, в-третьих, в такие моменты сверхсильных раздражителей иногда слабые типы впадают в так называемую «парадоксальную фазу», во время которой слабые раздражители дают резкие реакции, а сильные раздражители (как уже запредельные) не вызывают сильной реакции. Это может спутать исследователя и заставить принять поведение слабого субъекта в парадоксальной фазе за поведение очень сильного типа, не теряющегося и не реагирующего на опасность.

Лучше проводить анализ поведения людей в «опасностях» и трудностях их повседневной социальной и трудовой, специфически человеческой деятельности.

Следует иметь в виду, что установление силы нервной системы (как на это указывает и проф. А. Г. Иванов-Смоленский) является у человека самой трудной задачей, и поэтому оценка данных в этом отношении требует особой осторожности и может зависеть от ряда дополнительных и привходящих моментов. Однако при прочих равных условиях бывает, например, интересно выяснить поведение человека во время сдачи экзаменов, публичного выступления, ответственного разговора с высоким авторитетным начальством и т. п. При этом, опрашивая учащихся об их отношении к экзаменам, нас должна интересовать в первую очередь не оценка, полученная на экзамене, которая зависит от способностей, предыдущей подготовки и т. п., а любит ли данное лицо сам процесс сдачи экзаменов. Сильный тип получает удовольствие от процесса сдачи экзаменов — несколько волнующей и опасной «борьбы» с экзаминатором, в то время как для слабого типа сам процесс сдачи экзамена, даже при очень хорошем конечном результате, мучителен. Лица сильного типа, выступая с докладами, заинтересованы в том, чтобы выслушать возможно больше возражений, провести наиболее острую дискуссию, а слабые — чтобы их сообщение прошло возможно спокойнее и незаметнее. В научной работе люди сильного типа берутся за спорные, трудные, рискованные проблемы, а слабые предпочитают выполнять работы обзорного, реферативного характера, не вызывающие

резких возражений и не требующие умственного и нравственного напряжения сил для отстаивания своих мнений и взглядов.

Всякая активная борьба для слабого типа мучительна, и поэтому слабые люди предпочитают уступить, подчиниться чужому мнению, лишь бы не противодействовать; отсюда происходит и их повышенная внушаемость.

Степень силы нервной системы может меняться в зависимости от условий жизни и воспитания.

Приучая ребёнка с детства постепенно разрешать и преодолевать всё более крупные трудности, не бояться опасностей, заниматься видами спорта, развивающими смелость, выносливость, мы тем самым тренируем на умственных, нравственных и физических заданиях силу нервной системы.

Огромное значение имеет и пример окружающих смелых и сильных людей, рассказы о героизме советских людей и детей.

Наоборот, некоторые внешние неблагоприятные условия, как, например, голодание, инфекции, интоксикации, психотравмы и т. п. могут временно или навсегда ослабить тип нервной системы.

На фоне слабого типа высшей нервной деятельности как в эксперименте на животных, так и в жизни на людях, трудно провести дальнейший анализ в отношении уравновешенности и подвижности, так как слабый по возбуждению процесс не требует значительного напряжения тормозов для своего уравновешения или способности переключаться. Сильный же тип мы можем разделить на уравновешенный, у которого сильному процессу возбуждения в коре противостоит столь же сильное уравновешивающее и ограничивающее его торможение, и неуравновешенный, когда сильное возбуждение не ограничивается и не обуздывается достаточно сильным торможением.

Уравновешенные люди умеют обуздать свои эмоции, сдержаться, если нужно — отложить выполнение своих влечений и желаний. Неуравновешенные люди страдают вспыльчивостью, раздражительностью, приступами безудержного гнева. Они не умеют ждать, у них не хватает терпения, выдержки.

Часто такие люди плохо засыпают и легко просыпаются, т. е. процессы возбуждения преобладают у них над процессами торможения (сон является видом торможения коры).

Нередко человек жалуется на то, что он «нервный». В таких случаях всегда нужно уточнить, в чём проявляется его «нервность». Один «нервный», когда происходит какое-либо событие, волнующее или обижающее его (например незаслуженные упреки), уходит к себе, зарывается в подушку и долго плачет, — это нервность по слабому типу. Другой — при аналогичных обстоятельствах — вспылит, покритичит, иногда ударит, — это тоже невротическая асоциальная реакция, но уже по типу сильному и неуравновешенному.

Выясняя из опроса исследуемого его выдержанность или, наоборот, вспыльчивость, необходимо опросить о его поведении и на работе и в быту. Более ценными являются показания о поведении в домашней обстановке, где несдержанность больного меньше ограничивается внешними препятствиями. Выясняя поведение на работе, интереснее знать отношение к подчинённым, чем к начальству, в быту — к лицам, зависимым от исследуемого (например к детям), чем к лицам, от которых зависит сам исследуемый, так как в этом случае иногда и неуравновешенный человек ведёт себя относительно сдержанно.

Уравновешенность, т. е. сила тормозного процесса коры, может, так же как и сила возбуждения, поддаваться воспитанию и тренировке.

Привыкая обуздывать свои импульсы, согласовывать свои желания с интересами окружающего коллектива и реальными возможностями, мы создаём сдвиг в сторону уравновешенности, наоборот, «распуская» себя — в сторону неуравновешенного типа. Хорошим практическим приёмом является старинный способ считать до десяти, прежде чем поддаться гневной вспышке. Такой счёт вызывает второй очаг возбуждения в другом участке коры, который возникающим вокруг него индукционным торможением ограничивает (т. е. препятствует слишком широкому его распространению) воз-

буждение из первого очага, вызванного раздражавшим нас явлением.

Под влиянием различных заболеваний, психических потрясений или слишком тяжёлых жизненных условий, заставляющих непомерно напрягать тормозные процессы, человек (как и собака в экспериментах, проводимых М. К. Петровой и другими сотрудниками И. П. Павлова) может «сорваться» и стать на то или иное время неуравновешенным типом.

Применяя соответствующее лечение как психотерапевтическое, так и строго индивидуально дозированное медикаментозное, можно ликвидировать срыв и вернуть человеку его уравновешенность. Однако основным дряв человека, как в возникновении срывов, так и в их устранении, являются условия окружающей его социальной среды.

На фоне неуравновешенности, т. е. безудержного возбуждения как у животных, так и у человека, трудно анализировать степень подвижности корковых функций, степень способности переделывать условные рефлексы в зависимости от изменившихся условий.

Сильный уравновешенный тип мы можем по степени подвижности разделить на подвижный и инертный. Подвижный тип легко приспосабливается к быстро меняющимся условиям внешней среды и перестраивает соответственно свои условные рефлексы, т. е. жизненные навыки и привычки. Лица подвижного типа легко приспосабливаются к новым непривычным жизненным условиям, часто даже испытывают потребность в перемене обстановки. У лиц инертного типа раз создавшиеся и закрепившиеся условно-рефлекторные связи оказываются исключительно прочными и с большим трудом поддаются переделке. Такие лица крайне трудно меняют свои привычки, с большим трудом приспособляются к новой жизненной обстановке, неохотно идут на переезд в другой город или на другую квартиру, на перестановку мебели в комнате, нарушение привычного распорядка дня и т. п.

Как указывал ещё И. П. Павлов, для определения типа нервной системы человека нельзя пользоваться методом тестов, а необходимо анализировать всё поведение человека, в первую оче-

редь как существа социального, в процессе его взаимоотношения с коллективом. Поэтому, выясняя тип, мы и старались, как было видно из всего вышеизложенного, взять человека в целом, как социальную личность, в процессе не специально лабораторного или клинического эксперимента, а во всех его особенностях, в повседневном производственном и бытовом его окружении.

Однако как дополнительный, но отнюдь не ведущий, метод могут быть использованы для определения типа и некоторые психологические эксперименты.

Например для уточнения нашего впечатления о степени подвижности мы прибегаем к следующему приёму: испытуемому зачитываются (не указывая предварительно для какой цели) подряд десять слов, из которых пять (в том числе два первых) однородны по своему содержанию (например названия домашних животных), а другие пять слов совершенно разные, и спрашиваем после этого, каких названий, по мнению испытуемого, было больше: домашних животных или остальных всех вместе взятых? Лица подвижного типа, как правило, отвечают, что больше было разнообразных слов, так как однообразные названия домашних животных им надоедают и вызывают торможение, мешающее закрепить их в памяти; лица инертного типа отвечают, что больше было домашних животных, так как их восприятие, настроившееся уже на определённые понятия и создавшее здесь своего рода доминанту, слабо воспринимает и фиксирует в памяти другие, непохожие по своему значению слова.

В рамках данной статьи невозможно, конечно, привести все те признаки, которыми можно пользоваться для определения типа высшей нервной деятельности человека; да такие пробы и методы и не могут быть исчерпывающе описаны, ибо лишь живой контакт с каждым человеком, опрос и наблюдение за ним в его повседневной активной деятельности могут раскрыть нам его тип во всей его сложности и многообразии, в сочетании врождённых, воспитанных и создаваемых условиями среды особенностей. Однако уже из изложенного должно быть ясным,

как можно подойти в каждом отдельном случае к разрешению этого чрезвычайно интересного и практически важного вопроса.

Пользуясь гениальной схемой И. П. Павлова, путём беседы и наблюдения за больным, удаётся установить тип его высшей нервной деятельности, т. е. соотношение 1-й и 2-й сигнальных систем, степень силы, уравновешенности и подвижности его корковых функций, что имеет огромное значение для понимания причин заболевания и выработки разумных способов его лечения.

Схематически типы высшей нервной деятельности сводятся к следующему. По сигнальным системам они делятся на лиц с преобладанием 1-й над 2-й; лиц, у которых 1-я приблизительно равна 2-й, и лиц с преобладанием 2-й над 1-й. Независимо от соотношения сигнальных систем, по силе типы делятся на сильный и слабый; сильный тип в свою очередь может быть подразделён на уравновешенный и неуравновешенный, а уравновешенный — на подвижный и инертный.

В жизни мы имеем обычно лиц с превалированием 1-й или 2-й сигнальной систем или приблизительно равным развитием обеих и, независимо от этого, четыре основных типа: слабый (напоминающий гиппократовского меланхолика), сильный неуравновешенный (соответствующий холерику), сильный уравновешенный подвижный (соответствующий сангвинику) и сильный уравновешенный инертный (соответствующий флегматику).

Как указывал И. П. Павлов и что ежедневно подтверждается в клинике функциональных заболеваний нервной системы человека, отдельные типы, при определённых неблагоприятных условиях существования и неправильном воспитании, при прочих равных условиях (ибо основное зависит не от типа нервной системы, а от внешних и в первую очередь социальных воздействий окружающей среды) дают склонность к срывам в разного типа неврозы. Так, у лиц с преобладанием 1-й сигнальной системы легче возникает истерия, у лиц с приблизительно одинаково развитой 1-й и 2-й сигнальными системами — неврастения, а у

лиц с преобладанием 2-й сигнальной системы — психастения; кроме того, истерия больше связана со слабым типом, неврастения — с неуравновешенностью, а психастения — с инертностью типа нервной системы.

Сильный, уравновешенный и подвижный тип является наиболее полноценным типом, почти никогда не дающим срывов. Поэтому в задачу воспи-

тания входит повышение силы, уравновешенности и подвижности высшей нервной деятельности, создание наиболее полноценной и здоровой в невропсихическом и, обычно неразрывно связанным с ним, физическом отношении личности, — стойких и мужественных борцов и строителей коммунистического общества великой сталинской эпохи.

ЛАУРЕАТЫ СТАЛИНСКИХ ПРЕМИЙ ЗА 1949 год



Федор Андреевич АНДРЕЕВ,
доктор медицинских наук, профессор,
научный сотрудник Института общей
и экспериментальной патологии Ака-
демии медицинских наук СССР.

Сталинская премия второй степени присуждена за исследования, разработку и внедрение в лечебную практику метода лечения длительным сном внутренних заболеваний, опубликованные в изданиях Главного военного госпиталя и Академии медицинских наук СССР в 1945—1949 годах.



**Анатолий Георгиевич
ИВАНОВ-СМОЛЕНСКИЙ,**
действ. член Академии медицинских
наук СССР, профессор, заведующий
Московским отделением Института
эволюционной физиологии и патоло-
гии высшей нервной деятельности
им. И. П. Павлова Академии
медицинских наук СССР.

Сталинская премия второй степени присуждена за научный труд «Очерки патофизиологии высшей нервной деятельности», опубликованный в 1949 г.

МИНЕРАЛЬНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ В ЖИВЫХ ОРГАНИЗМАХ

Проф. И. Д. СЕДЛЕЦКИЙ

Минералы образуются в земной коре не только в результате физико-химических процессов, но и при участии живых организмов. Продукты разрушения организмов составляют особые минералы, получившие название «биолиты» [1, 4]. К биолитам относятся: уголь, нефть, янтарь, кальцит ракушечника и некоторые другие.

За последнее время стал накапливаться материал по минеральным соединениям в живых организмах — аналогам минералов.

Большую роль в изучении минеральных соединений живых организмов сыграли такие методы, как рентгенографический фазовый анализ, термический анализ и другие, позволяющие определять состав соединений, выделившихся в весьма дисперсном (криптокристаллическом) состоянии. Применение этих современных тонких методов позволило обнаружить в костях и зубах позвоночных животных, в раковинах беспозвоночных и в твердых выделениях, рассеянных в организмах, самые разнообразные минеральные соединения.

Мы не ставим перед собой задачу дать здесь полную сводку работ по минеральным соединениям в организмах, а приводим только такие работы, в которых для определения веществ были привлечены новые методы исследования.

У морских ежей (*Echinoidea*) с помощью термического анализа обнаружен доломит $[CaMg(CO_3)_2]$ [5]. Рентгенографическим анализом доказано наличие в жемчуге арагонита и кальцита ($CaCO_3$) [7]. Наружный слой раковины двустворчатого моллюска *Pinna* состоит из кальцита, а внутренний — из арагонита [14]. Некоторые раковины моллюсков содержат разновидность карбоната кальция — фатерит [11]. При этом оказалось, что в раковинах улитки *Helix* фатерит присутствует только в начальных стадиях её развития, а с возрастом животного переходит в арагонит.

Виноградов показал [2], что фатерит, кальцит и аморфный карбонат присут-

ствуют в створках ракушковых рачков *Ostracoda*, а в кожистом покрове голотурий (*Holothuriodea*), образуя мешочек, в котором спрятаны внутренние органы, находятся кристаллики кальцита. По его же данным, раковины и другие скелетные части головоногих моллюсков (*Cephalopoda*) состоят в одних случаях из арагонита, в других из кальцита (раковины *Argonauta*) и в третьих из арагонита и кальцита. Арагонит содержится также в раковинах современного лопатоногого моллюска *Dentallium* [15].

Аморфная кремнекислота обнаружена в спикулах моллюсков *Oncidiella maculata* [8, 9]. В скелетах жгутиковых и диатомовых водорослей содержится опал с разным содержанием воды [2]. Опал состава $4(SiO_2) \cdot H_2O$ найден в скелетах губок *Tetragonidae*, тогда как опал в спикулах губок *Hexactinellidae* имеет другой состав, отвечающий формуле $3(SiO_2) \cdot H_2O$ и $2(SiO_2) \cdot H_2O$. В растениях опал найден у злаковых, ситовниковых и других.

В некоторых случаях опалы содержали щелочные, щелочно-земельные и некоторые другие элементы (например у радиолярий). Кристаллический опал содержится в скелете губок (*Porifera*). Есть указания, что скелеты некоторых радиолярий целиком состоят из целестина ($SrSO_4$). Флюорит (CaF_2) содержится в раковинах пластинчатожабренных моллюсков, а также в тканях других морских животных (*Gastropoda*).

Аморфные фосфаты кальция и магния обнаружены рентгенографическим и химическим анализами в панцирях крабов (*Hyas*) [2]. Гидроксил-апатит $[Ca_5(PO_4)_3OH]$ обнаружен в свежих костях животных [10, 13, 14]. Предполагают, что в костях животных присутствует также фтор-апатит $[Ca_5(PO_4)_3F]$ и даллит $[Ca_7(PO_4)_4CO_3 \cdot 1\frac{1}{2}H_2O]$. Даллит, как известно, имеет апатитовый тип решётки. Фтор-апатит найден в скелетах плеченогих *Brachiopoda* (*Inarticulata*).

В зубах и бивнях слона обнаружен апатит с примесью магния (более 2%) [2]. В других случаях в костях жи-

вотных найден рентгенографическим анализом карбонат-апатит $[Ca_4(PO_4)_2CO_3]$ [8]. Рентгенография костей и зубов животных показала наличие в них и других членов изоморфного ряда апатита [13].

А. П. Виноградов [2] доказал наличие в раковинах современных плеченогих *Lingula* апатита с 0.5% К и 0.33% Мп. Апатит найден также в костях и чешуе рыб. Карбонат-апатит, даллит, и гидроксил-апатит обнаружены в скелетных частях рыб (*Pisces*).

Окислы и гидроокислы железа встречаются в оболочках и скелетах фораминифер (*Hyperammia*, *Rhabdammina* и др.). Окислы и гидроокислы марганца и алюминия встречаются в бактериях [2].

Увезеллит ($CaC_2O_4 \cdot nH_2O$) найден в листьях кактуса. Интересно также, что в некоторых организмах обнаружены силикаты и алюмосиликаты. В некоторых радиоляриях и *Oncidium* присутствуют силикаты кальция. Сложный силикат железа и алюминия обнаружен в некоторых моллюсках *Patella*. У некоторых фораминифер присутствует филлипсит $(K_2, Ca) Al_2Si_4O_{12} \cdot 4.5H_2O$.

Однако наиболее замечательным событием в области изучения минералогии живых организмов было предсказание наличия барита ($BaSO_4$) в теле корненожек, а затем и открытие его Я. В. Самойловым [3]. В теле этих организмов находят особые образования — тренелли, размером в 1—6 микронов; оказалось, что они состоят из кристаллов барита. Это пополняет

наши знания существенно новым минералом — «баритом в теле животных» [4, стр. 39].

Как видно, новейшие методы, применяемые к изучению минеральных соединений в живых организмах, подтверждают выдающиеся идеи Самойлова о нахождении аналогов минералов в живых организмах. Следует отметить также, что Самойлов и Терентьева впервые применили в этой области термический анализ.

Рентгенографический метод успешно применяли Виноградов и Бруновский.

Советским учёным Вернадскому, Виноградову, Самойлову и другим принадлежит ведущая роль в изучении минеральных соединений в живых организмах.

Весьма интересно привести сводку минеральных соединений, обнаруженных в живых организмах. С этой целью мы даём таблицу, заимствованную из работы А. П. Виноградова, немного изменив и дополнив её.

В настоящее время с рассматриваемой точки зрения изучена весьма небольшая часть живых организмов, преимущественно организмы морей; особенно слабо изучены минеральные образования у растений. По мере увеличения числа исследований будет расширяться и список минеральных соединений, а также будут выясняться закономерности их образования и распространения.

Минеральные соединения в живых организмах, вне всякого сомнения, ещё далеко не полностью изучены, но даже то небольшое их число, которое пред-

Минералы, найденные в живых организмах

Окислы и гидроокислы	Галогиды	Карбонаты	Сульфаты	Фосфаты	Силикаты и алюмосиликаты	Органические природные соединения
1. Окислы, гидроокислы, водные $Fe_2O_3 \cdot nH_2O$	Флюорит CaF_2	1. Кальцит $CaCO_3$ с различным содержанием $MgCO_3$	1. Гипс $CaSO_4 \cdot 2H_2O$	1. Фосфаты $CaHPO_4$, $Ca_3(PO_4)_2$ и др.	1. Опал $SiO_2 \cdot nH_2O$	1. Увезеллит $CaC_2O_4 \cdot nH_2O$
2. Воды (с Мп)		2. Арагонит $CaCO_3$	2. Целестин $SrSO_4$	2. Карбонат-апатит $Ca_4(PO_4)_3CO_3$ (даллит)	2. Кристаллический гидрат $SiO_2 \cdot nH_2O$	2. Янтарнокислый кальций $Ca(COOH)_2$ и др.
3. Другие окислы и гидроокислы (с Al? Ti?)		3. $CaCO_3$, аморфный	3. Барит $BaSO_4$ и др.	3. Гидроксил-апатит $Ca_5(PO_4)_3OH$	3. Силикаты Ca	
		4. Другие разновидности $CaCO_3$ (факерит и др.)		4. Фтор-апатит $Ca_5(PO_4)_3F$ и другие апатиты	4. Силикаты Fe и Al	
		5. Доломит $MgCa(CO_3)_2$			5. Филлипсит $(K_2, Ca) Al_2Si_4O_{12} \cdot 4.5H_2O$ и другие алюмосиликаты	
		6. Магнезит $MgCO_3$				

ставлено в таблице, говорит нам о многом. Прежде всего, оно убеждает нас в том, что в живых организмах создаются часто те соединения, которые мы привыкли считать продуктами обычных геохимических реакций.

В образовании минеральных соединений, найденных в живых организмах, принимали участие только те процессы и те химические и физиологические реакции, которые протекают в живом организме. Следовательно, эти минеральные соединения по своему происхождению не имеют ничего общего с обычными минералами. Это — биоминералы, которые создаются в организме в процессе его жизнедеятельности и выполняют в нём определённую физическую и физиологическую роль. На это указывает хотя бы тот факт, что в раковинах моллюсков с возрастом происходят процессы превращения по схеме: аморфный $\text{CaCO}_3 \rightarrow$ фатерит \rightarrow арагонит \rightarrow кальцит.

Терентьева [5] своими работами по растворению скелетов в 1%-м растворе уксусной кислоты показала, что содержащиеся в них доломит и магнезит являются более растворимыми, чем обычные природные минералы. Стало быть, эти соединения отличаются от обычного доломита и магнезита.

А. П. Виноградов [2] рентгеноструктурным анализом показал, что апатитовая решётка раковин современных плеченогих *Lingula* «несколько вытянута по одной из осей (на 1%)».

Есть указания, что соотношение редких и рассеянных элементов в минеральных соединениях организма является различным и зависит от физиологической потребности организма. Так, арагонитовые скелеты организмов во многих случаях богаче содержанием стронция, чем кальцитовые скелеты. Нет сомнения в том, что среди минеральных образований в организмах будут обнаружены ещё и новые соединения, неизвестные минералогии. Свидетельством этого является нахождение ряда кристаллогидратов карбоната кальция ($\text{CaCO}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) у водорослей ($\text{CaCO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, $\text{CaCO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ [2]), янтарно-кислого кальция (CaCOOH)₂ и т. п.

Изучение минеральных соединений организмов является задачей биохимии. Частично изучением их занимается биогеохимия [2]. Возможно, что ими должна заниматься и биоминералогия.

Перспективы развития учения о минеральных соединениях очень интересны. Многие ещё неясно о той роли, которую играют эти соединения в живых организмах. Поэтому изучение их состава по видам, родам и семействам организмов (растительных и животных) составляет первую задачу, а выяснение их физиологической роли в живом организме — вторую.

Особую роль сыграет исследование минеральных соединений организмов геологического прошлого. Наличие у разных видов организмов характерных для них соединений может послужить важным принципом в палеобиологии.

По-новому встаёт вопрос и об изоморфизме элементов в минеральных соединениях организмов, о его закономерностях и особенностях, о той роли, которую играет в живом организме различное соотношение элементов в соединениях.

Л и т е р а т у р а

- [1] В. И. Вернадский. История минералов земной коры. Т. 1, вып. 1. НХТИ, Пгр., 1923. — [2] А. П. Виноградов. Химический элементарный состав организмов моря. Ч. 1. Тр. биогеохим. лаб. АН СССР, т. 4, стр. 5—227, 1937. Ч. 2. Там же, т. 8, стр. 5—273, 1944. — [3] Я. В. Самойлов. О сульфате бария в теле животных. Изв. АН, т. 5, стр. 175, 1911. — [4] Я. В. Самойлов. Биолиты. НХТИ, Л., 1929. — [5] К. Ф. Терентьева. Минеральный состав скелетов некоторых современных иглокожих. Тр. Биогеохим. лаб. АН СССР, т. 2, 1932. — [6] E. Duedich. Zool. Anz., Bd. 85, S. 257, 1929. — [7] I. Galisbourg et F. Ruger. Compt. Rend., t. 18, p. 960, 1926. — [8] E. Kahane. Bull. Soc. Chem. Biolog., t. 17, p. 1554, 1935. — [9] E. Kahane et G. Antine. — Bull. Soc. Chem. Biolog., t. 18, p. 1769, 1936. — [10] R. Klement u. G. Tromel. Ztschr. Phys. Chem., Bd. 213, S. 263, 1932. — [11] Fr. Mayer. Chemie der Erde, Bd. 6, S. 239, 1931; Bd. 7, S. 346, 1932. — [12] W. Noll. Fortschr. Mineralogie, Kristall. und Petrographie, Bd. 17, S. 1, 1932; Chemie der Erde, Bd. 8, S. 507, 1934. — [13] H. Rosseberry, A. Hastings and Morse. Journ. Biolog. Chem., V. 90, p. 395, 1935. — [14] J. Tsutsumi. Mem. Coll. Sc. Kyoto Imp. Un. (A) 11, p. 217, 1928; 11, 5, p. 401, 1929.

НОВОЕ О ВОЗДУШНОМ ПИТАНИИ РАСТЕНИЙ

Действ. член Акад. Наук СССР Н. Г. ХОЛОДНЫЙ

I

Давно известно, что нижние слои атмосферы (тропосферы) почти всегда содержат некоторое незначительное количество газообразных и летучих органических соединений. Главным источником образования этих веществ является наземная растительность. Особенно много летучих органических соединений выделяют растения в воздух в период наибольшего подъёма своей жизнедеятельности. Так, например, в молодых сосновых насаждениях в тёплое время года, по данным Бурксеры и Дайн [1], содержание в воздухе терпенов и других органических веществ может достигать нескольких миллиграммов на 1 м³ воздуха.

У сосны, как и у многих других растений, летучие органические вещества выделяются преимущественно листьями. Другой орган, обладающий способностью выделять в воздух такие вещества, — цветок. Об этом свидетельствует более или менее сильный запах цветов у большинства растений. Сравнительно недавно было установлено, что созревающие плоды часто выделяют этилен. Выделение летучих органических соединений наблюдалось также у прорастающих семян.

Химическая природа летучих выделений растительного организма в большинстве случаев ещё не выяснена. Мало мы знаем и о биологическом их значении. Не подлежит сомнению, пожалуй, только роль пахучих выделений цветов: они служат приманкой для насекомых-опылителей. Установлено также, что эти ароматические вещества у некоторых растений стимулируют прорастание пыльцы на рыльцах [2].

Автор настоящей статьи несколько лет назад доказал прямыми опытами, что большинство летучих веществ, выделяемых листьями, цветами и прорастающими семенами, пригодны для питания различных микроорганизмов — бактерий, актиномицетов, грибов [3, 4].

Однако в естественных условиях, в природе, вещества, выделяемые в воздух надземными органами растений, несомненно, быстро рассеиваются в пространстве и едва ли могут быть поглощены клетками каких-либо живых существ в количестве, достаточном для питания этих последних. Эти вещества, как было в своё время отмечено [5], могут играть только роль атмовитамин и провитаминов — при условии, если концентрация их в воздухе достигает более или менее значительной величины.

Сказанное относится к тем слоям тропосферы, которые находятся над поверхностью земли. Но известно, что газы тропосферы проникают также на некоторое расстояние в глубь земной коры и что, в частности, всякая почва имеет свою газовую фазу, свою атмосферу.

Почва — среда жизни бесчисленных живых существ, особенно низших. По характеру своего питания, дыхания и других физиологических и биохимических отправления живые обитатели почвы необычайно разнообразны. В химизме этих процессов газы, входящие в состав почвенной атмосферы, используются несравненно шире и полнее, чем газы надпочвенного воздуха. Достаточно указать хотя бы на превращения, которым подвергается в почве «безжизненный газ» — азот, связываемый здесь аэробными и анаэробными бактериями.

Естественно предположить, что и органические соединения газовой фазы почвы, если они в ней содержатся, должны гораздо энергичнее вовлекаться в обмен веществ живого населения этой среды, чем в условиях обитания наземной флоры и фауны. Этому должны способствовать и физико-химические особенности почвенной среды. Здесь невозможно такое быстрое рассеяние летучих органических соединений, какое имеет место в надпочвенном воздухе с его непрерывными массовыми

перемещениями газов (ветры, конвекционные токи и т. п.). Здесь, несомненно, большую роль должны играть также явления адсорбции газообразных и летучих веществ, так как мелко раздробленные твёрдые частицы почвы, особенно коллоидные, являются прекрасным адсорбентом. Неменьшее значение следует приписать и процессам растворения. Но действительно ли почвенная атмосфера содержит органические примеси? И если в ней имеются органические вещества, то являются ли они постоянным её компонентом или же возникают только временно?

Как это ни странно, но ни на один из этих вопросов современное почвоведение не может дать точных, основанных на экспериментальных исследованиях, ответов. Мы можем только, опираясь на данные микробиологии, утверждать, что наличие газообразных и летучих органических веществ в почвенной атмосфере весьма вероятно, поскольку каждая почва в большей или меньшей степени является ареной деятельности анаэробных микробов, разлагающих остатки отмерших организмов с выделением газообразных продуктов, среди которых имеются и органические вещества. Кроме того, как было уже указано, прорастающие в почве семена и некоторые другие органы высших растений также выделяют летучие органические соединения. То же можно предположить и относительно некоторых представителей почвенной фауны.

Если мы не располагаем до сих пор прямыми доказательствами даже наличия в почвенной атмосфере органических веществ, то уж совсем ничего неизвестно нам о превращениях, которым эти вещества подвергаются в почве, и о их значении для организмов, обитающих в почвенной среде. Между тем все эти вопросы, как и другие упомянутые выше, представляют огромный и чисто научный и практический интерес. Первая попытка подойти к их решению экспериментальным путём была предпринята автором в течение двух последних лет. В настоящей статье кратко излагаются главнейшие полученные при этом результаты, которые, по мнению автора, бросают новый свет на некоторые вопросы физиологии питания высших растений.

II

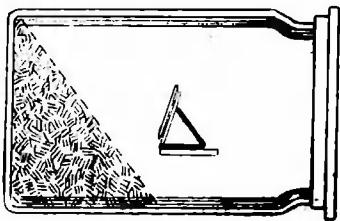
Исследование вопроса о наличии в газовой фазе почв органических примесей было проведено при помощи биологического метода. Как показали прежние работы автора [6, 7], отличным биотестом, позволяющим обнаруживать органические вещества в воздухе при самом незначительном их содержании, могут служить нестерильные изолированные корни проростков различных растений, например кукурузы или подсолнечника.

Возьмём несколько таких корней (длиной в 2—3 см), положим их на поверхность чистого предметного стекла и поместим во влажную камеру, воздух которой содержит какое-либо неядовитое органическое вещество, например этиловый эфир уксусной кислоты (в количестве 0.01—0.02 мл эфира на 1000 мл воздуха). Одновременно несколько других таких же корней поместим в другую влажную камеру, воздух которой не содержит никаких органических примесей. Спустя некоторое время можно обнаружить резкую разницу в состоянии и поведении тех и других корней. В камере с эфиром корни дают значительно большие приросты (в длину и в толщину), чем в контрольной камере, без эфира, причём разница иногда превышает 100%. У опытных корней обычно сильнее развиваются корневые волоски. Если опыт продлить до отмирания корней, то мы убедимся, что контрольные корни погибают на 2—3 дня раньше, чем опытные.

С успехом применялся также «геотропический биотест». Корни помещались во влажную камеру сначала в почти вертикальном положении. Через 24—36 час., когда можно было думать, что весь запас питательных веществ в тканях корней израсходован, корни переводились в горизонтальное положение; и в этом случае между опытными и контрольными корнями наблюдалась значительная разница: первые уже спустя несколько часов обнаруживали начало геотропической реакции, которая в течение суток постепенно усиливалась, тогда как контрольные или оставались прямыми или давали гораздо более слабую реакцию.

Об интенсивности геотропической реакции можно было судить по величине угла отклонения корневой верхушки от горизонтали. Для геотропического биотеста особенно пригодными оказались корни синего лупина и подсолнечника.

При работе с почвами в качестве влажных камер — приёмников для корней — применялись поллитровые стеклянные консервные банки, укрепленные неподвижно в горизонтальном положении (фиг. 1). Почва, в количестве



Фиг. 1. Схема постановки опытов для изучения влияния летучих органических веществ на изолированные корни растений.

около 150 г, насыпалась в банку в воздушно-сухом состоянии косым слоем, и здесь же к ней прибавлялась вода в количестве от 10 до 60 мл. Корни, расположенные на предметном стекле, находились на некотором расстоянии от поверхности почвы, нигде с ней не соприкасаясь.

При такой постановке опытов ожидать положительных результатов можно было только при наличии определенных условий, а именно: 1) необходимо, чтобы летучие органические вещества образовывались в почве в количестве, достаточном не только для полного «насыщения» её, но и для выделения наружу, в свободное пространство камеры, в котором находятся корни; 2) необходимо, чтобы эти вещества были совсем или почти нерастворимы в воде, так как в противном случае они удерживались бы жидкой фазой почвы и её гидрофильными коллоидами и не могли бы свободно диффундировать наружу; 3) необходимо, чтобы выделяемые почвой органические вещества были пригодны для питания корней и для поддержания их в жизнедеятельном состоянии.

На первый взгляд совпадение всех этих условий мало вероятно. Однако

опыты показали, что оно не только возможно, но и постоянно осуществляется в почвах, содержащих хотя бы небольшое количество органических остатков и влаги.

Исследованию подвергались почвы как богатые перегноем, чернозёмные, так и бедные, песчаные и подзолистые. Кроме того, опыты ставились также с навозом, как главным источником органических веществ в почвах сельскохозяйственного пользования. Во всех без исключения случаях по состоянию и поведению корней в камерах с почвой можно было с уверенностью утверждать, что воздух этих камер содержит какие-то органические вещества, пригодные для питания корней.

Чтобы дать конкретное представление о полученных результатах, приведём краткое описание нескольких опытов.

Опыт 1. Взято три приёмника: в одном — хорошо перепревший навоз, умеренно увлажнённый, в другом — около 150 г влажного чернозёма, в третьем — только вода на дне. В каждый из них помещено по 9 корней кукурузы (длиною в 3 см), которые всё время находились в почти вертикальном положении. Температура в течение всего опыта 23° С. Начало опыта 20 июля в 9 ч. 30 м.

23 июля в 19 ч. 30 м. все корни измерены. Средний прирост их за это время в камере с навозом оказался равным 4.2 мм, в камере с почвой — 5.2 мм, в камере с водой — 2.3 мм. У восьми контрольных корней наблюдалось слабое побурение основной части, у двух, кроме того, побурение верхушки. Все опытные — здоровы.

25 июля в 7 час. все контрольные корни были мёртвы и приобрели тёмнобурую окраску. Все опытные были ещё здоровы.

Опыт 2. В двух приёмниках чернозём, в третьем вода. В каждом по 9 корней синего лупина (3 см). Перед установкой корни в первом и третьем приёмниках слегка опылены (через медную сеточку с очень мелкими отверстиями) почвенной пылью из взятого для опыта чернозёма. Начало опыта 1 августа в 7 час. Температура колебалась от 19 до 22° С.

2 августа в 13 час. все корни приведены в горизонтальное положение.

3 августа в 13 час. произведены измерения приростов и углов отклонения корневых верхушек от горизонтали. Средний прирост в первом приёмнике 4.4 мм, во втором — 2.8 мм, в третьем — 1.5 мм. Средний угол отклонения верхушки в первом — 19.3°, во втором — 6.6°, в третьем — 0°.

4 августа в 6 час. все корни в приёмниках с почвой были ещё вполне здоровы; у всех контрольных верхушки побурели, один корень стал полупрозрачным.

Опыт 3. В первом приёмнике чернозём, увлажнённый непосредственно перед опытом (40 мл воды на 150 г почвы); во втором — бедная песчаная почва, взятая в поле и увлажнённая за 8 дней до опыта (40 мл воды на 150 г почвы); в третьем — вода. В первом приёмнике 8 корней подсолнечника, во втором и третьем — по 7 корней. Все корни слегка опылены чернозёмом. Начало опыта 11 сентября в 8 час. Температура 19—20° С.

12 сентября в 15 час. все корни приведены в горизонтальное положение. Уже через 3 часа почти у всех корней в двух приёмниках с почвой наблюдались ясные геотропические изгибы; из контрольных к этому времени ни один ещё не изогнулся.

13 сентября в 9 час. все корни в первом приёмнике образовали геотропические изгибы; средний угол 31,3°, средний прирост их 7,9 мм. Во втором — изгибы у 5 корней, средний угол 21°, средний прирост 6,6 мм. В третьем приёмнике геотропически изогнулись только 2 корня; средний угол 5,5°, средний прирост 5,6 мм.

III

Опыты, кратко описанные в предыдущей главе, представляют интерес прежде всего с точки зрения почвоведения, поскольку ими впервые экспериментально доказывається факт непрерывного образования различными почвами газообразных органических веществ и выделения их в атмосферу. Но на этой стороне нашего исследования мы не будем здесь останавливаться. Большого внимания заслуживают некоторые другие выводы из тех же опытов, которые относятся к физиологии питания корневой системы высших растений.

За последние 2—3 десятилетия проведено множество исследований с изолированными корнями, касающихся химизма их питания, поглощения и выделения ими воды и минеральных солей, роста их в различных условиях и других физиологических функций. Как показали все эти исследования, выводы, полученные путём экспериментирования с изолированными корнями, в большинстве случаев можно перенести и на корни, находящиеся в органической связи с надземными органами растений — стеблями и листьями. Поэтому не будет слишком смелым утверждение, что новые факты, установленные настоящим исследованием относительно питания изолированных корней, проливают некоторый свет и на физиологию неповреждённой корневой си-

стемы, находящейся в почве и сохраняющей связь с другими органами растения.

Посмотрим, какие же именно заключения можно сделать из описанных здесь опытов по вопросу о жизнедеятельности изолированных корней, получающих органические питательные вещества только из воздуха, в виде летучих выделений почвы.

Механизм питания изолированных корней газообразными органическими веществами в существенных чертах выяснен в прежних наших работах [6, 7]. Оказалось, что большую роль в усвоении этих веществ играют бактерии ризосферы. Поглощая газообразные органические вещества из воздуха и ассимилируя их в своих клетках, эти микроорганизмы обогащают окружающую их жидкую среду органическими продуктами обмена и, в особенности, веществами, которые образуются в процессе лизиса отмирающих бактериальных клеток. Эти вещества затем поглощаются клетками корней.

Большое значение имеют опыты Е. Д. Бусловой, проведённые с нестерильными отрезками корней кукурузы, которые получали органические вещества только из воздуха, в виде летучих выделений прорастающих семян гороха или кукурузы. Оказалось, что прибыль сухого вещества в таких корнях за 3½ дня может достигать — по сравнению с контрольными корнями, не получающими никакого органического питания, — 25%. Такое значительное накопление сухого вещества свидетельствует о том, что в данном случае органические соединения, поглощаемые из воздуха, в значительной мере покрывали потребность растущих тканей корня в строительном, пластическом материале.

Каковы были отношения между корнями и бактериями ризосферы в описанных здесь опытах с почвами? В некоторых из этих опытов стёкла, на которых находились корни, фиксировались, окрашивались и исследовались под микроскопом. При этом было установлено наличие особенно обильной и разнообразной микрофлоры около корней, находившихся в камерах с почвами. Густые скопления различных микробов в непосредственной бли-

зости с ещё вполне здоровыми и жизне-способными тканями корня невольно наводили на мысль, что в данном случае микроорганизмы являются не врагами, а союзниками клеток корня.

Поглощая из воздуха летучие органические вещества, выделяемые почвой, ассимилируя их, а затем подвергаясь лизису, бактерии ризосферы как бы выполняли роль посредников между внешней средой, содержащей питательные вещества, и живыми тканями корня, которые не обладают способностью самостоятельно ассимилировать все эти разнообразные соединения, хотя некоторые из них, повидимому, могут усваиваться корнями и без помощи бактерий, например упомянутый выше этиловый эфир уксусной кислоты.

Скопления бактерий наблюдались и около контрольных корней, но по отношению к этим последним они, несомненно, вели себя агрессивно. Не получая никакого питания из воздуха, эти микроорганизмы атаковали ослабленные голоданием клетки корня и ускоряли их гибель. Особенно быстро наступало отмирание контрольных корней при высокой температуре (20—25° С), благоприятствующей размножению микробов.

Совсем иначе действовала высокая температура среды на корни, находившиеся в камерах с почвой. Здесь она, с одной стороны, усиливала образование в почве и выделение из неё летучих органических соединений, а с другой — способствовала усвоению их бактериальными клетками, т. е. косвенно улучшала и питание корней.

В результате повышалась способность этих последних оказывать сопротивление тем микроорганизмам, которые инфицируют и разрушают истощённые клетки.

Если бактерии ризосферы играют существенную роль в питании корней газообразными органическими веществами, то естественно возникает вопрос, нельзя ли усилить этот процесс, обогащая микрофлору корневой поверхности формами, характерными для той почвы, которая взята для опыта. Ответ на этот вопрос дают опыты с корнями, опылёнными небольшим количеством почвенной пыли. Во многих случаях такие корни лучше реаги-

ровали на наличие в камере летучих выделений почвы, чем корни неопылённые.

Как уже было отмечено в описании опытов, положительное влияние летучих выделений почвы на жизнедеятельность изолированных корней проявлялось разнообразно. Оно вызывало более или менее значительное повышение приростов, увеличивало продолжительность жизни корней, повышало их сопротивляемость инфекции и способность реагировать изгибами на действие силы тяжести. Это последнее явление заслуживает особенного внимания. Как показали прежние опыты автора, оно не стоит в прямой зависимости от роста корня, но связано со способностью протоплазмы клеток растущей зоны этого органа поляризоваться в направлении действия силы тяжести и соответственно отклонять ток ауксина в том же направлении. Очевидно, голодающие клетки теряют эту способность.

IV

Что нового вносят описанные выше опыты в общепринятые представления о физиологическом значении корневой системы и о питании растения в целом? До сих пор было известно, что корни растений извлекают из почвы воду с растворёнными в ней минеральными солями и подают этот раствор надземным органам. Теперь становится весьма вероятным, что роль корневой системы в питании растительного организма этим не ограничивается. Находясь в почве, газовая фаза которой всегда содержит органические вещества, корни растений — при помощи бактерий ризосферы — непрерывно черпают из этого богатого источника различные органические соединения, ассимилируют их и расходуют в процессах роста и метаболизма.

Трудно, конечно, допустить, что питание корней готовыми органическими веществами почвенной атмосферы играет в жизни растений столь же существенную роль, как и питание надземных органов — листьев и стеблей — за счёт углекислоты воздуха. Не подлежит сомнению, что именно от этих надземных органов корни получают значительную часть необходимых им

ассимилятов. Но, с другой стороны, весьма вероятно, что при некоторых условиях, когда приток продуктов фотосинтеза к корням почему-либо становится недостаточным, удельный вес самостоятельного воздушного питания корней соответственно возрастает. Следует также иметь в виду своеобразие идущих в корне синтетических процессов, для которых исходным материалом служат готовые органические вещества газовой фазы почвы. Быть может именно в этой «незелёной лаборатории», всегда защищённой от действия света, растительный организм синтезирует некоторые необходимые ему физиологически активные вещества. В пользу такого предположения говорят различные проявления взаимодействия корней и надземных органов растения.

У многих читателей настоящей статьи, вероятно, возникнет вопрос, нельзя ли изложенные здесь выводы распространить и на органические вещества жидкой фазы почвы, находящиеся в ней в растворённом состоянии. Этот вопрос вполне законен, но при внимательном обсуждении на него приходится дать отрицательный ответ. В самом деле, растворимые в воде органические вещества почвы так же как и нерастворимые газообразные, возникают в ней как продукты разложения растительных и животных остатков. Но, благодаря своей относительно малой подвижности, растворённые вещества только в исключительных случаях могут достичь поверхности корней.

Обычно они полностью потребляются микроорганизмами почвы в местах своего образования или в непосредственной близости к ним. Наоборот, гораздо более подвижные нерастворимые газообразные продукты различных брожений легко ускользают из сферы действия микробов, разлагающих органические остатки, и поступают в почвенную атмосферу.

Но если это так, то естественно поставить другой вопрос: почему те же легкоподвижные газообразные органические вещества в конце-концов становятся всё-таки добычей бактерий ризосферы и живых тканей корня? Чтобы ответить и на этот вопрос, не-

обходимо принять во внимание некоторые особенности распределения влаги в структурных почвах, пронизанных корнями растений, а также явления адсорбции. При наиболее часто встречающемся умеренном содержании воды в таких почвах она всегда распределяется в них неравномерно. Больше всего воды содержат очаги разложения органических остатков: именно благодаря обилию в них воды, вытесняющей воздух, здесь становится возможной деятельность анаэробных микроорганизмов. Наименее богаты водой участки почвы, непосредственно прилегающие к корням, которые всегда жадно поглощают воду и, следовательно, непрерывно иссушают находящиеся в сфере их действия почвенные частицы.

С таким распределением влаги в почве связана и своеобразная локализация в ней явлений адсорбции нерастворимых газообразных и летучих органических соединений. Наименее резко эти явления выражены в местах скопления воды; наиболее отчётливо силы адсорбции проявляются и действуют в местах иссушения почвы, т. е. возле поверхности корней. Следовательно именно здесь, в почвенных частицах, непосредственно прилегающих к корневой поверхности, должны концентрироваться нерастворимые органические вещества, свободно циркулирующие в почвенной атмосфере. Здесь же они становятся доступными бактериям ризосферы.

Постоянный приток летучих органических соединений создаёт, в свою очередь, благоприятные условия для специализации микрофлоры, для приспособления её к питанию именно этими газообразными веществами: среда обитания бактерий ризосферы приобретает определённые избирательные (элективные) свойства.

Все указанные причины должны приводить к тому, что значительная часть образующихся в почве газообразных органических соединений в естественных условиях поглощается и ассимилируется бактериями ризосферы и живыми тканями корней. Некоторая часть их несомненно адсорбируется почвенными частицами в самых поверхностных слоях почвы, которые подвер-

гаются иссушающему действию воздуха и солнца. В условиях же описанных выше опытов образцы почв не содержали живых корней, и влага была в них распределена более или менее равномерно, включая и поверхностный слой. Поэтому возникающие в них газообразные органические вещества свободно проникали в наружную атмосферу (внутри влажной камеры) и могли достигать поверхности находящихся здесь корней.

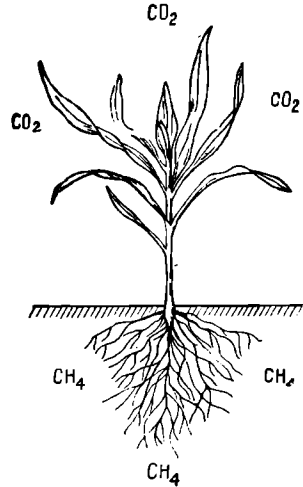
Остаётся ответить ещё на один вопрос, над которым также могут задуматься читатели этой статьи. Если органические вещества почвенной атмосферы нерастворимы в воде, то как же они поглощаются и усваиваются клетками бактерий и, в некоторых случаях, непосредственно клетками корней? Исследования, проведённые автором с сотрудниками [9], показали, что способность к усвоению нерастворимых в воде газообразных летучих органических соединений, например углеводов жирного и ароматического рядов, широко распространена среди микроорганизмов, особенно почвенных.

Повидимому это связано с наличием в поверхностном слое протоплазмы их клеток липоидных участков, непроницаемых для воды, но проницаемых для многих нерастворимых в воде органических веществ.

В заключение несколько слов о воздушном питании растений с филогенетической, эволюционной точки зрения.

Автор настоящей статьи уже в течение многих лет отстаивает гипотезу, согласно которой первичные организмы, или архебионты, населявшие поверхность Земли на заре её биологической эволюции, питались готовыми органическими веществами атмосферы. Согласно данным современной астрофизики, воздушная оболочка, окружавшая поверхность нашей планеты в ту отдалённую эпоху, состояла главным образом из метана и аммиака. Следовательно, основным источником всех органических соединений, которые синтезировались первичными живыми существами, преимущественно был метан. Гораздо позже появились на Земле фотобионты, способные образовать органические вещества из неорганических за счёт лучистой энергии Солнца.

Развивая эту гипотезу дальше, автор пришёл к заключению, что способность к усвоению нерастворимых в воде газообразных органических веществ, которой наделены многие современные микроорганизмы, представляет собой как бы отголосок или пережиток способа питания, свойственного архебионтам.



Фиг. 2. Растение и окружающая его воздушная питательная среда.

Если с этой же точки зрения взглянуть на всё то, что мы знаем теперь о воздушном питании высших зелёных растений, то можно сказать, что этот процесс в современном его состоянии как бы хранит в себе следы своей длительной и сложной эволюции. Усвоение корневой системой — при помощи бактерий ризосферы — органических соединений газовой фазы почвы является отголоском наиболее примитивного способа питания первичных живых существ. Процесс фотосинтеза, осуществляемый зелёными листьями и другими надземными органами высших растений, представляет собой итог постепенного развития и совершенствования другого способа питания, возникшего позже и основанного на фотохимических реакциях.

Фиг. 2 схематически изображает воздушное питание высшего зелёного растения на современном этапе его эволюции. Для большей простоты на этой схеме отмечено только одно из газообразных органических веществ

почвенной атмосферы — метан, который по своему химическому составу является как бы антиподом углекислого газа.

Высказанные здесь мысли и выводы из опытов в известной мере гипотетичны. Они должны лечь в основу дальнейших углублённых исследований, которые лучше и полнее осветят сложные вопросы воздушного питания корневой системы. В настоящей статье только сделана попытка поставить эти вопросы и решить их «в первом приближении».

Л и т е р а т у р а

- [1] Е. С. Бурксер и М. И. Дайн, Вопросы курортологии, № 4, 1940. — [2] И. Н. Голубинский, Сад и огород, № 3, 1950. — [3] Н. Г. Холодный, Докл. АН СССР, т. 41, № 29, 1944. — [4] Н. Г. Холодный, Докл. АН СССР, т. 43, № 2, 1944. — [5] Н. Г. Холодный, Докл. АН СССР, т. 44, № 6, 1944. — [6] Н. Г. Холодный, Бюлл. Моск. общ. исп. прир., отд. биол., т. 53, 1, 1948. — [7] Н. Г. Холодный, Докл. АН СССР, т. 62, № 6, 1948. — [8] Н. Г. Холодный, Среди природы и в лаборатории. Изд. Моск. общ. исп. прир., 1949. — [9] Н. Г. Холодный, В. С. Рождественский, А. А. Кильчевская, Почвоведение, № 7, 1945.

ЛАУРЕАТЫ СТАЛИНСКИХ ПРЕМИЙ ЗА 1949 год



Константин Иванович ИВАНОВ, профессор, заведующий лабораторией Всесоюзного Теплотехнического научно-исследовательского института имени Ф. Э. Дзержинского.

Сталинская премия второй степени присуждена за исследования в области реакций автоокисления углеводородов и разработку метода получения и выделения органических перекисей, изложенные в монографии «Промежуточные продукты и промежуточные реакции автоокисления углеводородов», опубликованной в 1949 году.



Александр Иванович ТИТОВ, профессор Военной Академии химической защиты имени К. Е. Ворошилова.

Сталинская премия первой степени присуждена за научные исследования по нитрованию углеводородов и их производных, опубликованные в журналах: «Доклады Академии Наук СССР» и «Журнал общей химии» в 1946—1949 годах.

НОВОСТИ НАУКИ

АСТРОНОМИЯ

СХОДСТВО МНОГОЛЕТНИХ КОЛЕБАНИЙ ЦИРКУЛЯЦИИ В АТМОСФЕРАХ ЗЕМЛИ И ЮПИТЕРА

Исследователи проявлений солнечной деятельности в нижних слоях земной атмосферы убедились в последние годы в том, что эти проявления надо искать, прежде всего, в колебаниях атмосферной циркуляции. Мысль о том, что деятельность Солнца проявляется именно в очень больших атмосферных процессах, характеризующих общую циркуляцию, была высказана в конце прошлого столетия выдающимся русским метеорологом А. В. Клоссовским [2]. Впоследствии эта мысль была забыта. Исследования пошли по иному пути: с солнечной деятельностью стали сопоставлять отдельные элементы погоды и притом обычно в отдельных пунктах, реже — районах. Лишь начиная с 30-х годов текущего столетия участились изыскания связи между деятельностью Солнца и общей циркуляцией земной атмосферы [3, 4]. Результаты этих работ сразу же указали на наличие более тесной связи, чем можно было ожидать на основании подчас противоречивых результатов прежних исследований. Особенно отчётливо связь выявляется при сопоставлении многолетних колебаний солнечной деятельности с некоторыми показателями общей циркуляции земной атмосферы [1].

Значительный интерес представляют сопоставления солнечной деятельности с показателями циркуляции в атмосферах больших планет. Интересно было бы также сопоставить изменения многолетних колебаний циркуляции на этих планетах и в земной атмосфере. Даже приблизительная параллельность этих изменений явилась бы доказательством солнечной обусловленности колебаний циркуляции как в атмосфере Земли, так и в атмосфере рассматриваемой планеты. К сожалению, исследований подобного рода до самого последнего времени предпринято не было. Такое положение объясняется, во-первых, недостаточностью надёжных и однородных рядов соответствующих наблюдений планет, во-вторых, неосведомлённостью исследователей планет в специфических для проблемы Солнце — Земля методах сопоставлений и, в-третьих, плохой изученностью общей циркуляции земной атмосферы.

Среди всех больших планет циркуляция отчётливее всего видна в атмосфере Юпитера. На Марсе, представляющем большой интерес ввиду известного сходства метеорологических условий на нём с земными [5], облака наблюдаются редко и атмосферная циркуляция исследована очень плохо.

Известно, что вращение Юпитера имеет своеобразный характер. Пятна, лежащие в северном и южном экваториальных облачных

поясах, совершают полный оборот вокруг оси планеты за 9 час. 50 мин. и некоторое число секунд. Это число секунд различно для северного и южного экваториальных поясов и не остаётся постоянным, а подвержено многолетним колебаниям. К северу и югу от северного и южного экваториальных поясов соответственно лежат другие облачные пояса. Пятна этих поясов обращаются вокруг оси Юпитера за 9 час. 55 мин. и некоторое число секунд опять-таки разное в различные эпохи. Дальше к северу и к югу период вращения вновь слегка укорачивается, не достигая, правда, такой малой величины, как для пятен, расположенных вблизи экватора.

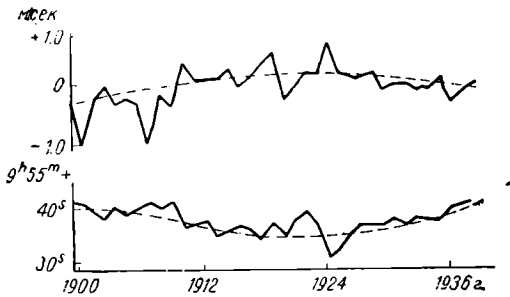
Последний факт — увеличение угловой скорости вращения Юпитера на очень высоких его широтах — стал достоверно известен только в текущем столетии. До этого предполагалось, что закон вращения Юпитера подобен солнечному, т. е. угловая скорость убывает по мере удаления от экватора по довольно простой формуле [7, 8]. Когда выяснилось, что это не так, вряд ли могли остаться какие-либо сомнения в том, что на Юпитере имеются перенос воздушных масс вдоль параллелей, т. е. зональная циркуляция. Наблюдаемые с Земли угловые скорости пятен Юпитера представляют собой, таким образом, совокупность действительных угловых скоростей вращения вокруг оси планеты и скоростей ветров, дующих вдоль параллелей. Последние же подвержены многолетним колебаниям. В результате наблюдателю представляется, что Юпитеровы сутки не являются постоянными в различные эпохи, а меняются по-разному для различных облачных поясов.

Период вращения Юпитера, измеренный по большому красному пятну, также подвержен многолетним колебаниям, амплитуда которых достигает 5—6 сек. Сравнительно недавно Гесс и Панюфский [6] сопоставили многолетние колебания периода вращения Юпитера по красному пятну с одним из показателей интенсивности зональной циркуляции в земной атмосфере северного полушария, используя материал за 1900—1939 гг. [9].

Интенсивность зональной циркуляции в северном полушарии атмосферы Земли, или, проще, интенсивность западно-восточного переноса воздушных масс в умеренных широтах этого полушария, непосредственно связана с разностью атмосферных давлений в субтропическом антициклональном поясе (районы Азорских и Гавайских о-вов) и циклонических областях, почти постоянно расположенных в районах Исландии и Алеутских о-вов.

Все показатели интенсивности зональной циркуляции прямо или косвенно связаны с этой разностью давлений. Используемый цитированными авторами показатель даёт скорость западных ветров в зоне западно-восточного переноса воздушных масс северного полушария. Для того, чтобы исключить сезонные колебания, брались отклонения средне-

сячных значений этого показателя от многолетнего среднего для данного месяца. Полученные результаты усреднялись потом за те месяцы данного года, в которые производились наблюдения Юпитера.



Период вращения Юпитера вокруг его оси, определенный из наблюдений красного пятна (нижняя кривая) и отклонения средних значений показателей зональной циркуляции в земной атмосфере от их многолетнего среднего (верхняя кривая).

На фигуре приведён в графической форме результат, полученный Гессом и Панофским. Сглаженные кривые периодов вращения Юпитера по красному пятну и интенсивности зональной циркуляции обнаруживают хорошо выраженную противоположность хода. Если взять даже несглаженные среднегодовые значения периода вращения Юпитера по красному пятну и показателя интенсивности зональной циркуляции в земной атмосфере, то и тогда коэффициент корреляции между многолетними рядами этих величин оказывается равным -0.62 .

Мы уже отмечали, что колебания видимого периода вращения Юпитера вокруг его оси могут объясняться лишь колебаниями интенсивности переноса атмосферных масс этой планеты вдоль её параллелей. Последний тем интенсивнее, чем меньше соответствующий период вращения. Таким образом, оказывается, что чем интенсивнее зональная циркуляция в земной атмосфере, тем интенсивнее эта же циркуляция на Юпитере на широте и уровне его красного пятна. Отсюда следует вывод: интенсивность зональной циркуляции как в атмосфере Земли, так и в атмосфере Юпитера существенно зависит от солнечной деятельности.

Для выяснения того, что же влияет на зональную циркуляцию в атмосфере Юпитера — общее ли количество получаемого этой планетой солнечного тепла или какие-либо специфические составляющие солнечного излучения, — был сопоставлен период вращения Юпитера вокруг его оси по наблюдениям красного пятна с расстоянием этой планеты от Солнца. Хотя эксцентриситет орбиты Юпитера и невелик (0.05), расстояния этой планеты от Солнца в афелии и перигелии различаются довольно значительно. В то же время почти перпендикулярное положение оси Юпитера по отношению к плоскости его орбиты практически обуславливает отсутствие смены сезонов на нём. Сезоны могут слегка меняться одновременно в обоих полушариях Юпитера только из-за изменения расстояния этой планеты от Солнца. Оказалось, что коэффициент

корреляции между интенсивностью зональной циркуляции в атмосфере Юпитера и его расстоянием от Солнца равен $+0.10$. Иными словами, искомая связь отсутствует. Следовательно, именно некоторые специфические составляющие солнечного излучения, тесно связанные с деятельностью Солнца, оказывают заметное влияние на циркуляцию в атмосферах Юпитера и Земли.

Л и т е р а т у р а

- [1] Л. А. Вительс. Тр. Гл. Геофиз. обс., 8 (70), стр. 51, 1948. — [2] А. В. Клоссовский. Новейшие успехи метеорологии, ч. 1, 1882. — [3] A. Ångström, Geografiska Annaler., 21, 119, 1939. — [4] F. Baug, Meteorol. Rundsch., 2, 10, 1949. — [5] S. L. Hess, Journ. of Meteorol., 7, 1, 1950. — [6] S. L. Hess a. H. A. Panofsky, Bull. Amer. Meteorol. Soc., 29, 426, 1948. — [7] G. W. Hough, Popul. Astron., 7, 62, 1899. — [8] H. E. Lau, Astron. Nachr., 195, 313, 1913. — [9] Mem. Brit. Astron. Ass., 34, N 2, 52, 1939; N 3, 14, 23, 30, 1939; 35, N 1, 13, 29, 47, 1942.

Б. М. Рубашев.

М Е Т Е О Р И Т И К А

ОТКРЫТИЕ БОЛЬШОГО МЕТЕОРИТНОГО КРАТЕРА В АВСТРАЛИИ

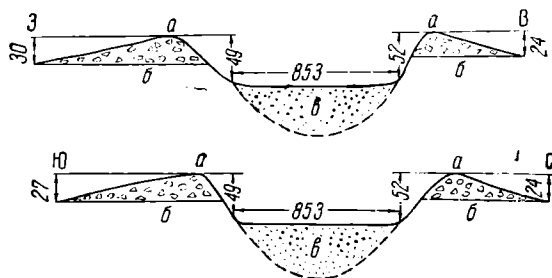
В июне 1947 г., во время рекогносцировочных полётов, организованных нефтяной компанией Вакуум Ойл, геологи Ф. Ривс и Н. Сове открыли в северной части Западной Австралии (округ Кимберлей) большой метеоритный кратер. Позже этот кратер был изучен наземными экспедициями, и, в частности, экспедицией Австралийского Географического общества.

Кратер находится в 650 км от морского берега, в 105 км к югу от маленького городка Холс Крик, $127^{\circ} 45'$ в. д. и $19^{\circ} 8'$ ю. ш. По имени ближайшей реки он назван кратером Вулф-крик. Издали кратер кажется плоским холмом, расположенным на равнине, покрытой песками, кое-где с редкими барханами и скудной растительностью. В нескольких километрах к северу от кратера находятся ближайшие выходы коренных пород — кварцитов и песчаников докембрия.

Кратер представляет правильное кольцо — вал, возвышающийся в среднем на 27.5 м над окружающей равниной. Плоское дно кратера лежит на глубине от 48.5 до 51.8 м ниже гребня вала, т. е. на 21—24 м ниже поверхности равнины. Кратер раньше был несомненно глубже, но теперь он заполнен на неизвестную глубину современными отложениями (бурения на дне кратера ещё не производилось).

Ширина вала достигает 27 м. Он состоит из угловатых глыб и обломков докембрийских кварцитов и песчаников, выброшенных из кратера. Высота вала очень однообразна, и колебания в высоте могут быть объяснены

позднейшим разрушением вала. Из помещённых на рисунке разрезов видно, что широтные и меридиональные сечения несколько отличаются по крутизне склонов. Угол внешнего склона вала колеблется от 10 до 15°, внутреннего от 30 до 40°. Эта разница в крутизне, повидимому, первичная.



Поперечные разрезы метеоритного кратера Вулф-крик. Вверху — по параллели, внизу — по меридиану. а — валы обломков; б — докембрийские кварциты; в — дельювий, злювий и зюловые отложения, заполняющие дно кратера. Размеры в метрах.

Дно кратера, в общем, плоское, с очень слабым подъёмом от центра к обрыву стенок. Диаметр кратера 853 м. Центральная часть (диаметром около 426 м) покрыта лёгким пористым гипсом, с многочисленными впадинами; периферическая зона, вплоть до стенок кратера, покрыта незакреплёнными песками. На дне кратера и по склонам вала растут редкие деревья.

Кварциты, слагающие нижнюю часть стенок кратера, имеют в общем пологое падение наружу — около 20° на восточной стенке, и до 50—60° на других. Падение внутрь кратера отмечено местами в юго-западном и северо-западном секторах. Возможно, что некоторые замеры ошибочны, и относятся к большим глыбам или отделённым от стен участкам; таких глыб довольно много в составе вала. На северной стенке наблюдается очень острое изгибание слоёв.

В общем трудно решить, какие деформации являются тектоническими и какие надо связывать со взрывом метеорита. Докембрийские кварциты к северу от кратера в естественных обнажениях смяты в пологие складки и пересечены лишь небольшими сбросами. Поэтому есть основание предполагать, что общее падение пластов наружу от кратера обусловлено взрывом метеорита. Подобная же структура стенок наблюдается и в метеоритных кратерах Аризоны и Техаса. Что касается острой складки в северной стенке, то она образовалась вероятно при древних тектонических движениях, так как вблизи поверхности такие грубые породы не могли бы согнуться под острым углом без излома пластов.

Изучение вала с воздуха и при наземных съёмках показало, что больше всего выброшено обломков на юго-западную сторону. Вероятно метеорит при приближении к Земле летел с северо-востока. Симметричное строение и правильность вала, а также структура стенок показывают, что кратер образовался вследствие взрыва метеорита, а не при простом ударе о земную поверхность. Метеорит,

по мнению некоторых исследователей, проник на глубину около 180 м, а затем взорвался.

В кратере и вокруг него не было обнаружено сплавленных стекловатых масс; но возле гребня вала найдены тяжёлые обломки горных пород, содержащие большое количество металлов.

Особенно много таких обломков в южном секторе. Анализ показал, что обломки состоят в основном из окислов железа (частью гидратов окиси) с небольшим количеством неопределимых силикатов, и халцедона. Количество никеля от 3.57 до 4.47%, удельный вес породы от 3.42 до 3.80. В одном образце обнаружено 0.06% металлического железа. Повидимому всё это обломки метеорита, подвергшиеся окислению в условиях земного выветривания.

Возраст кратера определить трудно, так как самые молодые коренные породы этой части Австралии — докембрийские. Но при изучении вала были обнаружены среди обломков на восточной части гребня куски гороховой железной руды латеритового типа. Пласт латерита в коренном залегании вскрыт в стенке кратера. Этот факт доказывает, что падение метеорита произошло после образования пласта латерита, т. е. после верхнего миоцена. Кратер слабо затронут эрозийными процессами. Но, с другой стороны, в фольклоре австралийцев этой части Австралии нет никаких легенд или сказок, которые можно было бы связать с падением метеорита.

Таким образом падение метеорита произошло в течение четвертичного периода. Некоторые исследователи думают даже, что характер выветривания обломков и степень эрозии позволяют считать, что метеорит упал 300 лет назад. Но это заключение не особенно надёжно.

Новый австралийский метеоритный кратер по своим размерам занимает второе место в мире после аризонского, как это видно из таблицы, в которой сведены данные о наиболее значительных метеоритных кратерах, известных в настоящее время:

Местонахождение кратера	Диаметр (в м)	Глубина (в м)	Отношение диаметра к глубине
Аризона, США	1190	17.7	6.8
Вулф-крик, Австралия	853	31.8	16.5
Боксхол, Австралия	175	15.8	11.1
Техас, США	162	5.5	29.4
Хенбюри, Австралия	109	18.3	6.0
Уорбар, Аравия	100	12.2	8.0
О. Саарема, Эстонская ССР	91.5	15.2	6.0
Хенбюри, Австралия	73	7.6	9.6
Кампо дель Чиело, Аргентина	56	4.9	11.4
О. Саарема, Эстонская ССР	39	4.0	9.9

Л и т е р а т у р а

1. D. J. Guppy a. R. S. Matheson. Wolf Creek meteorite crater, Western Australia Journ. of Geol., v. 58, N 1, 1950. — 2. Ohmen

find a hidden Crater. *Rock and Minerals*, Nov.-Dec., 1949.—3. Reeves a. R. O. Chalmers. Wolf Creek Crater. *Austral. Journ. Science*, v. 1, 1948.—4. L. J. Spencer. Meteorite craters as topographical features on the earth's surface. *Geogr. Journ.*, № 3, 1933.

Проф. С. В. Обручев.

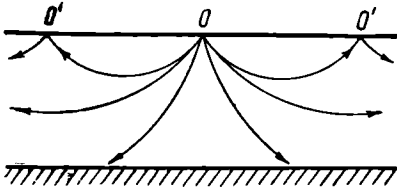
ФИЗИКА

О СВЕРХДАЛЬНОМ РАСПРОСТРАНЕНИИ ЗВУКА В ГЛУБОКОВОДНЫХ БАССЕЙНАХ

В 1946 г. советскими физиками было открыто и в последующие годы исследовано новое явление — сверхдальнее распространение звука в глубоководных бассейнах.

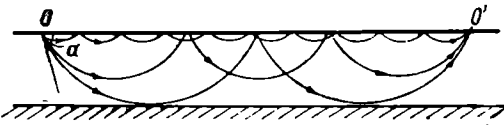
Известно, что скорость звука зависит от плотности и сжимаемости среды, в которой он распространяется. В водных бассейнах эти параметры меняются с глубиной. Поэтому скорость звука увеличивается с глубиной приблизительно на 1.8 м на каждые 100 м глубины.

Звуковая волна, проходя по глубине бассейна слои с различной скоростью звука, постепенно изменяет своё направление и возвращается обратно к поверхности воды (фиг. 1).



Фиг. 1.

При этом она не испытывает отражения от дна, где часть энергии поглотилась бы. На границе вода — воздух OO' звуковой луч испытывает полное отражение. Источник звука, расположенный в точке O , излучает звуковые волны в различных направлениях (фиг. 2).



Фиг. 2.

Чем больше угол α между направлением выходящего луча и плоскостью OO' , тем на большую глубину проникает звуковой луч. Эта зависимость имеет вид:

$$z_m = \frac{1 - \cos \alpha}{a \cos \alpha}, \quad (1)$$

где z_m — максимальная глубина проникновения данного луча; a — параметр, характеризующий изменение скорости звука с глубиной.

Из формулы (1) видно, что малому уменьшению угла соответствует заметное уменьшение глубины, на которую проникает луч. Действительно,

$$z_m = \frac{1 - \cos \alpha}{a \cos \alpha} = \frac{2 \sin^2 \frac{\alpha}{2}}{a \cos \alpha}.$$

Поэтому при малых α глубина слоя z_m пропорциональна квадрату угла α . С другой стороны, ясно, что количество звуковой энергии, концентрирующейся в слое z_m , прямо пропорционально углу α . Значит, плотность звуковой энергии в слоях, близких к поверхности воды, значительно больше, чем на глубине.

Концентрацией звуковой энергии вблизи поверхности воды (мы пренебрегаем для простоты рассуждений искажениями звукового поля вблизи поверхности воды, вызванными, например, прогревом верхних слоёв и следовательно соответственным изменением скорости звука) и отсутствием поглощения звука дном и объясняются «сверхдальние» распространения звука.

При распространении звуковых волн наблюдается также явление, аналогичное «фокусировке» света. Образуются области повышенной плотности звуковой энергии, концентрически располагающиеся вокруг источника звука.

Лучи, прошедшие различные толщ воды, распространяются с различными скоростями и проходят различный путь в воде. Поэтому даже резкий звуковой сигнал будет воспринят на приёмной станции как длительный. Форма сигнала существенно зависит от расстояния до источника звука и глубины водоёма.

Описанные явления, экспериментально обнаружил Л. Д. Розенберг [2] и теоретически рассчитал Л. М. Бреховских [1]. Л. Д. Розенбергу удалось зарегистрировать звуковой сигнал на расстоянии 560 км от источника звука. Это далеко не являлось пределом, так как на этом расстоянии уровень сигнала во много раз превышал уровень помех. Форма сигнала соответствует форме, вычисленной теоретически.

Литература

- [1] Л. М. Бреховских, Докл. АН СССР, 62, № 4, 469, 1948; 69, № 2, 157, 1949. — [2] Л. Д. Розенберг, Докл. АН СССР, 69, № 2, 175, 1949.

О. С. Горбачевский.

ВАЖНЕЙШАЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКАЯ РАБОТА

Недавно в Институте физических проблем, для Московского Государственного института мер и измерительных приборов, была изготовлена группа платиновых термометров сопротивления, которые в дальнейшем должны служить групповым эталоном сопротивления [1]. Эталонные термометры сопротивления представляют собою спирали из весьма чистой пла-

тины, навитые на соответствующие каркасы. В реферируемой работе был использован кварцевый каркас, изготовленный из скрученной винтом кварцевой пластинки. Конструкция его была разработана П. Г. Стрелковым [3], и уже неоднократно применялась ранее.

Спираль были изготовлены из спектрально-чистой платины.

Обычно методом контроля качества платины для термометров сопротивления служит величина отношения

$$\frac{\text{сопротивление при } 100^{\circ}\text{C}}{\text{сопротивление при } 0^{\circ}\text{C}}$$

которое должно быть выше 1.391. Наивысшее значение этого отношения, известное для наиболее чистой платины, равно 1.3925. У платины, использованной в реферируемой работе, оно заключалось между 1.39248 и 1.39237, т. е. было достаточно близко к предельному.

Эталонирование описанных термометров было проведено в парах кипящей серы, в тающем льде, изготовленном из дистиллированной воды, и в кипящем жидком кислороде в специальной установке, ранее изготовленной и описанной Стрелковым и Линьковым.

В результате описанной работы Московский институт мер и измерительных приборов в настоящее время располагает группой в десять платиновых термометров сопротивления, составляющих групповой эталон температуры, который является едва ли не лучшим в мире.

Л и т е р а т у р а

[1] Н. А. Бриллиантов, В. П. Линьков и П. Г. Стрелков. Журн. техн. физ., XX, вып. 3, стр. 334, 1950. — [2] Н. А. Бриллиантов. Журн. техн. физ., XVIII, 1113, 1948. — [3] П. Г. Стрелков. Заводск. лабор., 8, стр. 477 и 1097, 1939.

Проф. Д. В. Гогоберидзе.

ХИМИЯ

ЦВЕТНАЯ РЕАКЦИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ДИСТИЛЛИРОВАННОЙ ВОДЫ

Для оценки качества дистиллированной воды, определяемого содержанием в ней растворённых минеральных солей, обычно прибегают к определению её электропроводности или ещё чаще, к определению веса остатка после испарения довольно большого количества воды.

Недавно был описан новый приём [1], по которому качество дистиллированной воды определяют при помощи цветной реакции. К небольшому количеству исследуемой воды прибавляют каплю раствора реагента и по тону окраски через несколько минут оценивают качество воды.

Реакция выполняется в простой пробирке, не требует какой-либо аппаратуры и для её

выполнения достаточно 1—2 мл исследуемой воды.

Реагентом служит насыщенный раствор 2-окси-нафталин - (1-азо-2)-нафталин-1-сульфокислоты¹ в полупроцентном спиртовом растворе пиридина или триэтилоламина. На каждый миллилитр исследуемой дистиллированной воды прибавляют 1—2 капли этого раствора. Если вода вполне чиста, реагент растворяется в ней, образуя прозрачный жёлтый раствор, не изменяющийся и после суточного стояния. Но если дистиллированная вода содержит хотя бы следы растворённых минеральных солей, проба, бывшая вначале жёлтой, через несколько минут приобретает оранжевую или красноватую окраску, и тем более красноватого тона, чем больше в воде растворённых солей. При добавлении реагента к водопроводной воде немедленно образуется малиновая окраска. Московская водопроводная вода, разбавленная в 50 раз дистиллированной водой, всё ещё даёт отчётливую реакцию на растворённые минеральные соли.

Реакция основана на способности применяемого реагента 2-окси-нафталин-(1-азо-2)-нафталин-1-сульфокислоты образовывать малорастворимые соли со всяким неорганическим катионом, в том числе и с катионами натрия и калия. Реагент применяется в виде относительно растворимой пиридиневой соли (т. е. соли, образованной реагентом с пиридином), которая образует во вполне чистой воде прозрачный жёлтый раствор. При содержании же в воде любых растворённых неорганических солей происходит образование взвеси мелких кристалликов нерастворимых солей соответствующих элементов.

Особенностью реагента, обуславливающей возникновение цветной реакции, является то что окраска солей реагента, находящихся в растворённом состоянии, отличается от окраски тех же солей, присутствующих в виде твёрдых кристалликов. Растворы всех солей жёлтые, в твёрдом же взвешенном состоянии кристаллики различных солей придают жидкости окраску от красной до малиновой. По этой причине образование в растворах реагента каких угодно нерастворимых его солей сопровождается изменением окраски.

Способностью иметь различную окраску в растворённом и в твёрдом состоянии обладают многие соли. На этом свойстве основаны многие цветные аналитические реакции, подробно рассматриваемые в другой статье автора [2].

Кроме собственно оценки качества дистиллированной воды, новая реакция может найти весьма разнообразное практическое применение. Реакция пригодна для отличия дистиллированной воды от природной, дождевой воды от родниковой, для оценки стойкости стёкол или эмалей к выщелачиванию их водой, для определения (по чистоте фильтрата) окончания промывки различных нерастворимых осадков и во многих других случаях.

¹ Реагент готовится действием нитрита натрия на 2-аминс-нафталин-1-сульфокислоту и сочетанием полученного диазония с β-нафтолом.

Л и т е р а т у р а

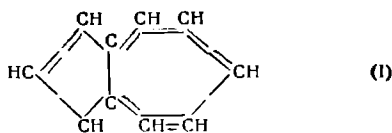
[1] В. И. Кузнецов. Цветные реакции для обнаружения незначительных концентраций растворённых минеральных солей. Заводск. лабор., 14, 545, 1948. — [2] В. И. Кузнецов. Цветные реакции, связанные с выпадением осадков. Успехи химии, 18, № 1, 75, 1949.

В. И. Кузнецов.

Т Р И Ц И К Л И Ч Е С К И Е А З У Л Е Н Ы

Впервые основные черты строения азуленов были установлены в 1936 г. Было обнаружено, что азулены представляют собой сильно ненасыщенные (содержат пять двойных связей) бициклические углеводороды, бицикл которых состоит из сочетания пяти- и семичленного циклов.

Простейший случай указанного строения с минимальной эмпирической формулой $C_{10}H_6$ можно показать на следующей структуре (I):

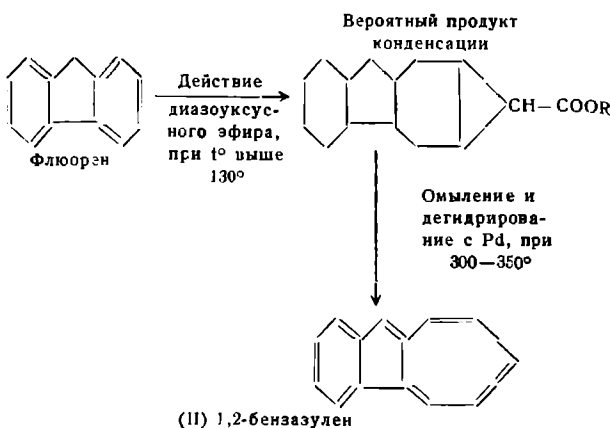


Разнообразные одно-, дву-, трёх- и четырёхзамещённые бициклические синтетические и природные азулены, изучавшиеся химиками и физиками, оказались синими или фиолетовыми углеводородами, хорошо растворяющимися в концентрированных фосфорной и серной кислотах и отличающимися друг от друга по составу, физическим свойствам (например по спектрам поглощения) и температурам плавления производных (пикраты, тринитробензолаты, тритилаты) [1].

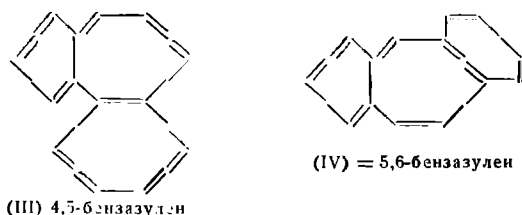
Интерес к азуленам был проявлен не только со стороны химиков и физиков, но также и со стороны фармакологов, особенно после того, как было найдено [7], что азулен из венгерской ромашки оказывает затормаживающее действие на воспаление глаза у морской свинки, т. е. после того, как обнаружилось противовоспалительное, или антибиотическое, действие некоторых азуленовых веществ.

В последние годы удалось установить, что азулены могут быть не только бициклическими, но и трициклическими соединениями. Так, Трейбс [8, 9] получил 2-бензазулен (флюорен-азулен) путём конденсации флюорена с diazoуксусным эфиром с последующим омылением и термическим декарбосилированием полученного продукта конденсации. Возможность получения 1,2-бензазулена из флюорена и diazoуксусного эфира или из гексагидроиндан-5-она и diaзометана была затем подтверждена Платтнером, Фюрстом, Хопиним и Винтелером [6], а также Хорном, Нунном и Рапсоном [2, 3].

Реакция получения 1,2-бензазулена (II) шла по схеме:



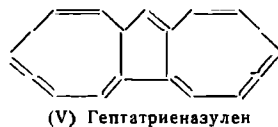
Почти одновременно с получением 1,2-бензазулена были синтезированы два других теоретически возможных бензазулена, а именно 4,5-бензазулен (III) [4] и 5,6-бензазулен (IV) [6]:



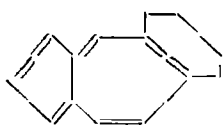
4,5-бензазулен был получен из 3-фенилциклопент-2-ен-1-он-уксусной кислоты в семь стадий. Для синтеза 5,6-бензазулена исходным материалом явился 1,2,3,4-тетрагидро-6,7-циклопентено-нафталин.

При получении указанных трёх различных бензазуленов были выделены побочные вещества, по свойствам и строению типичные трициклические азулены, являющиеся или частично гидрированными при бензольном кольце азуленами или азуленами, содержащими одновременно два семичленных кольца.

Так, Трейбс получил твёрдый гомолог бензазулена, цвета индиго, состава $C_{15}H_{12}$, с т. пл. 174° , близок им не изученный, по всей вероятности имеющий строение гептатриеназулена (V):



Образование этого азулена, возможно, связано с присоединением двух молекул diazoуксусного эфира к бензольным кольцам флюорена (по одной молекуле diazoуксусного эфира на каждое бензольное кольцо). Получение 5,6-бензазулена сопровождалось образованием 5,6-тетраметиленазулена (VI), вероятно в связи с неполным дегидрированием продукта реакции.



(VI) 5,6-тетрамтилеанзулен

Чтобы закончить перечисление известных в настоящее время трициклических азуленов, остаётся ещё упомянуть об 1,8-триметиленазулене (VII), синтезированном Трейбсом и Фройтцгеймом в 1949 г. [10] конденсацией тетрагидроаценафтена с диазоуксусным эфиром по схеме:



Все вышеуказанные трициклические азулены обладали известными для бициклических азуленов свойствами; например они были легко растворимы в 85%-й фосфорной кислоте, имели сами синий цвет или окрашивали растворы в синий или сине-фиолетовый цвета, обладали характерным спектром поглощения, напоминающим спектр бициклических азуленов (с некоторыми отклонениями), были кристаллическими телами и оказались довольно стойкими к повышенной температуре (за исключением 4,5-бензазулена).

Свойства полученных трициклических азуленов указаны в таблице.

Из таблицы видно странное расхождение между установленными температурами плав-

Л и т е р а т у р а

[1] Н. П. Кирьялов. Азулены. Природа, № 8, 1946. — [2] D. H. S. Horn, I. R. Nunn and W. S. Rapson. Synthesis of cyclic conjugated Polyolefins. Nature, 160, 4076, 829, 1949. — [3] I. R. Nunn and W. S. Rapson. 1,2-Benzazulene. J. Chem. Soc., 178, 825, 1949. — [4] I. R. Nunn and W. S. Rapson. 4,5-Benzazulene. J. Chem. Soc., 222, 1051, 1949. — [5] Pl. A. Plattner, A. Fürst, I. Chopin and G. Winteler. 1,2-Benzazulene. Helv., 31, 501, 1948. — [6] Pl. A. Plattner, A. Fürst and W. Keller. Über das 5,6-Benzazulene und das 5,6-Tetramethylenazulene. Helv., 32, 2464, 1949. — [7] Ch. P o m m e r.

Название азулена	Т. пл.	Окраска чистого азулена	Состав	Т. пл. тринитробензолат ¹	Т. пл. тротилата ¹	Т. пл. ² пикрата	Автор
1, 2-бензазулен	176°	Зелёно-чёрная	C ₁₁ H ₁₀	155°	—	110°	Платтнер и др. [6]
1, 2-бензазулен	176—177°	Зелёная	C ₁₁ H ₁₀	152.5—153.5°	105.5—103.5°	—	Нунн и Рапсон [7]
1, 2-бензазулен	220°	Тёмнозелёная	C ₁₁ H ₁₀	—	—	—	Трейбс [8,9]
1, 2-бензазулен	192°	»	C ₁₁ H ₁₀	155°	—	—	Трейбс [8,9]
4, 5-бензазулен	жидк.	Синяя	C ₁₄ H ₁₀	161°	120°	—	Нунн и Рапсон [4]
5, 6-бензазулен	159—159.5°	Фиолетовая в растворе	C ₁₁ H ₁₀	137—137.5°	—	—	Платтнер и др. [6]
5, 6-тетрамтиленазулен	70—71°	Синяя	C ₁₄ H ₁₄	116—117°	—	—	Платтнер и др. [6]
1, 8-триметиленазулен	60°	Сине-фиолетовая	C ₁₃ H ₁₂	168°	—	—	Трейбс и Фройтцгейм [10]

¹ Все тринитробензолаты и тротилаты — мономолекулярные соединения.

² Пикрат легко разлагается и не константного состава, приблизительно соответствует C₁₄H₂₀O₇N₃.

Wirkung einiger Azulene bei Entzündungen. Ber. von. Schimmel, 103, 1942—1943. — [8] W. Treibs. Über polycyclische Azulene und Verdazulene. Die Naturwissenschaften, 33, 12, 371, 1946. — [9] W. Treibs. Synthese des 1,2-Benz-azulens. Chem. Ber., 8, 1, 38, 1948. — [10] W. Treibs und H. Froitzheim. Synthese des 1,8-Trimetylenazulens; Versuch der Synthese eines Diazulenyls. Ann., 564, 43, 1949.

Н. П. Кирьялов.

ГЕОЛОГИЯ

ЗАГАДОЧНЫЙ КРАТЕР В ПАТОМСКОМ НАГОРЬЕ

Летом 1949 г. на территории Бодайбинского района Иркутской области в бассейне р. Олекмы на правом развилке 2-го левого притока речки Джебулды (впадающей слева в р. Хомолхо километрах в сорока от устья последней) мы обнаружили интересное природное образование, напоминающее по своей форме кратер или конус вулкана. Этот конус находится на покатом ЗСЗ левом склоне V-образной долины на высоте 100—150 м над её тальвегом и представляет возвышающийся над склоном выпуклый правильный усечённый конус с горизонтальным верхним срезом. Поверхность верхнего среза образована гребнем заострённого, слегка зазубренного кольцевого вала, внутри которого располагается воронкообразное углубление с куполообразной центральной горкой внутри, высота которой равна высоте вала.

Конус расположен на склоне, и поэтому

относительная высота его над поверхностью земли различна. С верхней стороны высота конуса около 10—15 м, а с нижней 70—80 м. Средний диаметр конуса 130—150 м. Глубина внутреннего кольцевого рва около 8—10 м. Склоны крутые (фиг. 1).

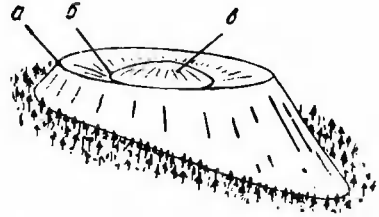


Рис. 1. Схематический рисунок кратера; а — кольцевой вал, б — кольцевой ров; в — центральная горка.

Конус сложен глыбами различных размеров и щебнем мелко- и среднекристаллических серых известняков, содержащих примесь глинистого и углистого материала. Обломков других горных пород нет. Поверхности глыб свежие, лишённые корки выветривания и лишайников. Рёбра обломков резкие и острые (фиг. 2). Наиболее крупные глыбы покрывают верхнюю часть конуса, на внешних склонах лежит мелкий, осыпающийся под ногами щебень. Вокруг конуса на некотором расстоянии валяются глыбы известняка. Склон горы, на котором расположен конус, сложен круто падающей на запад толщей известняков мощностью около 400 м. Мощность рыхлых наносов на склоне около 1 м.

Нигде в окрестностях известняки не дают глыбовых россыпей, и их россыпь на конусе



Рис. 2. Внутренний склон кольцевого вала: видна форма и размеры обломков известняка и молодые лиственницы.

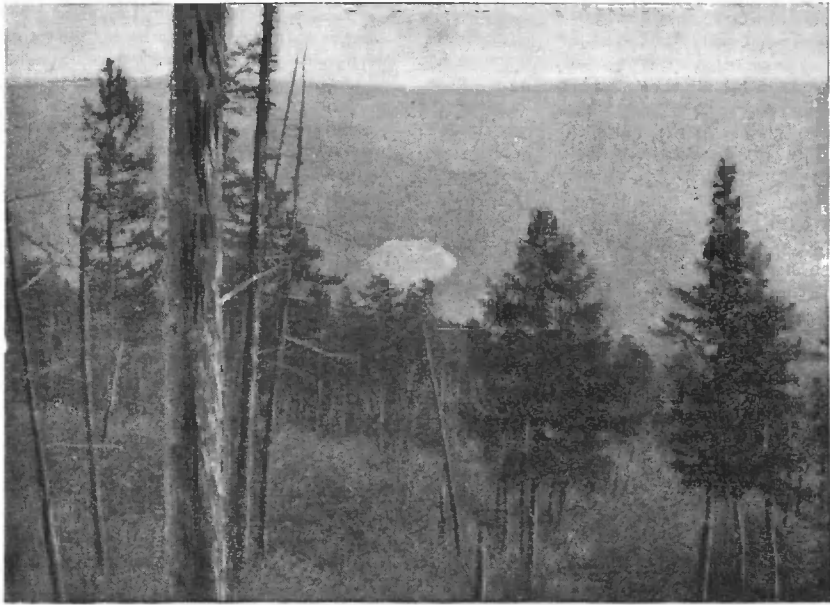


Рис. 3. Общий вид кратера с противоположного склона долины.

издали обращает на себя внимание (фиг. 3). Растительность на конусе отсутствует, кроме нескольких одиночных молодых лиственных.

На дне кольцевого рва между глыбами была обнаружена вода, подёрнутая ледком, несмотря на жаркий день. Светлая поверхность конуса могла препятствовать его прогреванию, и внутри развилась мерзлота. Отклонений магнитной стрелки на конусе и вблизи него не наблюдалось.

Свежий, осыпающийся, ещё не успевший покрыться растительностью конус, сохранивший резкие очертания, не носящий следов размыва и разрушающего действия вечной мерзлоты, является несомненно очень молодым образованием; возраст его вряд ли превышает 100—200 лет. Подобное образование обнаружено в Патомском нагорье впервые, и причины его возникновения остаются пока загадкой. Сила, раздробившая скальный известняк и насыпавшая конус, вероятно была приложена близко от поверхности, действовала кратковременно (иначе не была бы уничтожена растительность), в вертикальном направлении (на это указывает правильность формы конуса), и была для данного района случайной. Геологическая структура — спокойно падающее на ЗЮЗ крыло древней синклинали, сложенное на несколько километров в глубину метаморфическими породами, отсутствие в районе каких-либо проявлений вулканизма и крупных разломов — совершенно не благоприятна для возникновения подобного образования.

В известняках, из обломков которых сложен конус, никаких поверхностных карстовых явлений не наблюдается, да и сама выпуклая насыпанная форма для карста, как известно, не характерна. Объяснение образования конуса как результат выпучивания гигантского гидролакколита также маловероятно, так как

в окружающем районе гидролакколиты не развиты даже на плоских поверхностях долин и седловин, несущих рыхлые наносы большой мощности. К тому же на склоне ниже конуса нет следов наледи и потоков воды.

Приписать происхождение конуса деятельности человека очевидно также нельзя. Место это находится в безлюдной тайге далеко от селений и троп, не представляет практического интереса и за исключением нескольких охотников никому из местных жителей не известно. Нам кажется, что наиболее вероятной причиной возникновения этого конуса могло послужить падение крупного метеорита, углубившегося при ударе в скалу и там взорвавшегося. Но наличие центральной горки говорит о большой сложности процессов этого взрыва.

В. В. Колпаков.

*

Открытый В. В. Колпаковым в северо-восточной части Патомского нагорья кратер является совершенно исключительным по своей форме и геологическому положению и заслуживает детального изучения. Но вряд ли подобный конус мог образоваться при падении метеорита, как это предполагает автор. Как при простом ударе метеорита, так и при взрыве его после углубления в коренные породы получаются широкие плоские впадины, заполненные обломками и делювием, окружённые кольцевым валом обломков [2].

В Джебульдинском кратере мы не видим широкой центральной впадины в коренных породах, а лишь высокий и крутой усечённый конус обломков и центральную, сравнительно узкую воронку (диаметр не более четверти диаметра конуса), заполненную обломками

Как видно из одновременно печатающейся в этом номере (стр. 48) заметки о новом метеоритном кратере в Австралии, отношение диаметра к глубине кратера у всех известных крупных метеоритных кратеров большей частью от 10 до 30 и в редких случаях — от 6 до 10. Если предположить, что центральная воронка Джебульдинского кратера первоначально доходила до поверхности земли и имела глубину в средней части около 40—50 м (среднее между высотой верхнего края кратера над почвой в верхней и нижней части склона), то это отношение у него будет равно приблизительно 3.

Такая форма конуса ближе всего напоминает шлаковые конусы вулканов. Так, например, изученные мною четвертичные вулканы в В. Саяне имеют: вулкан Кропоткина высоту 90 м и диаметр 220 м, вулкан Перетолчина — 110 и 200 м; отношение диаметра к высоте соответственно 2,4 и 1,8.

Если метеорит, как это предполагает В. В. Колпаков, углубился при ударе в известняки и там взорвался, то взрыв этот, как и во всех подобных случаях, вызвал бы раздробление коренных пород вверх по плоскому конусу, с широким разбрасыванием обломков. Для того чтобы создать насыпной конус типа Джебульдинского, взрыв должен был прорвать узкую цилиндрическую трубку и обломки должны были лететь почти прямо вверх, как при вулканических извержениях.

Как показывают подсчёты, глубина подобной трубки должна быть весьма значительной. Объём усечённого конуса, судя по цифрам и рисунку В. В. Колпакова, равен приблизительно 236 000 м³. Предположим, что обломки лежат неплотно, с пористостью (пустыми промежутками) до 40% (как это принимают для осыпей), и что цилиндрическая трубка имела диаметр, равный центральной горке, т. е. 36 м. Известняки, выброшенные на поверхность, в таком случае должны были занимать ранее объём, равный цилиндру глубиной в 139 м.

Но так как в настоящее время цилиндрическая трубка под кратером несомненно заполнена также обломками, то надо предполагать ещё большую глубину трубки взрыва. Если пористость в подземной части трубки считать равной 25%, то вся раздроблённая взрывом масса, как находящаяся на поверхности, так и внутри, может уместиться обратно только если мы примем глубину трубки в 556 м. Но трубка взрыва должна быть гораздо глубже, так как пористость брекчин взрыва с глубиной несомненно уменьшается. Кроме того, диаметр трубки вероятно несколько меньше диаметра центральной горки (которая, вследствие стремления обломков образовать угол естественного откоса, при выдавливании несколько расширилась).

Все эти соображения приводят к заключению, что Джебульдинский кратер мог образоваться только в результате прорыва со значительной глубины газов или паров, которые, как это обычно бывает, пробили цилиндрическую трубку в участке, ослабленном тектоническими разломами. Как ни трудно увязать это предположение с геологическим строением Бодайбинского района, но другие гипотезы в данном случае неприменимы. Против метео-

ритной гипотезы говорит и отсутствие обломков метеорита; преобладание обломков известняков указывает на то, что главная масса материала выброшена из верхнего отрезка трубки взрыва.

Что касается центральной горки, то она получилась вследствие позднейшего выдавливания обломков из трубки взрыва, которое могло быть вызвано или новым небольшим давлением газов, или какими-либо другими процессами. Это могло быть, например, увеличение объёма глинистой массы, заполняющей промежутки между обломками известняка, при пропитывании её грунтовыми водами, спускавшимися по трубке взрыва, и т. п.

Джебульдинский кратер расположен в области развития метаморфических пород докембрия и нижнего палеозоя, в значительном удалении от тех площадей, где известны проявления вулканизма четвертичного периода. По прямому направлению от него до ближайших позднечетвертичных вулканов в верховьях р. Витима около 600—650 км. Но если мы обратим внимание на расположение четвертичных вулканов Прибайкалья относительно тектонических структур, мы можем сделать вывод, что и Джебульдинский кратер находится в довольно благоприятной тектонической зоне.

Огромная площадь третичных излияний базальтов охватывает всю восточную Монголию, Забайкалье, восточные части Тувы и Восточного Саяна. В четвертичное время излияния базальтов повторились в отдельных районах этой площади, но с меньшей силой. Хотя вся эта область лежит внутри платформы кайнозойского времени, но северная граница третичных и четвертичных базальтов довольно ясно связана со значительно более древней структурой: с северной границей каледонской (нижнепалеозойской) складчатой зоны. Особенно резко это проявляется в расположении северо-западных центров излияния базальтов в бассейне Оки, Иркутка и Джиды, которые сосредоточены в наиболее раздробленном участке складчатой зоны, и не пере-

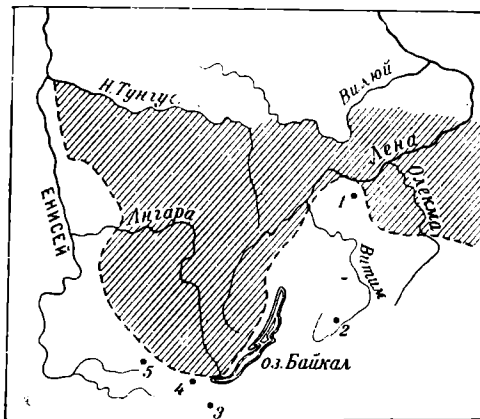


Рис. 4. Схема расположения вулканов Восточной Сибири. 1 — Джебульдинский кратер, 2 — вулканы верховьев Витима, 3 — вулканы бассейна Джиды, 4 — остатки вулканов Тунки в долине Иркутка, 5 — вулканы бассейна Оки. Штриховкой показана каледонская платформа, пунктиром — её граница с каледонской складчатой зоной.

МИНЕРАЛОГИЯ

НОВЫЙ МИНЕРАЛ — МАГНИЙМОНТ- МОРИЛЛОНИТ

ходят в пределы сибирской каледонской платформы (фиг. 4).

Вдоль Байкала, на северо-восток от большой геосинклинальной Каледонской области, отходит тупая ветвь, которая, постепенно суживаясь, повидимому, заканчивается в Патомском нагорье. В широком южном расступе этой ветви близ границы с главной геосинклинальной областью довольно много площадей излияний кайнозойских базальтов, и именно здесь находятся четвертичные вулканы верховьев Витима. А в тупом северном конце ветви расположен Джебульдинский кратер. Таким образом, он в тектоническом отношении связан также с древней геосинклиналью, но находится в значительном удалении от главной геосинклинальной области. Если в последней четвертичный вулканизм проявился в виде обильных трещинных излияний базальтов, закончившихся прорывом газов по трубкам взрыва и образованием маленьких шлаковых конусов, то в менее активном северном тупике складчатой зоны извержения вполне могли проявиться только в виде прорыва газов.

Вулканы В. Саяна и Хамар-дабана в геологическом смысле очень молоды. Они все послеледниковые, т. е. их извержения произошли не раньше чем 10—15 тыс. лет тому назад. Свежесть некоторых вулканических аппаратов указывает даже на гораздо более молодую эпоху излияний.

Напомним, что несколько лет назад на северо-востоке СССР, в верховьях р. Момы (хребет Черского) был открыт позднечетвертичный маленький вулкан [1]. Вулкан этот также расположен в 600—650 км от ближайших площадей молодых базальтов и в 1000 км от потухших вулканов северной части Камчатки. Хотя северо-восток представляет более молодую складчатую область (в пределах современного материка складчатые движения закончились в первой половине мелового периода), но по отношению к кайнозойской складчатой зоне хребет Черского лежит внутри кайнозойской платформы, так же как и перечисленные выше вулканы.

Таким образом, несмотря на то, что Джебульдинский кратер расположен в глубине материка Азии, тектоническая обстановка не исключает возможности слабых проявлений вулканизма в этом районе. Во всяком случае, каково бы ни было происхождение этого кратера, он требует самого внимательного изучения. Было бы желательно заложить глубокую скважину на оси конуса, чтобы выяснить, как далеко уходит трубка взрыва и какими породами она заполнена.

Л и т е р а т у р а

[1] А. П. Васильевский. Четвертичный вулкан Балаган-гас в верховьях р. Момы. Тр. Лаб. вулканологии и Камчатской вулк. станции, вып. 6, стр. 3—9, 1948. — [2] L. J. Spence. Meteorite craters as topographical features of the earth's surface. Geogr. Journ., № 3, 227—248, 1933.

Проф. С. В. Обручев.

В Советском Союзе ведутся обширные исследования глинистых пород с применением новых методов изучения (рентгеновского и термического анализов и др.) дисперсных минералов. Эти работы раскрывают сложный мир коллоидных минералов глин и часто приводят к открытию новых минералов. В первой книжке трудов недавно основанного Казанского филиала Академии Наук СССР в серии геологических наук опубликованы результаты обстоятельного изучения плиоценовых глин Татарской Республики, проведенного Н. В. Кирсановым в течение ряда лет.¹ Автор применил к определению минералогического состава минералов глинистого вещества глин термический, рентгенографический, микроскопический, химический, спектральный и другие анализы. С помощью комплекса методов Н. В. Кирсанову удалось обнаружить во флоридиновых глинах новый минерал, который относится к группе монтмориллонита. От обыкновенного монтмориллонита, который имеет формулу $n(\text{Ca}, \text{Mg})\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4-5 \text{SiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$, где $n < 1$, новый минерал отличается главной ролью в нём магния, а не кальция, и его состав изображается другой формулой: $0.3\text{MgO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 5 \text{SiO}_2 \cdot 2.5 \text{H}_2\text{O}$.

Н. В. Кирсанов назвал новый минерал магниезальным монтмориллонитом, но, в соответствии с правилами Д. П. Григорьева, его следовало бы просто обозначить как магниймонтмориллонит.²

Магниймонтмориллонит даёт характерную для монтмориллонита рентгенограмму. На термической дифференциальной кривой имеются монтмориллонитовые эндотермические остовки при 120—150° и 750—770°. Под микроскопом видны чешуйки жёлто-бурой окраски, слабо действующей на поляризованный свет и нередко показывающей волнистое угасание. Интерференционная окраска колеблется от жёлтого и оранжевого цвета первого порядка до зелёного цвета второго порядка. Сила двойного лучепреломления варьирует от 0.020 до 0.040, но обычно равна 0.025—0.030. Оптический знак отрицательный. N_g несколько больше преломления канадского бальзама, N_p равен ему.

Магниймонтмориллонит обнаружен на территории Закамской части Татарской республики в домашкинских отложениях плиоцена. Плиоценовые отложения залегают трансгрессивно на размытой поверхности пермских пород. Мощность их свыше 50 м. Эти отложения приурочены к долинам древних рек и к зонам

¹ Н. В. Кирсанов. Плиоценовые глины Татарской АССР. Тр. Каз. фил. АН СССР, сер. геолог. наук, вып. 1, 1948.

² Напомним, что недавно был открыт другой новый член группы монтмориллонита — купромонтмориллонит, содержащий в качестве главного основания окись меди (Природа, 1950, № 10, стр. 48).

тектонических нарушений. Домашкинские глины относятся к типу флоридиновых глин. Они высокодисперсны (содержание фракций < 0.005 мм составляет 77—98%), зеленовато-серого, тёмносерого и иногда почти чёрного цвета с синеватым оттенком. Во влажном состоянии легко режутся ножом. Глины слабо карбонатные только в верхних и нижних частях; в средней части они лишены карбонатов. Возникли эти глины в условиях озёрно-болотного режима при слабощелочной или нейтральной среде. Исходным материалом послужили пелитовые и коллоидные частицы, получившиеся при разрушении пермских и плиоценовых пород, которые сносятся в водоёмы. Новый минерал образовался за счёт выветривания преимущественно магнезиальных силикатов.

Магниймонтмориллонит находится в плиоценовых глинах в парагенезисе с каолинитом или метагаллуазитом, кварцем и гидрослюдой. Породообразующим минералом во всех изученных глинах является магниймонтмориллонит, а второстепенными кварц и гидрослюда (типа иллита).

В связи с тем, что плиоценовые глины содержат в качестве породообразующего минерала монтмориллонитовый минерал, они являются хорошими адсорбентами и относятся к типу отбеливающих глин. Опыты Н. В. Кирсанова показали, что эти глины прекрасно очищают продукты переработки нефти, различные масла и т. д., что имеет большое народнохозяйственное значение.

Проф. И. Д. Седлецкий.

СИНИЙ ВЕЗУВИАН — ЦИПРИН ИЗ СКАРНОВ ЧАТКАЛЬСКИХ ГОР

Везувиан, как известно, представляет собой весьма интересный и пока единственный пример в ряду силикатов, в построении кристаллической ячейки которого принимают одновременное участие отдельные и сдвоенные кремнекислородные тетраэдры — $[\text{SiO}_4]^{4-}$ и $[\text{Si}_2\text{O}_7]^{6-}$.

Его формула довольно сложна:



В качестве постоянной изоморфной примеси в нём находится бор, менее обычны Fe^{++} , Mn^{++} , Cr^{+++} , Ti^{+++} и щёлочи.

Везувиан является переходным структурным типом от ортосиликатов к диортосиликатам и тесно примыкает к группе гранатов не только структурно, но и по химическому составу, приближаясь к гроссуляру (если учитывать главные компоненты).

Эта близость химического состава везувиана и гроссуляра является очевидно решающей в истолковании их постоянного парагенезиса в контактно-метаморфических породах — кристаллических известняках, где везувиан встречается наиболее часто. Однако он значительно менее распространён в природе, чем гроссуляр, так как требует для своего образования, кроме того, ещё наличия F (или OH) и В, а последние сопровождают далеко не каждый контактно-метаморфический процесс,

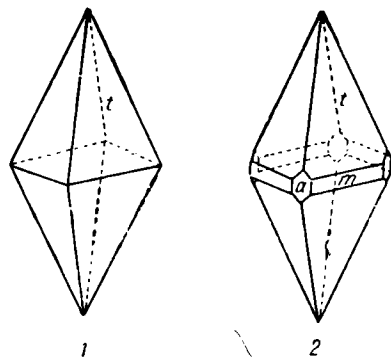
не будучи постоянными составными частями любой магматической интрузии.

Обычный цвет везувиана — зелёный, жёлтый и бурый различных оттенков и очень редко синий и красный.

Синяя разновид везувиана, так называемый циприн [1], встречен до сих пор, судя по литературным данным, только в двух местах: в Норвегии (Телемаркен) и США (Франклин, штат Нью-Джерси).

Описываемый ниже циприн находится в Чаткальских горах по левому берегу р. Санталаш, недалеко от горы Уртак-тау. Здесь он обнаружен в числе других минералов, составляющих мощную зону (до 150 м) скарнов, образовавшуюся на контакте доломитизированных известняков и гранодиоритов. Главными минералами этих скарнов являются: кальцит, гроссуляр, зелёный везувиан, диопсид, плеонаст, хлорит и кварц.

Циприн в виде отдельных мелких кристалликов и скоплений небольших зёрен синего или интенсивно-голубого цвета находится среди кальцита и граната. Размер кристаллических индивидов его не превышает 2.5—3 мм в поперечнике. Кристаллики обладают дипирамидальным габитусом, но представлены, насколько можно судить по макроскопической оценке, не главной дипирамидой — (111)*p*, а второстепенной — (331)*t*, в связи с чем имеют заостренный по главной оси вид (фиг. 1). На некоторых кристаллах наблюдались призматические грани (100)*a* и (110)*m*, но в весьма подчинённом развитии (фиг. 2).



Фиг. 1.

Фиг. 2.

Следует отметить, что и зелёный везувиан, который представлен здесь в несравненно большем количестве и в значительно более крупных индивидах, даёт совершенно аналогичные комбинации простых форм с резко преобладающим развитием острой дипирамиды (331).

Циприн, сопровождаясь кварцем и кальцитом, обычно занимает промежутки между индивидами зелёного везувиана, местами окаймляя его по периферии, но нередко вместе с последним оказывается внутри более крупных кристаллов бледнозелёного гроссуляра, несколько искажённого тетрагонтриоктаэдрического габитуса. Поверхности соприкосновения крупных кристаллов граната и везувиана представлены индукционными гранями.

Главные константы циприна следующие. Твёрдость 6.5. Удельный вес, определённый

методом пикнометра, составляет 3.39. В шлифе слабодисный, почти бесцветный. Плеохроизм следы: N_g — синий, N_p — бесцветный. Оптически отрицательный, двупреломление низкое — $N_g = 1.727$; $N_p = 1.724$; $N'_g - N_p = 0.003$. Спайность не заметна. В HCl почти не растворяется. Спектральный анализ, произведенный в лаборатории НИГРИ (аналитик Г. Г. Бура), показал наличие в составе циприна Si, Al, Ca, Fe, Mg, B, следы Na и полное отсутствие меди.

В связи с этим и вопреки справочнику по минералогии Э. С. Дана [1], указывающему на содержание Си в циприне, нам представляется, что окраска последнего объясняется, скорее всего, комплексом Fe^{3+} и Fe^{2+} [4], особенно если учесть наличие в структуре минерала гидроксильных групп.

Что касается последовательности образования минералов (алюмокальциевых силикатов), сначала везувиан (и циприн), затем гроссуляр, как это вытекает из их взаимоотношений, то она может быть объяснена, исходя из различных потенциалов алюминия в них. В условиях взаимодействия магматических масс и постмагматических растворов с избытком $CaCO_3$ в первую очередь, вероятно, должны появляться минералы с низким потенциалом Al (везувиан), а затем с более высоким (гроссуляр) [2].

Это тем более вероятно, что в высокотемпературных условиях контактно-метаморфического процесса Al является одним из наиболее инертных компонентов [3].

Л и т е р а т у р а

[1] Э. С. Дана. Описательная минералогия. ОНТИ, 1937. — [2] Д. С. Коржинский. Соотношение между минералогическим составом и величиной химических потенциалов компонентов. Зап. Минер. общ., вып. 1, 1944. — [3] Д. С. Коржинский. Петрология турьинских скварновых месторождений меди. Труды Инст. геол. наук, вып. 68, 1948. — [4] В. С. Соболев. Введение в минералогию силикатов. Изд. Львовск. Гос. унив., 1949.

А. С. Поваренных.

ГЕОГРАФИЯ

О ВОЗМОЖНОСТИ НАХОЖДЕНИЯ ЛЕДНИКОВ НА ТЕЛЬ-ПОС-ИЗЕ (СЕВЕРНЫЙ УРАЛ)

Эта заметка имеет целью обратить внимание географов и гляциологов на возможность нахождения постоянных ледников на Тель-пос-изе — одной из высочайших вершин Северного Урала, достигающей 1694 м абс. выс. В 1946 г., в связи с проведением геоботанического обследования бассейна р. Шугор, нам удалось покрыть сеть маршрутов прилежащую к нему часть Урала. В том числе неоднократно был посещен и Тель-пос-из, на вершину которого автор поднимался 2 сентября 1946 г. К сожалению, ограниченное время и совершенно другие задачи работы не позволили уделить

должного внимания более детальному осмотру многочисленных цирков системы Тель-пос-иза.

Долгое время Урал считался совершенно лишенным ледников и лишь в последнее время, с 1929 г., они обнаружены на горах Народа, Сабле и других. Однако южнее хребта Сабля (высота Сабля 1648 м над ур. м., широта $64^{\circ}48'$) они не были обнаружены, несмотря на то, что Тель-пос-из неоднократно посещался геологами (Сошкина, Добролюбова и др.). Главная вершина Тель-пос-иза расположена под $63^{\circ}55'$ с. ш., легка для подъема на нее и изобилует многочисленными формами рельефа, указывающими на совсем недавнее существование ледников. К их числу относятся многочисленные цирки, трои, конечные морены и озера подпора. В частности, такое живописное озерко расположено непосредственно под главной вершиной Тель-пос-иза. Оно имеет вытянутую с юга на север форму, около 250 м длины, и со стороны вершины ограничено отвесной стеной кварцитов, имеющей около 500—550 м высоты. Озеро лежит на абсолютной высоте около 1100 м.

В нижней части склона, спускаясь в озеро, расположено очень крупное пятно или ледничка или постоянного снежника; оно, к сожалению, доступно только со стороны озера (на лодке). На северо-восточном склоне, ниже морены, подпирающей озеро, на высоте около 900 м расположен снежник, площадью более 1 м². Глубина снега в верхней части 1.2 м, сверху снег рыхлый, внизу — фирнообразный. Снежник занимает весь склон и ограничен с боков почти отвесными стенами, а внизу — валом обломков кварцита. Вершина Тель-пос-иза разделена ледниковой корытообразной долиной (трогом) на две вершины, из которых северная метров на 20 выше южной. На западном склоне северной вершины, почти отвесном и недоступном без хорошего альпийского снаряжения, в огромном и глубоком цирке, обращенном на юго-юго-запад и затененном отвесными стенами и серией пиков, хорошо виден огромный снежник, а может быть и ледничок, занимающий почти весь цирк и внешне поразительно схожий с теми фотографиями, которые даёт А. Н. Алешков для ледников горы Сабля. (Труды ледниковых экспедиций, вып. 4, Урал, 1935).

Следующим пунктом, где в цирке наблюдался крупный снежник с мощностью фирнового снега до 2 м, является цирк на восточном склоне кряжа Тель-пос к югу от вершины, в истоках р. Мора-ю, как раз против южной оконечности горы Ууты, примерно под $63^{\circ}50'$ с. ш. Этот снежник расположен в верхней части цирка и ограничен почти со всех сторон отвесными скалами, а снизу высоким крупнообломочным валом. Площадь его более 2 км².

Меньших размеров снежники наблюдались во многих цирках восточного склона кряжа Тель-пос, к югу, примерно, до широты горы Хора-из (около $63^{\circ}45'$ с. ш.). Многие из них имеют значительную мощность снега — до 2 м и фирновый его характер. Если учесть, что эти наблюдения производились в конце августа — начале сентября, когда на этих высотах уже не приходится ожидать интенсивного таяния снега, то, ясно, что считать их остатком зимнего снегового покрова нельзя. К тому же и характер нижних горизонтов

снега, превратившегося в лёд, говорит против такого предположения.

Таким образом, область Тель-пос-иза и южнее расположенной части кряжа является весьма возможной областью распространения ледников, самой южной на Урале. Работами многочисленных исследователей, ежегодно посещающих Северный Урал, это, вероятно, будет установлено в ближайшие годы.

Ю. П. Юдин.

ДВА КАРСТОВЫХ ПРОВАЛА

В 1939 г. газета «Красная Татария» сообщила о том, что во время пахоты на поле близ селения Верхней Акташ Татарской АССР провалился под землю трактор вместе с трактористом и образовалась естественная шахта с овальным отверстием на поверхности размером 3×4 м, глубиной 52 м, более чем на половину заполненная водой [1]. Об этом случае рассказано и в популярных статьях автора настоящей заметки [2, 3].

17 июня 1949 г. газета «Восточно-Сибирская правда» опубликовала сообщение о внезапном образовании провала вблизи селения Усть-Оса Осинского аймака Усть-Ордынского Бурят-Монгольского национального округа Иркутской области [4]. В конце августа 1949 г. провал этот, находящийся в долине р. Осы, близ впадения её в Ангару, был исследован карстовым отрядом Восточно-Сибирской экспедиции Научно-иссл. инст. географии Московского университета. В состав отряда, помимо автора заметки, входили студенты-дипломники географического факультета МГУ Р. А. Сорокина и Л. М. Шлыкова.

Провал представляет собой естественную шахту с отвесными и нависающими стенками, которая открывается среди поля овальным отверстием размера 3.7×4.2 м (фиг. 1). В глубине полость шахты расширяется; на глубине 21 м от поверхности стоит вода, которой заполнена большая часть шахты. Общая глубина шахты составляет 56 м. Шахта этого провала во всём, даже своими размерами, удивительно напоминает шахту акташского провала.

Из глубины провала взята проба воды для химического анализа. Температура воды оказалась немного ниже 5°C (температура наружного воздуха при исследовании равнялась 13°C).

По сообщению местных жителей, провал образовался в мае. «Накануне в поле здесь пасся табун лошадей, а наутро пастух обнаружил свежий колодец».

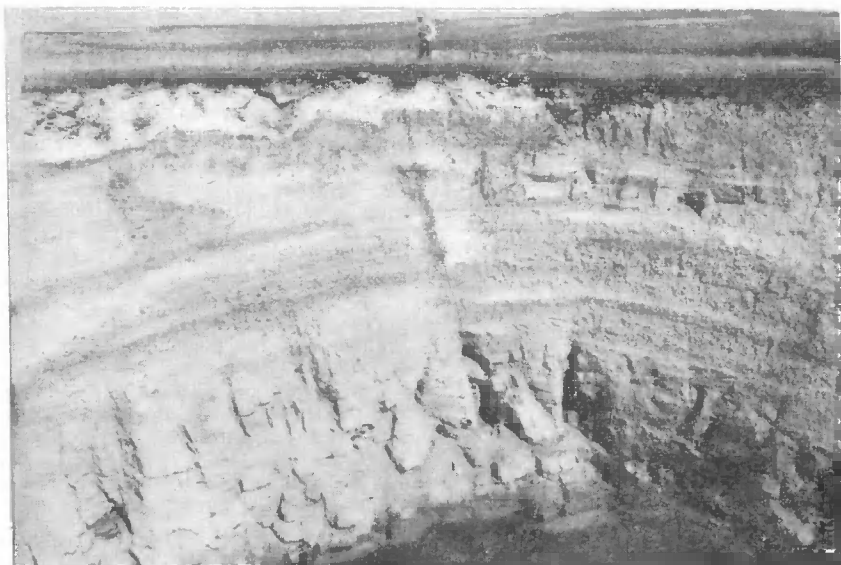
Уровень воды в провале находится немного выше уровня р. Осы, которая дренирует подземные воды данного района. В $3\frac{1}{2}$ км от вновь возникшего провала, на берегу Осы у селения Усть-Оса есть глубокое озеро провального происхождения («Провалище»), образовавшееся на глазах у людей примерно в 30-х годах прошлого столетия и описанное в 1858 г. Рашковым [5]. Минерализованная вода этого озера, обладающего постоянным стоком в р. Осу (котловина озера представляет воронку мощного восходящего источника),¹ имеет такую же температуру, как и во вновь образовавшемся провале (4.5°C).

В окрестностях селения Усть-Оса есть ещё много форм рельефа провального происхожде-

¹ Это озеро очень напоминает известное карстовое озеро Церик-кель на северном склоне Центрального Кавказа.



Фиг. 1. Наружное отверстие провала близ Усть-Осы.
(Фото Л. М. Шлыковой).



Фиг. 2. Акташский провал в июле 1949 г. (Фото В. П. Белобородова).

ния, более древних. Чаше всего они имеют вид воронок, нередко заполнены водой и представляют небольшие округлые озёра. Все эти формы, как и вновь образовавшийся провал, возникли благодаря выработке подземных пустот в результате выщелачивания гипса, который залегает слоями и линзами среди отложений кембрийского возраста. Они представляют собой, таким образом, типичные карстовые воронки провального происхождения.

Со времени образования акташского провала в Татарской АССР прошло уже более 10 лет. Пустота его сильно расширилась за счёт обрушения стен (фиг. 2). По сообщению А. В. Ступишина, диаметр провала сейчас составляет около 30 м, вместо первоначальных 3—4 м. То же самое, несомненно, произойдет и с шахтой вновь образовавшегося провала близ Усть-Осы, диаметр которого в ближайшие годы должен сильно увеличиться за счёт обрушений, и он со временем также приобретёт форму глубокой воронки.

Л и т е р а т у р а

[1] Гибель тракториста. Красная Татария, 8 августа 1939. — [2] Н. А. Гвоздецкий. Карст. Наука и жизнь, № 5, 1941. — [3] Н. А. Гвоздецкий. Провалы почвы. География в школе, № 4, 1946. — [4] Провалы. Восточно-Сибирская правда, № 118 (8614) 17 июня 1949. — [5] Путешествие поручика Рашкова в 1858 г. Подробный отчёт о результатах исследований Матем. отд. Сиб. эксп. и. Русск. географ. общ., составл. гл. астрономом экспедиции Л. Шварцем, пер. Я. Цветкова, СПб., 1864, стр. 75—76.

Н. А. Гвоздецкий.

ГЕОФИЗИКА

ГИПС И СОЛЬ ИЗ АТМОСФЕРЫ

7, 8 и 9 апреля 1950 г. многими жителями Саратовской области было отмечено интересное явление: при безоблачной маловетреной и необычно тёплой для этого месяца погоде (температура воздуха достигала 20—22° тепла) окружающие предметы начали покрываться беловатым кристаллическим налётом, похожим на иней или изморозь. На многих предметах осадок был настолько обильным, что покрывал их толстым пушистым слоем, легко снимался, а на вкус оказывался горько-соленоватым. Описанное явление вызвало недоумение, а у некоторых даже тревогу: не будет ли этот необычный осадок ядовитым и губительным для растений и травоядных животных. В редакцию областной газеты поступил ряд писем и запросов с просьбой разъяснить причину этого явления.

Осадок был подвергнут химическому анализу, и результат оказался очень интересным: налёт содержал большое количество гипса, несколько меньше поварённой и глауберовой соли, каустическую соду и кусочки глины. Было ясно, что гипс и соль осели из воздуха, но откуда они здесь появились в таком большом количестве?

Данные метеорологических станций указывали на то, что с 4 по 9 апреля на побережье Каспийского моря бушевал сильный ветер. Метеорологическая станция Гурьев отмечала в эти дни юго-восточный ветер скоростью более 20 м/сек. и сильную пыльную бурю, при которой видимость достигала всего 500—800 м. Анализ синоптических карт показал, что 4—7 апреля Саратовская область и районы нижней Волги находились на восточной периферии обширной области высокого давления,

вытянутой от районов Казахстана в Западную Сибирь. На Нижнюю и Среднюю Волгу в юго-восточном потоке поступали массы значительно прогретого воздуха. Юг Европейской части СССР занимала область пониженного давления, а над районами Каспия возникли довольно большие барические градиенты. К 8 апреля область пониженного давления сместилась к востоку — на районы Нижней и Средней Волги, а барические градиенты ещё более увеличились, особенно в районах северного побережья Каспийского моря. Значительному усилению ветра способствовали также большие температурные контрасты. В начале апреля температура водной поверхности немного превышала 0°, а температура воздуха в эти дни достигала в районе Астрахани и Гурьева 20—24°.

По побережью Каспийского моря имеется много солончаков. Сорванный ветром поверхностный слой их с примесью солей вод Каспийского моря, попавших в атмосферу при бушевавшем на море шторме, мог дать осадок, химический состав которого соответствует описанному. Он был занесён в Саратовскую область мощными воздушными течениями.

Р. К. Попова.

НОЧНАЯ РАДУГА

С точки зрения физики атмосферы радуга от луны не представляет собою нового явления, требующего специального объяснения. Но ввиду того, что наблюдавшаяся нами радуга несколько отличалась от обычной, описанной в литературе, мы считаем небезинтересным сообщить некоторые подробности виденного нами явления.

26 июня 1950 г. на юге Аральского моря в районе пос. Муйнак разразилась сильнейшая гроза с ливнем и ветром. Шторм начался в 9 час. вечера и продолжался до 10 час. В 10 час. 15 мин. вечера южная часть неба очистилась от туч и показалась луна, которая была в фазе близко к полнолунию. На северной стороне неба, куда ушла туча, появилась пологая дуга радуги, очень хорошо заметная. Она только в центральной части была несколько бледнее и вся казалась подёрнутой серой дымкой. Цвета спектра можно было ясно различить. Радуга оставалась на небе приблизительно минут тридцать, после чего стала бледнеть и затем исчезла. В основании дуги ещё долго можно было наблюдать серовато-белые столбы, которые постепенно расплывались, а затем тоже исчезли.

В литературе имеются указания на лунные радуги, которые, как правило, бывают белого цвета с незаметной гаммой цветов, в наблюдаемой же нами радуге последние были выражены вполне отчётливо. Это, возможно, связано с большой интенсивностью света луны и с тем, что капли облака, в котором наблюдалась радуга, имели достаточно большие размеры.

К. В. Доброхотова.

ИНТЕРЕСНЫЙ СЛУЧАЙ ОБРАЗОВАНИЯ ИНЕЯ В ЛЕНИНГРАДЕ ЗИМОЙ 1949—1950 гг.

В январе 1950 г. температура воздуха в Москве и Ленинграде на продолжительное время опускалась до -30° и ниже, а затем поднималась до нуля и даже выше нуля. Во время таких потеплений в Ленинграде наблюдалось интересное явление: гранитные колонны, например Александровская, Исаакиевского собора, а также пьедесталы из гранита и из другого «дикого» камня (например пьедестал памятника Петру I) и цоколи зданий становились совершенно белыми. В то же время металлические части памятников, а также кирпичные и оштукатуренные здания не изменяли своего вида. В Москве во время потеплений после сильных морозов побеление гранитных колонн и фундаментов наблюдалось только у выходов из зданий, где скопится много народа, например у выходов станций метро.

Побеление массивных гранитных колонн, пьедесталов и цоколей было следствием образования на них инея, состоящего из прилегающих друг к другу кристаллов льда размером до 5 мм.

Почему же образование инея происходило только в Ленинграде, только во время оттепелей после продолжительных сильных морозов и только на массивных каменных сооружениях?

Описанное явление объясняется тем, что гранит и другой «дикий» камень обладают сравнительно небольшой теплопроводностью и большой теплоёмкостью. Нагреваются и охлаждаются они медленно. При продолжительных и сильных морозах массивные детали из гранита принимают температуру окружающего воздуха даже в центральных своих частях, и для того, чтобы их вновь нагреть, требуется большое количество теплоты. Поэтому при последующем повышении температуры поверхность гранитных сооружений продолжительное время сохраняет более низкую температуру, чем окружающий воздух. Последний охлаждается при соприкосновении с этой поверхностью. Содержащиеся в нём пары воды становятся пересыщенными и отлагаются на граните в виде инея.

Кирпич и штукатурка вследствие своей пористости обладают малой теплопроводностью. Металлы обладают большой теплопроводностью и малой теплоёмкостью. Поэтому поверхность металлических и кирпичных деталей, а также штукатурки, быстро принимает температуру окружающего воздуха, и на них иней не образуется.

В Москве образование инея на деталях строений из любого материала не происходило, повидимому, потому, что воздух там был гораздо суше, чем в Ленинграде. Пересыщение воздуха парами воды и образование инея происходило только возле выходов из людных помещений, откуда выходит влажный тёплый воздух.

П. С. Вадило.

БИОХИМИЯ

НОВАЯ МЕТОДИКА ФЛУОРЕСЦЕНТНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ АДРЕНАЛИНА В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ И В КРОВИ

Флуоресцентное определение адреналина в растворах основано, как известно, на том, что в присутствии кислорода из адреналина под воздействием щёлочи образуется вещество, обладающее зелёно-жёлтой флуоресценцией. Интенсивность последней определяют фотометрически и делают заключение о содержании адреналина в исследуемом растворе. Но этот способ имеет ряд недостатков: 1) его чувствительность значительно уступает биологическим методам, так как для фотометрических определений необходимы концентрации адреналина не ниже 10^{-5} — 10^{-5} (Константинова-Шлезингер [2], Порат [10] и др.); 2) необходима сложная аппаратура; 3) метод не применим для определения адреналина в крови, так как сыворотка крови обладает собственной синевато-голубой яркой флуоресценцией, перекрывающей зелёно-жёлтое свечение окисляющегося адреналина.

Ряд авторов (Гюбер [6], Калья и Саволайн [7], и др.) пытались определять адреналин в диализате крови, что не только осложнило исследование, но и привело к результатам, которые оспариваются как весьма неточные (Аннестен и сотр. [8]). Леман и Михаэлис [8] разработали методику, основанную на фотометрическом сравнении интенсивности флуоресценции ошелачиваемой плазмы крови с флуоресценцией той же плазмы, к которой прибавлено определённое количество адреналина.

Но их сложный метод дал чересчур высокие цифры содержания адреналина в нормальной крови (в среднем 1,86 гаммы в 1 мл), находящиеся в резком противоречии с результатами авторов, применявших иные методы (Каган и Спивак [1] — не более 0,1 гаммы, Шоу [11] — 0,016 до 0,2 гаммы, Окамура [9] — 0,005 до 0,02 гаммы). Флуоресцентный метод определения адреналина в крови и тканевых экстрактах применяли А. М. Утевский и его сотрудники, цитируемые в работе Д. Э. Каган и Р. Я. Спивак (однако детального описания этого метода мы в доступных нам работах А. М. Утевского [4] и его сотрудников не нашли).

Неудовлетворительность существующих методов флуоресцентного определения адреналина в крови побуждает нас сообщить о простом качественно-количественном методе, позволяющем чётко определять до 0,005 гаммы в 1 мл водного раствора и до 0,01 гаммы адреналина в 1 мл сыворотки крови, что соответствует концентрациям порядка 10^{-8} , т. е. приближается к чувствительности биологических методов.

Наша методика основана на следующих приёмах:

1) Щёлочь не приливается к исследуемому раствору, а подслаивается. Таким образом определяется флуоресценция не всего столба жидкости в пробирке, а лишь пограничного слоя двух жидкостей.

2) Исследование производится не в рассеянном ультрафиолетовом излучении, а в узком конвергирующем горизонтальном его пучке. Совокупность первого и второго приёмов значительно повышает чувствительность метода, облегчает учёт результатов и делает возможным определение адреналина не только в водных растворах, но и в сыворотке крови, несмотря на её собственную флуоресценцию.

3) Количественное суждение основано не на фотометрировании, а на установлении предельного разведения, при котором ещё получается флуоресцирующее зеленоватое кольцо, т. е. оно аналогично методике количественного определения белка по способу Роберта — Стольникова.

Источником света служит лампа СВДШ, помещённая в просторный металлический кожух с вырезом в передней стенке. В вырез вставлена оптическая система из обычного или кварцевого стекла, дающая конвергентный пучок света, фокусируемый примерно на расстоянии 6—7 см от передней линзы системы. Мы пользуемся установкой, сконструированной нами для люминесцентной микроскопии [3]. Светофильтр помещается между передней линзой оптической системы и исследуемым объектом. Исследования производятся в тёмной комнате.

Для подслаивания применяется смесь четырёх объёмных частей насыщенного раствора химически чистого хлористого натрия и одной части 30%-го раствора едкого натрия или калия. Исследование производится в узких пробирках из обычного стекла, диаметром около 8 мм и высотой 100—120 мм. Пробирки рекомендуются тщательно предварительно промыть, выдержать около часа в 1%-м растворе соляной кислоты, снова промыть водопроводной и кипячёвой водой, а затем высушить в сушильном шкафу.

В пробирку наливают около 1 мл исследуемой жидкости и при помощи пастеровской пипетки с резиновым колпачком подслаивают примерно столько же щёлочи. Перед подслаиванием наружную поверхность вытянутого конца пипетки, в которую набрана щёлочь, обтирают фильтровальной бумагой для удаления с её поверхности остатков раствора щёлочи. Кончик пипетки должен быть свободен от раствора щёлочи и на 1—2 см заполнен воздухом. Его доводят до дна пробирки и затем, нажимая на колпачок, медленно подслаивают щёлочь.

Определение флуоресценции производят через 1—2 минуты после подслаивания. Пробирку держат в руке в вертикальном положении и помещают перед источником света так, чтобы на её обращённую к источнику света поверхность падал узкий горизонтально направленный пучок конвергирующих лучей. Этот пучок «вырезает» узкую коническую флуоресцирующую полосу в столбе жидкости, находящейся в пробирке. Поднимая и опуская пробирку, сравнивают флуоресценцию на различных уровнях и чётко определяют зеленоватое кольцо на уровне соприкосновения щёлочи с исследуемой жидкостью, если в последней содержится адреналин. При содержании 0,005 гаммы адреналина в миллилитре дистиллированной воды, что соответствует концентрации 1:200 000 000, кольцо ещё опреде-

ляется. Такой результат мы закономерно получили при исследовании свежих разведений, приготовленных из ампулированного раствора адреналина 1:1000. При дальнейших разведениях чёткость кольца резко падает и оно не может быть с уверенностью определено. Поэтому мы считаем, что при том предельном разведении исследуемой жидкости, при котором ещё чётко определяется зеленоватое кольцо, в 1 мл раствора содержится 0.005 гаммы адреналина. Помножая эту цифру на разведение, получаем ориентировочное представление о содержании адреналина в исходном растворе, достаточное для сравнительных исследований.

При определениях адреналина в крови можно исследовать как сыворотку, так и цитратную плазму. Мы нашли, что целесообразнее исследовать сыворотку. Гемолиз затрудняет исследование и поэтому нежелателен. Цельную сыворотку нельзя исследовать, так как в пограничном слое происходит высаливание белка, что делает определение адреналина невозможным. Поэтому сыворотку необходимо разбавлять в два или три раза дистиллированной водой или, что даёт более чёткие результаты, 1%-м раствором борной кислоты.

Мы нашли, что в большинстве исследованных нормальных сывороток получается слабое зеленоватое флуоресцирующее кольцо при разведении в 3 раза и что разведение в 6 раз следует считать предельным. Получение кольца при больших разведениях свидетельствует о патологии. Максимальное разведение, при котором ещё получалось кольцо, не превышало 1:40 среди исследованных нами до сих пор сывороток. В переводе на абсолютные цифры это означает, что нормой для данного метода является содержание адреналина в сыворотке в пределах до 0.03 гаммы в 1 мл и что в условиях патологии содержание адреналина может возрастать до 0.2 гаммы в 1 мл. Последние данные получены при исследовании сывороток больных с тяжёлой формой спонтанной гангрены. Наши данные о нормальном содержании адреналина в крови почти совпадают с данными Окамура, применявшего биологические тесты. Авторы, пользовавшиеся химическими методами, получали несколько более высокие цифры. Заметим попутно, что наши данные основаны исключительно на исследованиях, произведённых в день стерильного взятия крови. Проверая специфичность метода и выясняя возможные источники ошибок, мы установили следующие факты:

1) Эфедрин и фенамин, вещества близкие по своему строению к адреналину, данным методом не определяются. Симпатол реагирует такой же флуоресценцией, как адреналин, но значительно слабее и лишь при более высоких концентрациях.

2) Аланин, дифенилаланин, тирозин, триптофан, лизин, лейцин, мочевиная кислота, мочевиная, гликоген, глюкоза, анилин, бензидин основной, резорцин, альфа- и бетанафтол данным методом не определяются. Пирогаллол и нафтиламин (фильтрат взвеси в воде) могут имитировать адреналин, но практического значения это не имеет, так как эти вещества в сыворотке отсутствуют.

3) При введении кроликам адреналина подкожно, особенно при повторном введении

в течение нескольких часов, титр адреналина в их сыворотке значительно возрастает (в 5—6 раз). При хранении этих сывороток в течение суток и при их инактивировании титр адреналина падает. При прогревании водных растворов адреналина, в таких же условиях как при инактивировании, содержание адреналина падает примерно в два раза.

4) При исследовании человеческих сывороток, полученных из серологической лаборатории, где они после инактивирования хранились в пробирках без пробок при комнатной температуре в течение 1—2 суток, мы сравнительно часто определяли в них значительно более высокое содержание адреналина, чем в сыворотках, полученных в день взятия крови. При длительном хранении свежих сывороток, активных или инактивированных, при комнатной температуре или на холоду, во многих из них значительно возрастал титр адреналина.

5) В водных растворах белка свежих куриных яиц адреналин не определяется. При хранении этих растворов при комнатной температуре и даже на холоду во многих из них, но не во всех, через несколько дней или недель при подслаивании щёлочи начинает определяться флуоресценция, аналогичная флуоресценции адреналина. Раньше всего этот феномен определяется в тех растворах яичного белка (и сыворотках), которые хранятся в открытой посуде. Вещество, дающее флуоресценцию, разрушается при кипячении и при прибавлении формальдегида, т. е. сходно в этом отношении с адреналином, но не вызывает сужения сосудов при электрофоретическом его введении в кожу, т. е. по биологическому своему действию отличается от адреналина.

Перечисленные факты приводят к следующим выводам: а) если в крови содержится адреналин, то описываемый флуоресцентный метод его действительно определяет; б) метод в достаточной мере специфичен, но при хранении сывороток и белковых растворов в последних могут появляться вещества, имитирующие адреналин и могущие явиться источником ошибок.

Второй вывод потребовал дополнительных исследований. То обстоятельство, что вещество, имитирующее адреналин, определяется чаще и раньше всего при хранении растворов белка в открытой посуде, привело к предположению, что оно является продуктом белкового распада, связанным с бактериальным воздушным загрязнением. Для проверки этого предположения в бактериологической лаборатории С. Н. Сажиной были произведены посевы растворов белка, дававших «адреналиновую» флуоресцентную реакцию. Среди выделенных культур оказалась палочка, относящаяся к сапрофитным почвенно-воздушным микробактериям, которая при посевах на жидкие среды с содержанием белка человеческой сыворотки или яичного белка неизменно быстро вызывает образование большого количества вещества, дающего типичную для адреналина флуоресцентную реакцию, даже при разведении в сотни раз.

Так как ни выращивание палочки на пептонной воде, ни смыв агаровой её культуры «адреналиновой» реакции не дают, то из этого следует, что данная палочка обладает спо-

способностью расщеплять белок с образованием веществ, симулирующих по флуоресцентной реакции адреналин. Сама же по себе палочка этой реакции не даёт. Интересно, что при выращивании в термостате образование этих веществ идёт значительно слабее, чем при выращивании в условиях комнатной температуры.

Таким образом необходимо учитывать, что источником ошибок при флуоресцентном определении адреналина в белковых растворах могут являться бактериальные загрязнения, на что до сих пор, насколько мы можем судить, внимания не обращалось. Отсюда следует, что для флуоресцентного определения в крови адреналина необходимо пользоваться лишь свежими и стерильно полученными сыворотками. При соблюдении этого правила описываемый метод даёт достаточно надёжные и пригодные для сравнительных исследований результаты. Основной приём метода (определение флуоресценции пограничного слоя двух жидкостей в узком пучке ультрафиолетовых лучей) может найти применение не только при определении адреналина, но и при других исследованиях.

Л и т е р а т у р а

[1] Д. Э. Каган и Р. Я. Спивак. Врач. дело, 7, 582, 1949. — [2] М. А. Константинова-Шлезингер. Люминесцентный анализ. Изд. АН СССР, 1948. — [3] С. К. Розенталь. Природа, № 6, 55, 1949. — [4] А. М. Утевский. Врач. Дело, 4, 265, 1936; Биохимия адреналина. Acta med., 2, 577, 1939; Успехи совр. биол., 8, 145, 1944. — [5] Annesten, Gronwall, Koin, Nature, 4134, 1949. — [6] Hueber, Klin. Wschr., 26, 664, 1940. — [7] Kalja a. Savolainen (цит. по Порату). — [8] G. Lehmann u. H. F. Michaelis, Arbeitsphysiologie, 12, 1, 52—80, 264—271, 440—448, 1942. — [9] Okatuga (цит. по Леману). — [10] Porat, Acta med. scand., 123, 317, 1946. — [11] Shaw, Bioch. Journ., 1, 19, 1938.

Проф. С. К. Розенталь.

ФИЗИОЛОГИЯ

ТИП НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ И ХИМИЗМ КРОВИ

Проблема связи темперамента с теми или иными биохимическими показателями не раз обсуждалась в русской и в иностранной научной литературе. Но лишь после того, как И. П. Павлов установил тождество темперамента и типа нервной системы и сделал возможным физиологическое изучение темпераментов, существование такой связи приобрело для исследователей особый интерес.

На основании этого и были выполнены (М. Васильев, Труды физиологических лабораторий им. акад. И. П. Павлова, 14, 83, 1948) количественные измерения брома, калия и кальция в крови собак, относящихся к разным типам нервной системы. Определения брома оправдывались тем, что он имеет прямое отношение к процессам торможения. Ана-

лизы на калий и кальций производились в виду их непосредственной роли в работе вегетативной нервной системы.

Предварительными наблюдениями, задолго до начала опытов, соответствующими тестами был определен тип нервной системы у подопытных животных (40 собак). Последние разделились по типам так: слабых было 12, сангвиников 14, холериков 10 и флегматиков 4. В течение всего времени опытов (зима 1938—1939 гг.) животные получили одну и ту же пищу. Кровь у собак для анализа извлекалась из бедренной вены (утром до еды). Для того чтобы исключить значение возраста собак при анализах их крови, все они были распределены на группы. В первую входили собаки от 1 до 2 лет, во вторую — в возрасте 3—6 лет и в третью — от 7 лет и выше.

Выполненные анализы показали, что количество брома в крови у собак с разными вариациями сильного типа колеблется в пределах от 0.27 до 0.46 мг%. Особого различия между данными, касающимися сангвиников, холериков и флегматиков, заметить было нельзя.

Однако изменения в количествах брома в зависимости от возраста были достаточно четкими. Первая группа дала 0.45, вторая 0.35 и третья 0.32 мг%. В крови собак слабого типа количество брома находилось в пределах 0.12—0.29 мг%, и здесь также имел значение возраст животных.

Связи между типом нервной системы собак и содержанием в их крови калия и кальция установить не удалось.

Таким образом в учении о типах нервной системы (=темпераментах) количественные анализы крови на бром должны занять первое место.

Проф. И. Ф. Леонтьев.

ПЕРИОДИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ УСЛОВНЫХ РЕФЛЕКСОВ У ОБЕЗЬЯН

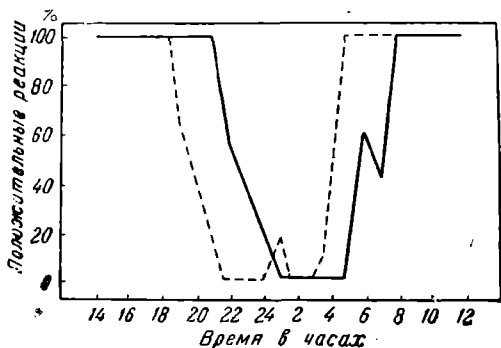
Факт существования в животном организме суточного ритма его разных физиологических показателей установлен экспериментально уже давно. Отсутствие постоянства у этих показателей толкуется как результат действия систематически изменяющихся условий внешней среды (напр. суточных колебаний температуры атмосферного давления, силы ветра и т. д.).

Вместе с этим предполагается, что суточный ритм физиологических отправлений у животных обязан времени и способам добывания ими пищи, степени обмена вещества в них и находится в зависимости от пола и возраста. Одновременно допускается, что указанная периодичность находится под контролем коры мозга, причём вырабатывается так называемый «условный рефлекс на время» (И. П. Павлов).

Ввиду того, что поведение условных рефлексов у животных в течение целого дня не было предметом специальных исследований, на Биологической станции Академии медико-наук СССР (г. Сухуми) Ширковой [1] были поставлены соответствующие опыты над низшими обезьянами — *Macacus lapunder*, у ко-

торых, как известно, имеется однофазный тип смены бодрствования и сна.

В качестве экспериментальных объектов были взяты две самки (весащие 7.0 и 7.5 кг) в возрасте 8 и 14 лет и два двухлетних самца (с весом в 3.3 и 3.8 кг). В итоге годичных наблюдений оказалось, что в суточных колебаниях условных рефлексов у взрослых и молодых макак можно констатировать вполне определённое различие (см. фигуру).



Кривые суточного периодизма условных рефлексов у низших обезьян. Пунктирная линия—молодые макаки, непрерывная линия—взрослые макаки.

Так, у взрослых обезьян условные рефлексы наиболее ярко проявляются, начиная с 8 ч. утра и заканчиваясь к 8—9 ч. вечера. С этого момента у животных наступает сонное торможение.

Ночью (с 1 часа ночи до 5 час. утра) у взрослых макак исчезают все выработанные условнорефлекторные реакции. В это время обезьяны спят или сидят в дремотном состоянии и никак не отвечают на условные раздражители.

В период времени с 5 до 8 час. утра у взрослых макак условнорефлекторная активность полностью восстанавливается.

Различия в высшей нервной деятельности, констатируемые у взрослых макак днём и вечером, подтверждаются опытами по угасанию условных рефлексов: последнее наступало у обезьян значительно скорее в 10 часов утра, чем в 4½ часа вечера.

У молодых обезьян выпадение условных рефлексов начинается на два часа раньше, чем у взрослых; полностью восстанавливается условнорефлекторная деятельность на три часа раньше, чем у взрослых. В промежутке времени между 9 час. вечера и 3 час. утра молодые макаки на условные раздражители не реагируют вовсе; с 3 до 5 час. утра и с 7 до 9 час. вечера они реагируют лишь на часть сигналов.

Установленная периодичность условных рефлексов у низших обезьян, в общем, совпадает с периодическими изменениями других физиологических функций у этого же вида животных (двигательная активность, частота дыхания, водородное число мочи и др.), зависящих, как показал опыт, главным образом от освещения, т. е. продолжительности дня и ночи [2].

Л и т е р а т у р а

[1] Г. Ширкова. Бюлл. exper. биол. и мед., № 8, 89, 1949. — [2] О. Шербак ова. Сб. «Опыт изучения периодических изменений физиологических функций в организме». Изд. Акад. мед. наук СССР, М., стр. 15, 42 и 143, 1949.

Проф. И. Ф. Леонтьев!

ЭМБРИОЛОГИЯ

ОСОБЕННОСТИ ДРОБЛЕНИЯ ЯЙЦЕКЛЕТОК У НИЗШИХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ

В одной из глав чрезвычайно интересной книги А. А. Захваткина [1], посвящённой источникам и путям формирования онтогенеза у многоклеточных, затронут вопрос об исходных типах дробления яйцеклеток низших многоклеточных животных (*Metazoa*). Этот вопрос, имеющий огромное теоретическое значение, был поднят ещё И. И. Мечниковым [2], но после его классической работы по развитию медуз почти не разрабатывался. Между тем для эволюционного понимания онтогенеза чрезвычайно важно установить наиболее примитивный тип дробления яйцеклеток. Это даёт возможность выяснить происхождение и других типов дробления.

Как известно, тип дробления яйцеклетки определяется или по количеству желтка — полное и частичное дробление, или по осям симметрии и расположению фигур веретён деления — радиальное, билатеральное и спиральное дробление. Наиболее примитивным обычно считают радиальное дробление, которое, однако, как совершенно правильно подчёркивает А. А. Захваткин, примитивным вовсе не является. Иногда в учебниках по сравнительной эмбриологии упоминают ещё о дроблении, которое не укладывается ни в один из упомянутых типов; его обозначают как анархическое или неправильное дробление. Подобное дробление трудно определить какими-либо положительными признаками, так как оно характеризуется именно отсутствием закономерностей, которые позволили бы установить точный порядок в расположении blastomerov. «Анархическое» дробление встречается у низших кишечнополостных и у некоторых плоских червей.

У плоских червей этот тип дробления несомненно носит вторичный характер и связан с возникновением желточников и ряда приспособлений в строении яйца. У гидромедуз же, эмбриональное развитие которых вообще имеет ряд примитивных черт, анархическое дробление, можно думать, является первичным. Дело в том, что первичные, примитивные черты сказываются у гидромедуз не только в дроблении; но и в строении яйцеклетки и в процессе гастрულიции. Конечно, современные гидромедузы пределали огромную эволюцию, как и весь тип кишечнополостных (*Coelenterata*), но сохранение у некоторых видов примитивных черт в развитии всё же может позволить путём сравнительного анализа вы-

явить наиболее примитивные черты дробления и тем самым установить происхождение типов дробления яйцеклеток, бедных желтком.

Как уже отмечалось, основными сведениями по развитию медуз наука обязана И. И. Мечникову (1886). Однако во времена И. И. Мечникова типы дробления ещё не были изучены в такой степени, как они разработаны сейчас (в частности, не было известно спиральное дробление), и поэтому сопоставление типов дробления в полной мере не могло быть им сделано. Сейчас для этого имеются уже все возможности, несмотря на то, что со времени классического исследования И. И. Мечникова вышло очень немного работ, посвящённых исследованию ранних стадий развития медуз.

В строении и дроблении яйца у медуз наблюдается огромное разнообразие, которое свидетельствует о том, что эти стадии развития у них ещё не установились. Судя по описанию И. И. Мечникова, наиболее примитивным дроблением обладают яйцеклетки *Oceania*, у которых наблюдается беспорядочное нагромождение бластомеров, делящихся без какой-либо закономерности, причём бластомеры могут располагаться и давать начало нескольким отдельным индивидуумам. Строение яйцеклетки, слабая интегрированность и беспорядочность дробления позволяют считать развитие этой медузы чрезвычайно примитивным. Если указанные примитивные черты являются первичными, то отражение этих черт должно встречаться и у тех медуз, дробление которых носит более закономерный характер.

Тщательные наблюдения за дроблением яйцеклеток некоторых медуз показали наличие у отдельных видов большей или меньшей степени вариабельности дробления, на что, как правило, при исследованиях обращается очень мало внимания. Исследование начальных стадий дробления гидромедузы *Tiaropsis*, произведённое на Мурмане, и *Aurelia*, произведённое на Белом море, заставили обратить внимание на вариабельность и примитивность дробления как на явления, могущие оказать помощь при установлении исходного типа дробления, свойственного первичным *Metazoa*.

По наблюдениям Г. Ф. Корсаковой [4], развитие яйцеклетки у *Tiaropsis* происходит в гонаде и наружу выходит только планула. Благодаря этому можно добыть яйца на любой стадии развития непосредственно из медузы. Выделенные яйца продолжают развиваться в экспериментальных условиях и, следовательно, имеется возможность проследить судьбу яйца до планулы, т. е. установить, являются ли те или иные варианты дробления результатом отмирания яйца или же существуют в норме.

Яйцеклетка *Tiaropsis* лишена оболочки и направительные тельца после выделения отпадают. Первая борозда возникает на анимальной полюсе; это — типичная режущая борозда, распространяющаяся с одного полюса, свойственная различным гидромедузам. В таком характере деления яйцеклетки А. А. Захваткин не без основания усматривает флаголлярные черты дробления низших многоклеточных. Второе деление у *Tiaropsis* может происходить в весьма различных плоскостях; эта борозда дробления также режущая, она возникает в

месте соприкосновения двух бластомеров и делит яйцо на четыре бластомера. Однако при этом может наблюдаться стадия только трёх бластомеров, когда деление происходит не синхронно. Получающийся один крупный бластомер может делиться в любой плоскости, благодаря чему образуются различные фигуры расположения бластомеров, которые затем смещаются.

Анархичность и вариабельность дробления у этого организма выражена чрезвычайно отчётливо. На стадии 8-ми бластомеров также наблюдается ряд вариантов, приводящих к образованию или правильной восьмёрки, когда один квартет лежит над другим, или же к беспорядочно расположенной кучке клеток, в расположении которых подметить какие-либо закономерности не удаётся. В частности, при образовании восьми бластомеров очень часто наблюдается смещение анимального квартета по отношению к вегетативному, благодаря чему получается фигура, которую И. И. Мечников наблюдал у ряда гидромедуз и назвал фигурой двойного креста. Фигура двойного креста представляет собой характерное расположение бластомеров, свойственное спиральному дроблению, но в противоположность полихетам и моллюскам у гидромедуз спиральность достигается не путём косых веретён деления, а путём смещения бластомеров сразу же после деления. Кроме И. И. Мечникова явление смещения, т. е. спиральность в расположении бластомеров, наблюдал у *Stoileca* С. Риттенхоуз [6], причём здесь спиральность сочетается с отчётливо выраженной анархией в дроблении, и многие фигуры расположения бластомеров оказываются сходными с теми, которые наблюдаются у *Tiaropsis*. То, что у гидромедуз во всех случаях мы встречаемся с ещё неустановившимся спиральным дроблением, указывает на ограниченность спиральности только немногими средними стадиями.

Таким образом спиральность в расположении бластомеров при дроблении имеется уже у самых низших *Metazoa*. Она отчётливо выражена у *Rathkea fasciculata* (по И. И. Мечникову) и у ряда других гидромедуз. Из всех сопоставлений примитивность такой спиральности оказывается несомненной.

По наблюдениям над *Rathkea octopunctata* (А. Дондуа), дробление действительно происходит с проявлением спиральности, отчётливо выраженной на стадии восьми бластомеров, но при этом и здесь обнаруживается некоторая вариабельность, так как деление на четыре бластомера может происходить в различных плоскостях.

В том, что вариабельность дробления является отражением первичного анархического дробления, убеждают наблюдения над первыми стадиями развития яйцеклетки у *Aurelia*, приведённые К. Ивановой [2]. Развитие до планулы у *Aurelia* происходит в особых карманах, расположенных по краю ротовых лопастей. Извлекая из этих карманов яйца на различных стадиях развития, К. Иванова установила, что при общем радиальном типе дробления зачастую наблюдаются различные отклонения — стадия трёх бластомеров и деление клеток в различных плоскостях при переходе от двухклеточной к четырёхклеточ-

точной стадии. Ещё большая вариабельность была обнаружена при дроблении яйцеклеток у *Cyanea arctica*.

Если сопоставить все перечисленные факты, то можно предположить, что именно анархическое, или беспорядочное, дробление является первичным. Этот тип дробления правильнее всего было бы обозначить как асимметричный тип дробления, так как оси симметрии здесь могут настолько варьировать, что подвести его под какой-либо определённый тип симметрий невозможно. Если считать асимметричное дробление первичным и свойственным низшим *Metazoa*, то, во-первых, из него легко выводятся остальные типы дробления яиц и, во-вторых, находит своё определённое историческое объяснение то разнообразие типов дробления, которое мы наблюдаем у кишечнополостных. С этой точки зрения все варианты в дроблении, обнаруживаемые у гидродных и сцифоидных медуз, могут быть объяснены как сохранившийся первичный анархический тип дробления или следы его. Наблюдаемая наряду со следами беспорядочности спиральность дробления указывает с несомненностью на раннее возникновение этого последнего типа дробления. В то время как у *Spiralia* оно имеет чёткий характер, у медуз дробление ещё очень лабильно и абсолютно не детерминировано.

С другой стороны, встречающееся среди медуз радиальное дробление также имеет не вполне установившийся характер. Поэтому вполне можно согласиться с А. А. Захваткиным, что радиальное дробление является далеко не примитивным и уж ни в коем случае не первичным. Вместе с тем рассматривать первые фазы дробления низших *Metazoa* как повторение табличной палинтомии, свойственной низшим *Volvocales* (гониевая табличка), также невозможно.

Придерживаясь колониальной теории происхождения многоклеточных, мы должны рассматривать возникновение *Metazoa* как качественный скачок в развитии животных. Новое качественное состояние организма несло в себе и новые черты в онтогенетическом развитии, следовательно и в дроблении яйцеклетки. Трактовка дробления как палинтомического процесса, возникшего в результате гипертрофического роста особи (у *Metazoa* — овоцита) при этом остаётся в полной силе и прекрасно объясняет процесс дробления, но не отдельные его формы.

Сходство же дробления с развитием колонии *Volvocales*, у которых наблюдается типичная спиральность, правильнее трактовать как параллелизм, который в настоящее время объяснить довольно трудно.

Усложнение и относительная стабилизация дробления у тех же медуз происходили одновременно с выработкой приспособлений, возникающих под влиянием внешней среды (овадаптации Матвеева). Прежде всего, таким приспособлением являлась вполне оформленная оболочка оплодотворения, возникновение которой мы должны рассматривать как новообразование, возникшее в процессе эволюции. При неустановившихся типах дробления у наиболее примитивных яйцеклеток медуз оболочки нет, а яйцеклетка окружена небольшим слоем слизи.

Вторым моментом в усложнении развития явилось увеличение количества желтка и его неравномерное распределение. Следует отметить также возникновение различных приспособлений в виде вакуолей в протоплазме, обеспечивающих пелагический образ жизни яйцеклетки. Наконец, у медузы *Cunina* мы встречаем явление так называемой преждевременной дифференцировки [3], когда на стадии двух бластомеров один из них выполняет функцию движения, превращаясь в амёбоидную клетку, а другой даёт начало развивающейся особи. Следовательно яйцеклетка и первые стадии дробления у *Cnidaria* обнаруживают как черты большой примитивности, так и ряд вторичных изменений, возникающих под влиянием внешней среды.

Изменения яйцеклетки, как и любой другой стадии онтогенеза, показанные А. Северцевым, возможны в широких пределах, и большая изменчивость начальных стадий развития у некоторых *Coelenterata* свидетельствует о возникновении различных типов таких изменений. Внутреннее развитие яйцеклетки, наблюдаемое у многих медуз, создаёт благоприятные условия для сохранения первичных примитивных черт в дроблении. Например у *Tiaropsis* при внутреннем развитии яйцеклетки вариабельность дробления огромна, у *Rathkea* при внешнем развитии она уже значительно меньше выражена, а у *Agianta*, обладающей строением яйцеклетки, сходным с *Aglaura*, описанной И. Мечниковым, яйцеклетка дробится по правильному радиальному типу и обладает рядом приспособлений к пелагическому образу жизни.

Следовательно, из первичного недетерминированного дробления, обладающего слабой интегрированностью и высокой регулятивной способностью, возникает, с одной стороны, спиральный и, с другой стороны, радиальный тип дробления. Спиральное дробление, широко распространённое среди первичноротых, приводит, повидимому, все этапы эволюции от гидромедуз до истинных *Spiralia*, изменяясь у различных представителей, но оставаясь всегда спиральным. То же самое можно сказать и о радиальном типе дробления, встречающемся у различных представителей животного мира. Что же касается билатерального дробления, то оно несомненно является высокоспециализированным и, повидимому, может быть выведено как из примитивного спирального, так и радиального, или же непосредственно из анархического дробления.

Во всяком случае исследования по дроблению медуз и сравнительный анализ типов дробления позволяют проследить эволюцию ряда особенностей в формировании начальных стадий онтогенеза, где наряду с примитивными чертами мы встречаем непрерывное изменение, характерное для всех стадий онтогенеза.

Л и т е р а т у р а

- [1] А. А. Захваткин. Сравнительная эмбриология низших беспозвоночных. 1949. — [2] К. Иванова, Докл. АН СССР, т. LXV, № 4, 1949. — [3] Ц. Иванов. Общая и сравнительная эмбриология. 1937. —

[4] Г. Корсакова, Докл. АН СССР, т. LXV, № 4, 1949. — [5] И. И. Мечников. Эмбриологические исследования над медузами (1866). Избр. биол. произв. Изд. АН СССР, 1950. — [6] S. Rittenhouse. Journ. of Exper. Zool., V. 9, № 2, 1910.

Л. Н. Жинкин.

БОТАНИКА

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ДЕЙСТВИЯ РАЗЛИЧНЫХ ДЕЗИНФЕКЦИОННЫХ СРЕДСТВ НА ПЛЕСНЕВЫЕ ГРИБЫ

Плесневые грибы наносят большой экономический ущерб в различных отраслях народного хозяйства, особенно в пищевой промышленности.

Нами проведена работа по изучению действия различных дезинфекционных средств на плесневые грибы. С этой целью были приготовлены деревянные (из ели) тест-объекты, представляющие собою палочки длиной 3 см, шириной 5 мм. Палочки помещались в пробирки, в которые предварительно разливалось по 2—3 мл жидкой питательной среды следующего состава: пивное сусло — 4 мл, пентон — 1.0 г и вода водопроводная — 100 мл. Погруженные в питательную среду палочки подвергались стерилизации. Затем производилось заражение тест-объектов изучаемыми плесневыми грибами путём нанесения кусочка плесени на верхнюю часть тест-объекта. Аккуратно помещая кусочек плесени наверху палочки, пропитанной питательной средой, мы достигали развития гриба на всей поверхности тест-объекта.

Определение микоцидности дезинфекционных средств велось методом заражённых тест-объектов, так как этот метод устанавливает силу дезинфицирующих веществ в приближении к практическим условиям. В каждом опыте, как правило, мы применяли не один-два вида плесневых грибов, а десять, относящихся к различным группам как по биологическим свойствам вообще, так и по своей резистентности в частности.

По истечении месяца, заражённые тест-объекты применялись для изучения влияния дезинфекционных средств на следующие 10 видов плесневых грибов: *Alternaria tenuis*, *Aspergillus niger*, *Cladosporium herbarum*, *Mucor racemosus*, *Penicillium glaucum*, *Rhizopus*, *Stemphylium*, *Thamnidium elegans*, *Trichoderma lignorum*, *Trichothecium roseum*.

Испытание дезинфицирующих растворов производилось при предварительном подогревании их на водяной бане до +50° С, после чего ими заливались приготовленные в пробирках тест-объекты. Момент заливки отмечается. Через определённые сроки тест-объекты вынимаются из дезинфицирующего раствора, подвергаются промывке в стерильной дистиллированной воде в двух отдельных пробирках и производится пересев кусочка плесени на скошенный сусло-агар. Пробирки с засеянными плеснями ставятся в термостат при температуре +20, +22° С. Контролем жизнеспособности плесневых грибов на тест-

объектах служат 2—3 тест-объекта, помещённые на сусло-агар и поставленные в термостат одновременно с тест-объектами, обработанными испытуемым дезинфицирующим раствором.

Наблюдения за поставленными в термостат пробирками велись ежедневно в течение 5—8 суток. Через 5—8 дней из пробирок с сусло-агаром, давших рост плесневых грибов, готовились препараты, которые просматривались под микроскопом, чтобы убедиться, что рост идёт не за счёт загрязнения, а за счёт того плесневого гриба, которым был заражён тест-объект.

Приступая к выбору дезинфекционных средств, мы ставили целью, чтобы они отвечали следующим требованиям: 1) дезинфекционные средства должны надёжно уничтожать плесневые грибы; 2) срок действия этих средств должен быть коротким; 3) они не должны портить обеззараживаемых предметов; 4) они должны легко подвергаться ветриванию; 5) они должны быть недефицитными, дешёвыми и безвредными для лиц, работающих по дезинфекции.

В своей работе мы применили едкий натр, формалин и хлорную известь.

При изучении дезинфекционных свойств едкого натра нами применялись 1%, 2%, 3%, 4%, 5%-е горячие водные растворы, при экспозиции 1, 2, 3, 4, 5, 10 и 15 минут. Выяснилось что едкий натр в 5%-м водном горячем растворе, при экспозиции в 15 минут, обладает дезинфицирующим свойством по отношению к следующим из изучаемых нами видам грибов: *Aspergillus niger*, *Cladosporium herbarum*, *Mucor racemosus*, *Stemphylium*, *Trichothecium roseum*.

Раствор едкого натра не оказал губительного влияния на грибы: *Alternaria tenuis*, *Penicillium glaucum*, *Rhizopus* sp., *Thamnidium elegans*, *Trichoderma lignorum*.

Дезинфекционные свойства формалина изучались нами при содержании в водных растворах 0.5% и 1% формальдегида, при экспозиции в 1, 5, 10, 15 и 20 минут. Пользуясь той же методикой, мы в лабораторных условиях получили столь же неудовлетворительные результаты, как и от едкого натра.

Растворы хлорной извести, с концентрацией 0.3—0.5 1%-го активного хлора, также оказались мало эффективными. Установив, что с увеличением концентрации растворов хлорной извести микоцидность их повышается, нами был применён раствор с содержанием 2%-го активного хлора. Результаты опытов показали, что рабочий раствор хлорной извести, с содержанием 2%-го активного хлора, при экспозиции в 7 минут, убил все виды изучаемых нами плесневых грибов. При более коротких экспозициях оказались наиболее устойчивыми к раствору хлорной извести грибы: *Aspergillus niger*, *Cladosporium herbarum*, *Mucor racemosus*, *Penicillium glaucum*.

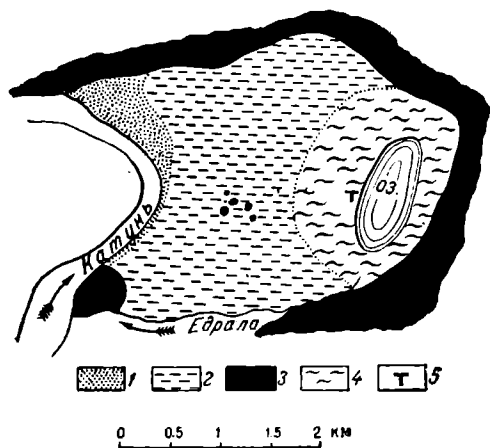
Следующие наблюдения были проведены нами в изотермических вагонах. Изотермические вагоны (ледники), после механической очистки, проверялись на заражённость воздуха и стен спорами плесневых грибов, затем промывались горячей водой из паровоза и сразу же орошались раствором хлорной извести с содержанием 2%-го активного хлора

из расчёта 50 л на вагон. Через 30 минут проводился контроль эффективности дезинфекции. Оказалось, что несмотря на очень сильную подчас заражённость плесневыми грибами воздуха и стен изотермических вагонов, вышеуказанной обработкой растворами хлорной извести с содержанием 2%-го активного хлора достигается полное обеззараживание их.

Б. И. Рудаков.

ВОДЯНОЙ ОРЕХ В ДОЛИНЕ р. КАТУНИ

Водяной орех на Северном Алтае известен в долине р. Катунь в трёх местах: 1) в озере Канонерском — на пойме вблизи слияния рек Катунь и Бия; 2) в озере Манжерок, расположенном у одноимённого селения, на 55-метровой террасе правого берега р. Катунь (см. фиг.) в 120 км выше её устья; 3) в озере Ая, расположенном на подобной же



Условные обозначения; 1 — пойменная терраса р. Катунь; 2 — 55-метровая терраса; 3 — выходы коренных пород; 4 — озёрные отложения; 5 — место находки водяного ореха *Trapa pectinata* V. Vassil.

террасе р. Катунь на левом берегу последней, против озера Манжерок. О первых двух пунктах нам сообщил (в 1946 г.) научный сотрудник Бийского краеведческого музея С. М. Сергеев. Третий пункт кратко упоминается акад. В. А. Обручевым в его «Путешествиях по Сибири» [1].

Летом 1946 г. автору пришлось лично побывать на озере Манжерок. Привезённый оттуда экземпляр водяного ореха был определён старшим научным сотрудником Ботанического института им. В. Л. Комарова АН СССР проф. В. Н. Васильевым как эндемичный алтайский вид, названный им *Trapa pectinata* V. Vassil. (гребенчатый) [4]. Некоторые бота-

ники, в частности В. Н. Васильев, предполагают, что водяной орех в горах южной Сибири и в том числе на Алтае, сохранился в реликтовом состоянии с неогенового времени, пережив в глубоких горных ущельях все невзгоды ледникового периода.

Напротив, В. В. Ревердато [2] считает, что водяной орех вместе с широколиственными лесами (липа и другие) проник в горы Южной Сибири по долине Енисея из Монголии в послеледниковое время, на границе так называемой ксеротермической и современной эпох, когда создалось временное сочетание климата уже влажного, но ещё тёплого. Одновременно водяной орех мог проникать в западную Сибирь по долине Иртыша из Джунгарии, о чём свидетельствуют литературные данные о современном обитании водяного ореха в старичах Белого Иртыша.

Иначе говоря, в реликтовом состоянии водяной орех сохранился с третичного времени в оазисах Центральной Азии, а не в горах южной Сибири. Такая точка зрения особенно применима для Алтая, так как имеющиеся в настоящее время данные о масштабах четвертичных оледенений этой горной страны не оставляют места для предположений о возможности существования «убежищ» для водяного ореха. В частности, по данным последних исследований (Ширков, 1946) в долине р. Катунь остались следы трёх ледниковых эпох.

Надо думать, что проникновению водяного ореха в горные долины Северного Алтая предшествовало расселение его по южной части Западно-Сибирской низменности, в водоёмах которой водяной орех в настоящее время распространён вплоть до 55° с. ш. (В. Н. Васильев). Действительно, трудно предположить непосредственное проникновение водяного ореха через высокогорные перевалы, отделяющие притоки бассейна Оби—Катуни от притоков Енисея и Иртыша.

За сравнительно позднее проникновение водяного ореха в горы Северного Алтая говорят также следующие соображения. Дело в том, что террасы р. Катунь, начиная от 25-метровой и более высокие (более древние), отличаются сильной обизвесткованностью слагающего их материала, что очевидно является наследием послеледникового ксеротермического периода. Водяной орех, требующий чистой, слегка проточной воды, лишённой чувствительного содержания карбонатов, мог, следовательно, появиться только значительно позднее времени формирования 25-метровой террасы, синхронной, по данным В. В. Шаркова (1946), времени последнего (четвёртого) горного оледенения Алтая.

В заключение укажем на то, что известковистая плёнка покрывает также орудия палеолитической стоянки у с. Сrostки [3], находящейся в долине р. Катунь, в 40 км выше устья. Следовательно появление водяного ореха в долине р. Катунь произошло позднее палеолита.

Л и т е р а т у р а

¹ Время формирования этой террасы В. В. Шарков относит ко второму межледниковью, разделяющему второй и третий (предпоследний) ледниковые периоды.

[1] В. А. Обручев. Мои путешествия по Сибири. Изд. АН СССР, 1948. — [2] В. В. Ревердато. Основные моменты развития по-

слетретичной флоры Средней Сибири. Сов. бот., № 2, 1940. — [3] С. М. Сергеев. О палеолитических стоянках в районе г. Бийска. Бюлл. Моск. общ. исп. прир., т. 17, вып. 6, 1939. — [4] Флора СССР, т. XV. Изд. АН СССР, М.—Л., 1949.

В. Д. Дибнер.

ЗООЛОГИЯ

РЕДКИЕ ПТИЦЫ СОВЕТСКОГО ПРИМОРЬЯ

При орнитологических исследованиях в среднем течении р. Уссури (г. Иман, Лесозаводск, Спасск-Дальний, — В. Дубинин) и в южной части Приморья (зал. Посьет, Краснинский и Хасановский районы, — Н. Горчаковская), наряду с большим количеством обычных и широко распространённых на Дальнем Востоке птиц, нами наблюдались и были добыты некоторые редкие виды, представляющие большой интерес для познания фауны этого края.

В Приуссурийской низменности на сопках в районе пос. Тамга и г. Лесозаводска, в зарослях древесных насаждений липы, манчжурского ореха, бархата, вяза, берёзы и дуба с подлеском из зарослей леспедеции, винограда и широколиственной липы, в конце июля нами наблюдались два выводка уссурийской иглоногой совы (*Ninox scutulata ussuriensis* But.). Один из них состоял из взрослой и двух молодых птиц. Добыта 28 VII 1946 молодая самка была буровато-шоколадного цвета с более тёмной головой. Длина крыла 23.6 мм. Второй выводок состоял из двух взрослых и трёх молодых птиц и находился в 5 км от первого.

Уссурийская иглоногая сова является редкой птицей Приморья. Бутурлиным [3] она отмечена у оз. Ханка и у с. Гармакты, Черский [10] нашёл её в зарослях р. Одарки, Воробьёв [5] видел её севернее устья р. Хунгари. Ян [14] описывает гнездование японского подвида иглоногой совы в густых лесах и садах на всех японских островах от Хоккайдо до китайского острова Тайван (Формоза).

В большом количестве в лесах на Тамгинских высотах встречается японский серый личинкоед (*Pericrocotus roseus divaricatus* Raffles). Много севернее он отмечен Воробьёвым [5] по рр. Хунгари и Горини и в районе оз. Кузи. В течение июля и первой декады августа нами были встречены 10 пар личинкоедов с летными выводками по 4—5 молодых птиц. Три пустых гнезда были найдены в неглубоких полостях, образованных в трещине на стволе и на месте излома толстой ветви на высоте 5—8 м. Гнездо было построено из стеблей сухих трав, мягких волокон коры деревьев и сухих мелких листьев. Добыты 19—24 VII 1946 три самки имели длину крыла в 92.3—97.4 мм.

В этих же лесах в течение 15 VII—8 VIII 1946 были встречены три пары китайской длиннохвостой мухоловки (*Terpsiphona para-*

disi incei Gould.). Птицы держались попарно среди густых зарослей кустарников. Все они имели рыжую окраску верхней и нижней сторон тела, металлически черновато-синего цвета перья на голове и маанти, чёрные маховые и яркорыжие рулевые перья. По окраске они подобны экземплярам из Маньчжурии и Сев. Китая, хранящимся в коллекции Зоологического института Академии Наук СССР. У добытого самца (29 VII 1946) отмечена интенсивная линька кроющих тело и рулевых перьев. Е. П. Слангенберг наблюдал эту мухоловку летом 1928 г. в низовьях р. Иман; одна самка была добыта 12 VII 1936 у с. Раковки [4].

В окрестностях зал. Посьет во второй половине лета 1945—1946 гг. нами наблюдались большие стаи (до 30—64 штук) южной формы большой белой цапли (*Egretta alba modesta* Gray). До настоящего времени особи этой формы были добыты только во времена Тагановского в 1875—1895 гг. около Сидими и на берегу зал. Абрек. Цапли, добытые Пржевальским [8] на р. Янчихэ и Бутурлиным [3] у оз. Ханка, судя по размерам, принадлежат к номинальной форме. Северные большие белые цапли в южном Приморье имеют следующие размеры (измерены 15 экземпляров из коллекции Зоологического музея Московского университета): длина крыла 412—465 мм (в среднем 437.8 мм), длина клюва 113—137 мм (в среднем 127.6 мм), длина плюсны 176—205 мм (в среднем 191.06 мм). На основании этого Шульпин [12] и Тугаринов [9] пришли к выводу, что большая белая цапля является редкой, случайно залётной формой. Полученные нами данные заставляют изменить сложившееся представление. Среди добытых 8 белых цапель только самец от 20 X 1945 принадлежит к номинальной форме (длина крыла 435 мм, длина клюва 123 мм, длина плюсны 185 мм). Остальные 7 птиц, добытые 17 VIII—19 IX 1946, принадлежат к южной форме большой белой цапли и имеют следующие размеры: длина крыла 343—385 мм (в среднем — 356 мм), длина клюва 92—109 мм (в среднем — 99.6 мм), длина плюсны 138—158 мм (в среднем — 149.7 мм), вес в среднем 903.3 г.

Шульпин [12] упоминает о двух больших белых цаплях из Сеула (Корея) с длиной крыла в 345 мм и у Июкогама (Япония) с длиной крыла в 344 мм и отмечает, что «отличие разновидности *modesta* от разновидности *alba* заключается, главным образом, в величине (*modesta* гораздо меньше *alba*)».

Стаи большой белой цапли держались с конца августа до 7 X на пологих морских берегах бухты Экспедиции (Краскино, Тафауз, устье р. Черухэ, Ханси), на озёрах в окрестностях Краскино, на оз. Солёном, на протоке Синь-Чань, на оз. Дорицини и на озёрах у Мраморного мыса. Ни у одной из добытых нами белых цапель линьки пера не наблюдалось; только у самки, добытой 6 IX 1946, была отмечена слабая линька пуха на шее и ногах. Приведённые данные позволяют несколько иначе рассматривать вопрос о характере пребывания южной белой цапли в Приморье. Такие факты, как равномерная встреча птиц в период с 17 VIII до 7 X, добыча их из крупных стай на самых различных водоёмах изу-

чаемого района, формирование стай из молодых и взрослых особей в середине августа, говорят за то, что это были не пролётные формы, а местные гнездящиеся. Видимо, большая часть Приморья, за исключением его самой южной окраины, населена крупной номинальной формой *E. alba alba*, а в самой южной части советского Приморья встречаются *E. alba modesta*, которые являются не залётными, а обычным, многочисленным, гнездящимся подвидом. Видимо, район зал. Посыет является северной границей ареала южной белой цапли, которая в большом числе особей гнездится также в Индии, Японии, Китае, Корее [4, 18] и отмечена в Кобе на пролёте в апреле и октябре [14].

Из других редких птиц на о. Фуругельма нами наблюдались чернохвостые чайки (*Larus crassirostris* Vieil.), образующие большие колонии. Последние располагались на береговых склонах острова. Колонии достигли 30—60 и даже 70 гнёзд, расположенных либо среди зарослей высокой травы, либо непосредственно на голых каменистых скалах. Яичные скорлупки, собранные 6 VIII 1946, имели светлый песочно-буроватый цвет с бурными пятнами. В середине и во второй половине августа в стаях взрослых чаек появляется уже много молодых птиц. В это время чайки держатся на морских берегах зал. Посыет, бухты Экспедиции и Троицы и на близлежащих озёрах. Во второй половине октября чайки отлетают из Приморья (последние встречи 11—19 X 1946).

Весьма редким видом в южном Приморье является китайская малая крачка (*Sterna albifrons sinensis* Gm.), указанная в литературе для мыса Бакланьего на р. Амни [2] и для оз. Ханка. В 1946 г. мы наблюдали её 24 VII над морским заливом в бухте Экспедиции в устье р. Янчихэ среди стаи обыкновенной речной крачки. Добыта молодая птица, весом в 47 г, имела длину крыла в 159 мм. У неё отмечена сильная линька пера на голове и более слабая на спине и ногах. Ян [14] описывает гнездование этого подвида в Японии на о-вах Хондо и Киуху. Яковлев [13] добыл птицу 25 V 1924 в окрестностях Харбина на р. Сунгари. Вероятно, юг советского Приморья является северной частью ареала этой крачки.

Большой зоогеографический интерес представляет также нахождение Л. О. Белопольским [1] в Судзунском заповеднике представителя нового для Советского Союза семей-

ства птиц — дронго (*Dicrurus macrocercus cathaecus* Swinh.).

Дальнейшие исследования Советского Приморья могут значительно пополнить наши представления об орнитофауне Дальнего Востока и Советского Союза в целом.

Л и т е р а т у р а

- [1] Л. О. Белопольский. Птицы Судзунского заповедника. Сб. «Памяти акад. П. П. Сушкина», изд. АН СССР, 1950. — [2] С. А. Бутурлин. Птицы Приморской области. Журн. «Наша охота», кн. II, 1909; кн. V, VI, VII, VIII, IX, 1910; кн. XIV—XVIII, XX, XXI, 1911; кн. XVII, 1913. — [3] С. Бутурлин. Птицы Дальнего Востока. Журн. «Орнитологический вестник», кн. 3, №№ 2, 4, 5, 1910; №№ 3—4, 1911; № 1, 1913; №№ 1 и 2, 1917. — [4] С. Бутурлин и Г. Деметьев. Определитель птиц СССР, I—V, 1935—1941. — [5] К. Воробьев. Орнитофауне Дальнего Востока. Тр. Сихотэ-Алиньск. зап., вып. 2, 1938. — [6] К. Воробьев. Некоторые орнитологические наблюдения и находки в Южно-Уссурийском крае. ДАН СССР, 52, № 9, 1946. — [7] А. Емельянов. Сборы птиц лета 1924 по рр. Ботчи и Копи, на севере Сихотэ-Алиня Хабаровского округа ДВК. Владивосток, 1929. — [8] Н. Пржевальский. Путешествие в Уссурийском крае в 1867—1869, 1870. — [9] А. Тугаринов. Аистообразные. Фауна СССР. Птицы. I (3). — [10] А. Черский. Дневник наблюдений над природой, ведённый с 8 VII по 20 X 1911 в долине верхнего течения р. Одарки близ д. Ново-Владимировки Иманского у. Приморской обл. Зап. общ. изуч. Амурского края, т. XIV, 1915. — [11] Л. Шульпин. Новые данные по распространению птиц в Южно-Уссурийском крае и описание новых форм. Ежегодн. Зоол. музея АН СССР, т. XXVIII, вып. 3, 1927. — [12] Л. Шульпин. Промысловые, охотничьи и хищные птицы Приморья. Владивосток, 1936. — [13] Б. Яковлев. Животный мир Манчжурии. Птицы. Харбин, 1929. — [14] Н. Jahn. Zur Oecologie und Biologie der Vögel Japans. Journal für Ornithologie, 90, 1942. — [15] Kawotzu Mizuno. A. Distributional List of the Manchurian Birds. 1934.

В. Б. Дубинин и Н. Н. Горчаковская.

ИСТОРИЯ и ФИЛОСОФИЯ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

ПРОБЛЕМА КРИТИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВЕЩЕСТВА В ТРУДАХ ФИЗИКОВ КИЕВСКОГО УНИВЕРСИТЕТА (1870—1886)

И. Я. ЯКОБСОН

Проблема критического состояния вещества раньше всего и наиболее обстоятельно разработана трудами физиков Киевского университета. С 1870 г. М. П. Авенариус, а потом его ученики В. И. Зайончевский, О. Э. Страус, А. И. Надеждин, Павлевский и другие в течение 16 лет занимались теоретическими и особенно экспериментальными исследованиями критического состояния вещества.

М. П. Авенариус разработал метод определения критической температуры из выражения скрытой теплоты испарения. Талантливый физик А. И. Надеждин создал новый, до того неизвестный, так называемый весовой метод наблюдения критического состояния вещества. Метод Надеждина дал возможность определять критическую температуру тех веществ, которых до него никто не мог определить, например брома, иода и других. О. Э. Страус дал закон критической температуры смесей, подтвержденный Павлевским и рядом других исследователей. Пользуясь этим законом, Страус, ранее прямых опытов, довольно точно определил критическую температуру воды. Павлевский исследовал критическое состояние большого количества органических жидкостей.

1. Определение критической температуры тела по методу Авенариуса

Михаил Петрович Авенариус, с 1867 г. профессор физики Киевского университета, первый указал (в 1870 г.) на возможность определения критической температуры тела

из выражения для его скрытой теплоты испарения. Исходя из уравнения, даваемого термодинамикой:

$$p = A\mu i \left(\frac{T}{p} \cdot \frac{dp}{dT} - 1 \right), \quad (1)$$

где i — скрытая теплота испарения, A — тепловой эквивалент единицы работы, μ — разность удельных объемов пара и жидкости, p — упругость паров, соответствующая абсолютной температуре T , Авенариус полагает для критической температуры $p' = 0$, откуда

$$A\mu i \left(\frac{T}{p} \cdot \frac{dp}{dT} - 1 \right) = 0. \quad (2)$$

Это возможно или при

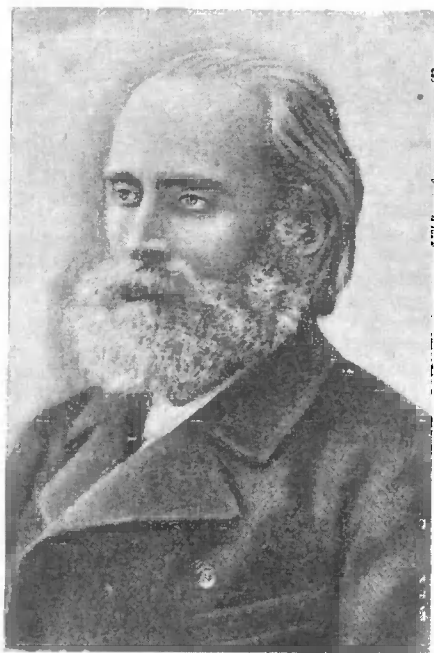
$$A\mu i = 0, \quad (3)$$

или при

$$\frac{T}{p} \cdot \frac{dp}{dT} - 1 = 0. \quad (4)$$

Условие (3) указывает на равенство удельных объемов пара и жидкости при критической температуре ($\mu = 0$). Пользуясь собственными данными ряда определений удельных объемов жидкого и парообразного эфира

при различных температурах, Авенариус построил для жидкости и пара кривые. При выполнении условия (3) кривые должны были пересечься. В действительности же кривые прерывались, не доходя до точки пересечения. Следовательно, из опытов было получено, что μ не обращается в нуль. Поэтому Авенариус предположил, что в нуль обращается другой множитель в уравнении (2), т. е. выполняется условие (4). Критические температуры, вычисленные по методу Авенариуса, почти не отличались от опытных данных других исследова-



Михаил Петрович АВЕНАРИУС
(1835—1895).

телей, например Каньяр де ля Тура.

Теорию Авенариуса подтвердил Матнас (1890). Он дал эмпирическую формулу для CO_2 :

$$\rho^2 = 118.458(31 - t) - 0.4707(31 - t)^2, \quad (5)$$

которая при критической температуре $t = 31^\circ$ даёт $\rho = 0$.

Тем не менее А. Г. Столетов настаивал на том, что при критической температуре должно иметь место равенство удельных объёмов пара и жидкости, которое также может служить для вычисления критической температуры [уравнение (3)]. Современное изучение критического состояния вещества с точки зрения молекулярной физики показывает, что прав был Авенариус. Его взгляд по существу был намёком на существующее в наше время представление о гетерогенности вещества в критическом состоянии, представляющего пар, в котором взвешены мельчайшие частицы жидкости. Проф. А. С. Предводителев по этому поводу пишет: «возможно, что в своих догадках Авенариус глубже Столетова проник в природу критического состояния» [12].

Исследования Авенариуса в физической лаборатории Киевского университета послужили началом постановки дальнейших исследований свойств жидкости вблизи её критической температуры.

2. Закон Страуса

Ученик Авенариуса, русский физик О. Э. Страус дал решение сложнейшей задачи определения критических параметров воды. О трудностях определения этих постоянных Ван-дер-Ваальс писал: «О величине критической температуры воды мы имеем только приблизительное понятие, а о критическом давлении воды известно только то, что оно должно быть очень высоким» («О непрерывности газообразного и жидкого состояния», цит. по [18]).

Вода не легко поддается опытному исследованию. Железные сосуды для опытов не годятся, так как они недостаточно герметичны; стеклянные сосуды при высокой температуре разбедаются водой, а главное лопаются.

Д. И. Менделеев вычислял критическую температуру воды, исходя из того, что при этой температуре капиллярная постоянная должна равняться нулю. Критическую температуру воды Менделеев получил равной 543° .

Страус довольно точно определил критическую температуру воды на основе установленного им в 1880 г. закона критической температуры смеси двух жидкостей. Свои исследования Страус начал с выяснения зависимости критической температуры от чистоты испытуемой жидкости. Подвергнув исследованиям растворы различных солей в эфире, он установил, что критическая температура жидкости увеличивается с увеличением количества растворённой соли.

Затем Страус перешёл к опытам над смесями двух жидкостей. Примешивая к испытуемой жидкости другую, он наблюдал не только повышение критической температуры, как в предыдущих опытах, но также и понижение, в зависимости от того, какая жидкость примешивалась. Так, например, спирт имел критическую температуру 240°C ; смесь из 80%

спирта и 20% воды имела критическую температуру 258°C , а из 72.7% спирта и 27.3% эфира — критическую температуру 226°C . Возникал вопрос, не зависит ли критическая температура смеси от критических температур и относительных количеств смешиваемых жидкостей.

На основе опытов с различными смесями двух жидкостей Страус установил закон для определения критической температуры смеси по объёмному содержанию составных частей и по их критическим температурам; этот закон выражается формулой:

$$T_k = \frac{\alpha\tau_1 + \beta\tau_2}{\alpha + \beta}. \quad (6)$$

Здесь T_k , τ_1 и τ_2 — критические температуры смеси и двух её составных частей; α и β — объёмные количества жидкостей, входящих в смесь. Выражение (6) показывает, что критическая температура смеси заключается между τ_1 и τ_2 и тем ближе к критической температуре одной из жидкостей, чем в большем количестве жидкость эта входит в данный раствор.

Если к данной жидкости прибавить другую, с более низкой критической температурой, то, найдя из опытов T_k , можно по формуле

$$T_k = \frac{\alpha\tau_1 + \beta x}{\alpha + \beta} \quad (7)$$

вычислить x , т. е. искомую критическую температуру. На основании сформулированного им закона Страус определил критическую температуру воды.

В экспериментальной части встретилось немало затруднений. Была взята смесь спирта и воды, причём более 50% воды к спирту присоединить не удавалось, так как при большем процентном содержании воды раствор при высокой температуре действовал химически на стекло. Вследствие образования силикатов трубка внутри покрывалась слоем молочного цвета и теряла свою первоначальную прозрачность. Смесь воды и спирта испытывалась в трубочках из свиного стекла; трубочки эти при нагревании оставались вполне прозрачными и стенки их покрывались лёгким налётом только при третьем или четвёртом опыте. Поэтому средняя температура выводилась на основании первых трёх или четырёх опытов.

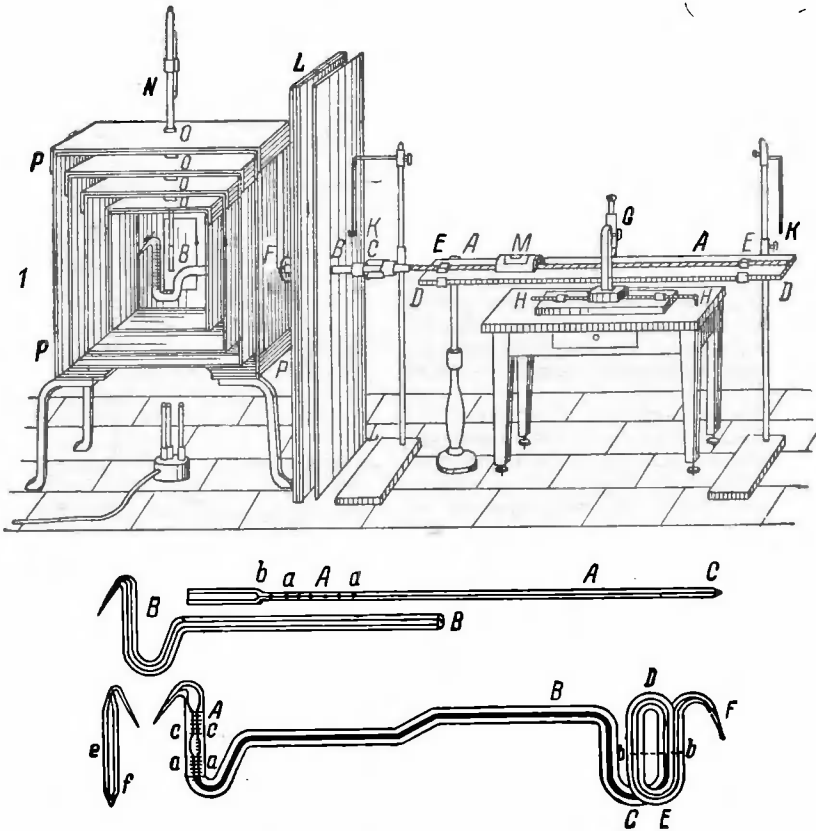
Средняя величина критической температуры воды в опытах Страуса оказалась равной 370°C с возможной ошибкой $\pm 5^\circ$, критическое давление 195.5 атмосфер.

Закон Страуса был несколько юозже подтверждён Павлевским. Тем же вопросом с опытной и теоретической стороны занимался Б. Б. Голицын, а также ряд иностранных учёных, подтвердивших закон Страуса в широких пределах и на большом экспериментальном материале.

3. Исследования А. И. Надеждина

Проблема критического состояния вещества изучалась физиками Киевского университета в разнообразных направлениях.

Талантливый ученик Авенариуса, А. И. Надеждин, прежде всего, уточнил и усовер-



Фиг. 1. 1 — Установка А. И. Надеждина для наблюдения критического состояния веществ; 2 — детали установки А. И. Надеждина; 3 — прибор К. Н. Жука для определения критического объёма.

шенствовал оптический метод наблюдения критической температуры. Как известно, оптический метод заключается в том, что в толстостенной запаянной стеклянной трубке, где находятся жидкость и её насыщенный пар, критическую температуру определяют при медленном нагревании наблюдением исчезновения мениска, разделяющего обе эти фазы, и обратного перехода при понижении температуры, когда в нижней части трубки появляется жидкий столб, ограниченный сверху заметным мениском.

При этом методе исследуемое тело только тогда проходит через критическое состояние, когда имеется определённый объём жидкости (нормальный критический объём). Надеждин обратил внимание на важный признак нормального критического объёма — критическую опалесценцию, которую он описывал так: «Как можно было заметить из наблюдений над несколькими десятками веществ, при объёме жидкости, близком к нормальному, переход совершается таким образом. Вначале по середине трубки появляется лёгкая муть (голубоватая в отражённом свете и желтоватая в пропущенном); муть эта темнеет, делается опаловой, затем молочно-белой; трубка становится непрозрачной и, наконец, появляется сильно кипящая жидкость. Когда жидкости взято больше, обратный переход также начинается

голубоватой мутью, которая понемногу темнеет, но мы не замечаем непрозрачной мути по всей длине трубки. Густая муть показывается сверху, где тотчас же виднеется опускающаяся жидкость, с уровнем которой муть и понижается, пока не достигнет конца трубки.

«При малом начальном объёме, мы опять-таки не замечаем появления густой непрозрачной мути; здесь после лёгкого тумана жидкость является в форме дождя, сыплющегося сверху от более холодных частей трубки.

«Таким образом, как видим, нормальному критическому объёму будут соответствовать появление и исчезновение мениска где-нибудь посредине трубки, а не вблизи её концов и густая интенсивная муть разом по всей длине трубки, сопровождающая обратный переход» [10].

Для наблюдения этих характерных явлений критического состояния Надеждин пользовался установкой, общий вид и детали которой представлены на фиг. 1. Здесь AA — горизонтальный манометр, к которому припаяна барометрическая трубка BB, наполненная ртутью до некоторого уровня aa, а далее — испытываемой жидкостью. C — стальная муфта, закреплённая держалкой; DD — доска из зеркального стекла; EE — подвижные вальки, совместно с уровнем M служившие для установки прибора в горизонтальном положении;

G — микроскоп, могущий перемещаться вдоль делений манометра; *КК* — термометры для определения температуры воздуха вокруг манометра; *LL* — три ширмы из полированной жести, не соприкасающиеся между собой; *P* — термостат из четырёх железных ящиков, устанавливаемых так, чтобы они нигде не соприкасались друг с другом и чтобы между стенками их мог свободно циркулировать нагретый воздух. Каждый железный ящик снабжён двумя окошками, стеклянным наружным и слюдяным внутренним, крышкой с особым рода задвигающимся отверстием *O*, куда сквозь асбестовые пробки можно пропускать внутрь термостата термометр *N* или прибор для измерения давлений. Трубка *ВВ* изолирована от железных ящиков асбестовой пробкой *F* с отверстием.

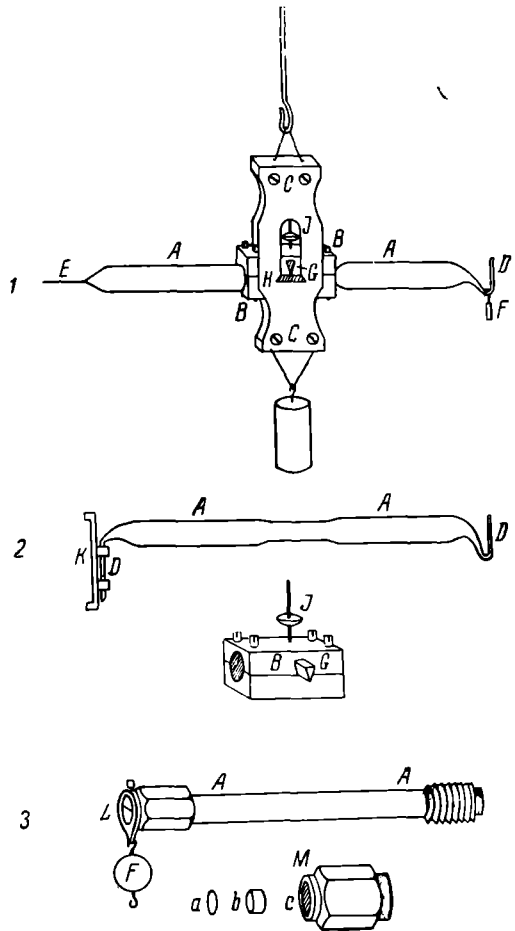
Для измерений критического объёма Надеждин пользовался прибором, сконструированным К. Н. Жуком (фиг. 1, 3). Он состоит из двух спаянных толстостенных трубок, изогнутых на концах *A* и *B*, как это показано на чертеже. На конце *A* виден резервуар для жидкости, над которой производились наблюдения. Другой конец *B*, заполненный той же жидкостью, служил для изменения ёмкости первого колена. От *aa* до *b* прибор заполнялся ртутью. Если нагревать колено *A* до критической температуры, то по вышеуказанным признакам можно судить, близок ли взятый объём к критическому или нет. Нагреванием или охлаждением колена *BCDEF* изменялся объём жидкости в колене *A* до появления признаков, характеризующих нормальный критический объём. Узнав критический объём, наполняли разделённую часть колена требуемым количеством испытуемой жидкости.

Однако критический объём в приборе Жука колебался в широких пределах по следующим причинам: 1) неравномерное нагревание и охлаждение колена *A*, сделанного из толстостенной трубки; 2) соприкосновение жидкости со ртутью, хорошим проводником тепла, влияние которого трудно устранить; 3) изменение уровня ртути, независимо от нагревания колена *BCDE*, под действием капиллярных сил ртути и жидкости.

В связи с этими недостатками прибора Жука, Надеждин воспользовался простым, но довольно точным приёмом. Был изготовлен ряд трубочек вида *ef* (фиг. 1, 3) с различным наполнением испытуемой жидкостью. Трубки запаивались, и нагреванием жидкость проводилась через критическое состояние. Та трубка, в которой мениск исчезал как раз посредине, содержала нормальный критический объём жидкости. Резцом отмечалось положение этого уровня жидкости, отламывался кончик трубки и жидкость удалялась нагреванием, после чего трубочка подвергалась тщательной сушке. Взвешивание трубочки, заполненной ртутью, один раз целиком и другой раз до сделанной черты, давало критический объём.

Для оценки этой части работы Надеждина следует обратить внимание на то, что тогда критический объём определялся исключительно теоретическим путём, а опытные данные существовали только для трёх легко сгущаемых газов: CO_2 , O_2 и C_2H_4 .

Оптический метод, как бы он ни уточнялся, всё же непригоден для жидкостей, не-



Фиг. 2. Весовой денсиметр А. И. Надеждина.

прозрачных подобно бромю (при высоких температурах) и иоду или выделяющих непрозрачные пары (азотноватая кислота) или таких, как вода, действующих на стекло и делающих его совершенно непрозрачным. Поэтому актуальнейшее значение имела разработка Надеждиным нового метода наблюдения критического состояния при помощи специально сконструированного прибора — весового денсиметра.

Стеклянная или стальная трубочка *AA* (фиг. 2) снабжена особой обоймой *B* из латуни и представляет собой коромысло довольно чувствительных весов. Для увеличения чувствительности в верхней части обоймы был укреплен винт *J* с передвигающимся грузом. Стеклянная трубочка посредине перетягивалась и закреплялась в обойме винтами при помощи медных подкладок; в случае металлических трубок было достаточно одних винтов; *C* — подставка, на которой помещалась трубка с обоймой. Пустая трубка уравнивалась при помощи небольших грузов *F*; трубка наполнялась известным количеством испытуемой жидкости и запаивалась наглухо; в случае стальной трубки конец ее герметически закрывался крышкой *M* (фиг. 2, 3). После этого один из концов

трубки отклонялся, и при качании жидкость переливалась. Затем прибор помещался в воздушную ванну и постепенно нагревался. Всё время, пока жидкость была тяжелее пара, конец с жидкостью был наклонён; в момент критической температуры и дальше — трубочка, как наполненная однородным веществом, находилась в равновесии.

При понижении температуры, в момент появления жидкости один из концов становился тяжелее, и при нагибании трубки жидкость опять начинала переливаться. Таким образом имелась возможность определить как момент полного испарения, так и конденсации.

Установив опытным путём точность и удобство нового метода, Надеждин приступил к определению критической температуры тех веществ, которых до него никто не мог определить, а именно: азотной кислоты, иода, брома и воды.

Отдельные наблюдения производились с несколькими первоначальными объёмами, часто даже в различных трубках, и каждый раз наблюдалось несколько переходов. За критическую температуру принималась наименьшая из наблюденных таким образом температур, а за приблизительную величину критического объёма — объём, соответствовавший этой последней, так как если жидкости взято слишком мало, температура испарения будет ниже нормальной; если же взять слишком много, то жидкость, распределившись на весь объём, приведёт в равновесие прибор ранее достижения критической точки, и наблюденная температура опять-таки будет ниже истинной.

Особое внимание обращалось на способ определения отклонения и положения равновесия. Если трубка с обоймишей была сравнительно легкой, а жидкости много (случай широкой стеклянной трубки), то прибор был весьма чувствительным, и установку трубки в горизонтальном положении и отклонение её в момент обратного перехода можно было наблюдать простым глазом. В противном случае наблюдение велось в зрительную трубу по наводке пересечения нитей на индекс в форме острия *E* (фиг. 2, 1) или черты на блестящей поверхности *L* (фиг. 2, 3). Употреблялось и зеркальное отсчитывание (зеркало *K*, фиг. 2, 2).

Измерения температуры производились воздушным термометром непосредственно или градуированными по нему ртутными термометрами. Для опытов с бромом и азотной кислотой, ввиду большого давления, брались толстостенные трубки. В опытах с иодом было трудно заполнить и запаять трубочку денсиметра, а также нагреть прибор до высокой температуры. По этому поводу Надеждин писал: «Опыт удался только один раз при случайно высоком давлении светильного газа, когда трубочка, наполненная около $\frac{1}{3}$ иодом, стала горизонтально».

При помощи своего весового денсиметра Надеждин осуществил прямое определение критической температуры воды. Первые опыты с водой были поставлены в стеклянных толстостенных трубках, покрытых изнутри серебром. Серебрение производилось весьма тщательно: из каждого раствора медленно осаждали 5 или 6 последовательных слоёв; однако около температуры в 230° трубки разрывало, несмотря

на довольно значительную толщину их (3—4 мм). Судя по силе взрыва и по оставшемуся на осколках слою серебра, можно было заключить, что разрыв происходил не столько от значительной упругости паров, сколько от того, что осаждённое серебро не представляло достаточной защиты и в некоторых местах вода, получая доступ к стеклу, разъедала его. Поэтому для дальнейших опытов употреблялась стальная трубка, к концу которой припаяивалась стальная пробка *b*, придавливаемая навинчивающейся крышкой *M* (фиг. 4, 3). Между пробкой и концом трубки вставлялся платиновый кружок *a* толщиной около 0.5 мм.

Надеждиным было произведено 6 серий наблюдений, в результате которых критическая температура воды оказалась равной 358.1° или 358° , критический объём 2.33.

В те годы, когда Надеждин выступал со своими замечательными работами по критическому состоянию тел, большое количество иностранных учёных также экспериментировало в этой области, однако их работы значительно уступали исследованиям русских физиков. У де Геена, например, приводится определение критической температуры уксусного метила. Результат от наблюдений Надеждина отличался не менее чем на 46° .

Выступая в интересах «точного знания», некоторые иностранные специалисты (Рамсей, Йонг) сами указывали, как необходима тщательность в работах по определению критических постоянных. Но как раз эта тщательность отсутствовала у де Геена и у ряда других иностранных исследователей, и поэтому их работы содержали ошибочные наблюдения, которые приводили к неправильным выводам, так как теоретики, стремясь найти математические выражения, отвечающие фактам, пользовались не заслуживающими доверия наблюдениями. Некоторые из иностранных физиков, исследовавших термические свойства газов и жидкостей, пускались в такие рассуждения, которые по существу с физикой ничего общего не имели. Так, например, известный физик Жамен, анализируя диаграммы Эндрьюса и пытаясь построить новую теорию критического состояния, писал о двух различных, но не различимых состояниях, переходящих одно в другое без затраты энергии. Это подлинная мистика, смахивающая, по меткому выражению Столетова, на древние «qualitates occultae» (скрытые качества).

В известных статьях «О критическом состоянии тел» Столетов совершенно правильно давал высокую оценку обстоятельным исследованиям Надеждина. Считая Надеждина лучшим знатоком проблемы критического состояния, Столетов подробно цитирует его вышеприведённое описание характерных признаков критической температуры. Столетов называет «кульминационным пунктом выдающейся деятельности Киевской физической лаборатории» это прямое определение критической температуры воды, сделанное Надеждиным 7 марта 1885 г. при помощи весового денсиметра.

В «Этюдах по сравнительной физике» (1886) Надеждин дал результаты своих исследований критического состояния 18 веществ. Здесь Надеждин обращал внимание на неустойчивость многих исследованных им ве-

ществ: «Наблюдать большее число переходов жидкости в пар и обратно (т. е. больше 4—6) будет совершенно лишним, так как от долговременного нагревания может произойти разложение вещества. В иных случаях разложение настолько значительно, что после 2—3 переходов мы замечаем сильное изменение критической температуры и давления». Эти факты о диссоциации наблюдаемого вещества были потом подтверждены многими исследователями.

4. Исследования Павлевского

В тех же «Этюдах по сравнительной физике» Надеждин останавливается на исследованиях Павлевского, другого ученика Авенариуса, занимавшегося изучением критического состояния органических жидкостей. Интерес к этому вопросу связан с попытками Надеждина установить связь между температурой кипения жидкости и критической температурой.

В статье «К вопросу о температуре абсолютного кипения жидкостей» Надеждин указывал, что «состояние теоретической химии и молекулярной физики не даёт возможности определить общую форму функции, которая связывала бы свойства тела с его строением и частичным весом,¹ однако, не установив точного закона, мы всё же должны допускать его в форме более или менее вероятной гипотезы для некоторых частных случаев».

Такую попытку сделал Надеждин на основе выполненных им самим и Зайончевским измерений температуры кипения и критической температуры смесей углеводородов состава C_nH_{2n} и нашёл, что у изомеров настолько же увеличивается критическая температура, насколько повышается температура кипения. Этот результат Надеждин обобщил в такой более широкой формулировке: «Критическая температура, являясь подобно температуре кипения некоторым пунктом (хотя и предельным) совместного существования пара и жидкости, будет выражаться функцией того же вида от частичного веса и строения, как и температура кипения».

Этим же вопросом о связи между температурой кипения и критической занимался Павлевский. Исследовав большое количество органических жидкостей, он пришёл к следующим двум выводам: 1) критическая температура членов гомологических рядов отличается от температуры кипения на постоянную величину; 2) критическая температура изомерных эфиров одинакова или почти одинакова.

Надеждин подверг анализу экспериментальную часть исследований Павлевского, а также выводы, полученные последним. Он указывал на обстоятельства, увеличивающие наблюдаемую величину критической температуры в опытах Павлевского (употребление ртутного термометра, не сверенного с воздушным; помещение шарика термометра в особом железном стволе, наполненном

ртутью). «Если даже в наших воздушных ваннах, — писал Надеждин, — при высоких температурах можно заметить влияние лучеиспускания стенок на термометр, то это влияние должно было ещё увеличиться в термостате Павлевского» [10].

Обработав данные Павлевского, приведя его показания к показаниям по воздушному термометру, Надеждин приходит к выводу, что критические температуры гомологических соединений отличаются на постоянную величину от температур кипения при их нормальном давлении. Надеждин подчёркивает, что эта зависимость, справедливая для температур кипения при нормальном давлении, может оказаться совершенно неверной для какого-нибудь другого давления.

В настоящее время иногда пользуются такой приближённой формулой:

$$T_{\text{кип.}} = \frac{2}{3} T_{\text{крит.}} \quad (8)$$

где $T_{\text{кип.}}$ — абсолютная температура кипения жидкости под нормальным давлением, $T_{\text{крит.}}$ — абсолютная критическая температура жидкости.

5. Проблема критического состояния вещества и развитие физики

Обширен круг вопросов, связанных с проблемой критического вещества. После введения в физику критических параметров, появилось учение о соответственных состояниях и было получено известное уравнение приведённого состояния:

$$\left(p_n + \frac{3}{v_n^2} \right) (3v_n - 1) = 8T_n \quad (9)$$

Уравнение (9) не содержит коэффициентов, зависящих от вещества, и как будто выражает универсальные свойства молекулярных систем, удовлетворяющих схеме Ван-дер-Ваальса. Однако Н. Я. Сонин [13] показал, что такое обобщение может быть выполнено не только на уравнении Ван-дер-Ваальса, но и на других уравнениях гораздо более общего вида. Л. Богаевский [3] обратил внимание на отклонения от уравнения приведённого состояния в связи с химическим составом вещества. Он нашёл, что вдали от критической температуры, вследствие полимеризации вещества, уравнение приведённого состояния перестает быть верным.

Знание критического состояния расширило само представление о веществе, подтвердило непрерывность газообразного и жидкого состояний, дающую яркую иллюстрацию перехода одних форм существования материи в другие. Энгельс в «Диалектике природы» писал: «Для такой стадии развития естествознания, где все различия сливаются в промежуточных ступенях, все противоположности переходят друг в друга через посредство промежуточных членов, уже недостаточно старого метафизического метода мышления. Диалектика, которая точно также не знает hard and fast lines [абсолютно резких, разграничительных линий] и безусловного, пригодного повсюду „или—или“, которая переводит друг в друга неподвижные метафизические различия, признаёт в надлежащих случаях наряду с „или—или“ также „как то, так и другое“ и

¹ Со времён Ломоносова в русской литературе по физике слово «частица» употреблялось взамен слова «молекула». Поэтому выражение «частичный вес» означает молекулярный вес.

опосредствует противоположности, — является единственным, в высшей инстанции, методом мышления, соответствующим теперешней стадии развития естествознания. Разумеется, для повседневного обихода, для научной мелкой торговли метафизические категории сохраняют своё естественное значение» (стр. 169, изд. 1948 г.).

Появился удобный способ вычисления постоянных a и b в уравнении состояния Ван-дер-Ваальса, поскольку они оказались связанными с параметрами критического состояния вещества. Однако в дальнейшем оказалось, что уравнение Ван-дер-Ваальса не даёт количественных результатов, точность которых была бы достаточна для практических целей. В связи с этим появились различные эмпирические уравнения иностранных учёных (Календари, группы исследователей — Кноблауха, Райша и других) для отдельных веществ. Хотя точность этих формул не вызывает сомнения, но их серьёзный недостаток — узкая область применения (для отдельного вещества своя формула). В Советском Союзе М. П. Вукалович и И. И. Новиков дали общую формулу состояния [7]. В отличие от уравнения Ван-дер-Ваальса в ней учитывается не только сцепление и объём самих молекул, но также и ассоциация молекул, заключающаяся в объединении одиночных молекул в двойные и более сложные агрегаты. Учёт ассоциации молекул даёт возможность точного вычисления газовой постоянной реального газа.

Нельзя забывать и того, что до учения о критическом состоянии вещества, газы, критическая температура которых низка, долгое время считались неконденсируемыми и поэтому получили название «постоянных» газов. После исследований критического состояния вещества термин этот утратил физический смысл.

Изучение проблемы критического состояния вещества открыло пути конденсации газов и обусловило тем самым появление техники глубокого охлаждения, получившей в Советском Союзе мощное развитие.

Всем изложенным и определяется исключительно важное значение рассмотренных здесь работ физиков Киевского университета, отличавшихся экспериментальной тщательностью и теоретической зрелостью.

Л и т е р а т у р а

- [1] М. П. Авенариус. Bulletin de l'Académie Imp. des Sciences de St. Pétersbourg, т. IX, стр. 647, 1876. — [2] М. П. Авенариус. О некоторых жидкостях, близких друг к другу по физическим свойствам. Журн. Русск. физ.-хим. общ., т. XII, вып. 1 и 2, стр. 20—22, 1880. — [3] Л. Богаевский, Зап. и. Акад. Наук, № 13, 1897. — [4] К. Н. Жук. Приём определения объёма жидкости при критической температуре. Унив. изв., Киев, № 2, Отд. III, стр. 11—12, 1885. — [5] В. С. Жуковский. Техническая термодинамика, изд. 2-е, 1940. — [6] В. И. Зайончевский. По поводу статьи Столетова. Журн. Русск. физ.-хим. общ., т. XIV, вып. 7, стр. 386—389, 1882. — [7] А. М. Литвин. Техническая термодинамика. 1947, стр. 158—175. — [8] Д. И. Менделеев. Основы химии, т. I, 1934, стр. 424. — [9] А. И. Надеждин. К вопросу о температуре абсолютного кипения жидкостей. Журн. Русск. физ.-хим. общ., т. XIV, вып. 9, 1882. — [10] А. И. Надеждин. Этюды по сравнительной физике. Унив. изв., Киев, № 12, отд. III, стр. 105—140, 1885; № 1, отд. III, стр. 1—38, 1886; № 2, отд. III, стр. 39—74, 1886. — [11] Павлевский. Chem. Berichte, 15, p. 2463, 1882; 16, p. 2633, 1883; 21, p. 2141, 1888. — [12] А. С. Предводителев. Физика тепла и молекулярная физика. Сб. «Очерки по истории физики в России», стр. 207—222, 1949. — [13] Н. Я. Сонин. Проток. отд. физики и химии Варшавск. общ. естеств., № 5 и 6, 1889. — [14] А. Г. Столетов. Собрание сочинений, т. III, ч. II (механическая теория теплоты или термодинамика), 1947. — [15] А. Г. Столетов. О критическом состоянии тел. 4 статьи. Собр. соч., т. I, 1940. — [16] А. Г. Столетов. Заметки о критическом состоянии тел. Журн. Русск. физ.-хим. общ., т. XIV, стр. 167—175, 1889. — [17] А. Г. Столетов. Избранные сочинения под ред. А. К. Тимирязева, 1950. — [18] О. Э. Страус. О критической температуре некоторых смесей. Журн. Русск. физ.-хим. общ., т. XII, вып. 8, стр. 208—218, 1880. — [19] О. Э. Страус. О критической температуре и критическом давлении. Журн. Русск. физ.-хим. общ., т. XIV, вып. 9, 1882.

ЮБИЛЕИ и ДАТЫ

ТРУДЫ АКАДЕМИКА Н. Д. ЗЕЛИНСКОГО ПО ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

(К 90-летию со дня рождения)

Научно-исследовательская деятельность академика Николая Дмитриевича Зелинского сыграла большую роль в развитии химической науки.

Трудами Н. Д. Зелинского и его школы разработаны важнейшие разделы органической химии. Методами органического синтеза и катализа в лабораториях Н. Д. Зелинского решались коренные вопросы техники и биологии. Продолжая и расширяя научные направления Д. И. Менделеева, А. М. Бутлерова и В. В. Марковникова — Н. Д. Зелинский своими работами открыл совершенно новые перспективы для развития химии и технологии нефти, катализа в органической химии и синтеза белка.

§ 1

Развитие нефтяной промышленности в России неразрывно связано с именем Д. И. Менделеева. Д. И. Менделеев был первым из учёных, который понял огромное значение нефти для развития народного хозяйства и химической промышленности. В 60-х годах прошлого столетия великий учёный боролся за создание научных методов переработки нефти, за её полное и рациональное использование и настойчиво протестовал против истребления нефти в качестве топлива. Он вёл упорную борьбу за постройку нефтепровода Баку—Батум, за создание специальных заводов по переработке нефти.

Менделеев доказывал, что русская нефтяная промышленность занимает первое место в мире.

Д. И. Менделеев [28] исследовал погоны различных сортов бакинской нефти, разработал новые методы её дробной перегонки, изучил диффузию углеводородов нефти, установил температуры кипения и удельные веса углеводородов нефти, получил безопасное осветительное масло из бакинской нефти.

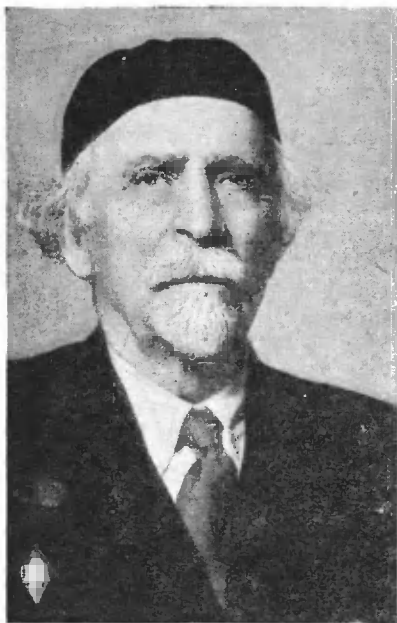
Научными исследованиями Д. И. Менделеева было впервые установлено уменьшение удельного веса с возрастанием температуры кипения отдельных фракций бакинской нефти, получающихся при особо тщательной её дробной перегонке. Вместе с тем Д. И. Менделеев показал, что удельные веса разных фракций нефти, даже после многочисленных перегонки, не одинаковы для нефтей геологически и географически различных месторождений. Опыт Д. И. Менделеева показали, что бакинская нефть содержит различные по химической природе углеводороды.

Следующим этапом в развитии химии нефти явились исследования В. В. Марковникова. В. В. Марковниковым и его школой изучались химические и физические свойства отдельных фракций нефти: элементарный состав, зольность, кислотность, оптическая активность, коэффициенты расширения, растворимость, были разработаны методы перегонки углеводородных смесей и методы химической переработки нефтяных фракций, открыт новый класс кольчатых углеводородов — наftenов.

Впервые работы В. В. Марковникова показали, что химическая при-

рода кавказской нефти совершенно иная, чем американской. Главная составная часть бакинской нефти — наftenы, циклопарафины, тогда как пенсильванская нефть состоит преимущественно из парафинов. Им было доказано присутствие в нефти циклогексена, цикlopentана и их различных гомологов и изомеров. Оказалось, что наftenы являются связующим звеном между алифатическими и ароматическими углеводородами.

Труды В. В. Марковникова заложили научные основы химической переработки нефти, определили состав и свойства кавказской нефти различных месторождений и одновре-



Николай Дмитриевич ЗЕЛИНСКИЙ.
Герой Социалистического Труда,
лауреат Сталинских премий.

менно раскрыли строение многих углеводородов нефти.

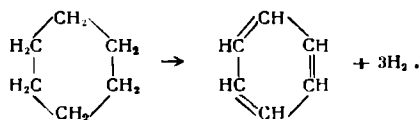
Дальнейшее изучение углеводородов кавказской нефти связано с именем Николая Дмитриевича Зелинского и его школы.

Н. Д. Зелинский пошёл по пути синтеза нафтен и сопоставления их с углеводородами, содержащимися во фракциях кавказской нефти. В 1895 г. Н. Д. Зелинский [11, стр. 269] осуществляет синтез 1,3-диметилциклогексана. Этот синтетический углеводород оказался идентичным с главной составной частью октанафеновой фракции нефти. Далее он синтезирует различные циклопентановые углеводороды, которые являются спутниками 1,3-диметилциклогексана в октанафеновой фракции нефти [12].

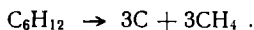
Синтезы нафтен, приведённые Н. Д. Зелинским совместно с учениками, позволили глубоко изучить строение углеводородов нефти и выработать наиболее рациональные приёмы их использования в технике.

Большое практическое значение имеют изученные Н. Д. Зелинским и его учениками контактные явления, изменяющие химическую природу углеводородов [3, 6]. Руководящей основой исследований Н. Д. Зелинского по переделке природы углеводородов нефти были идеи Д. И. Менделеева [29] о механизме катализа. Согласно представлениям Н. Д. Зелинского, движущая причина каталитических явлений кроется в изменении динамического состояния и формы молекул под влиянием катализаторов [12, стр. 15].

Исследования Н. Д. Зелинского показали, что преобразование химической природы углеводородов нефти с шестичленным кольцом наиболее легко произвести при применении в качестве катализаторов платины и палладия, либо никеля, осаждённого на окиси алюминия. С помощью этих катализаторов Н. Д. Зелинскому удалось легко осуществить дегидрогенизацию циклогексановых углеводородов при сравнительно низкой температуре (300°):



До работ Н. Д. Зелинского попытки преобразования химической природы циклогексановых углеводородов не увенчались успехом. Опыты по дегидрогенизации циклогексана и его гомологов в присутствии никеля приводили к расщеплению шестичленного кольца и образованию метана:



Ещё в 1913 г. Н. Д. Зелинский указывал, что «каталитическое разложение гексаметилен и метилгексаметилен под влиянием палладия и платины характерно именно для шестичленного ядра. Пентаметиленовые углеводороды, по крайней мере, при температуре не выше 300°, совершенно не дегидрогенизируются в указанных условиях. Это отношение резко и определённо отличает пяти- и шестичленные кольца» [4]. Это указание предначертало пути ароматизации нефти с целью по-

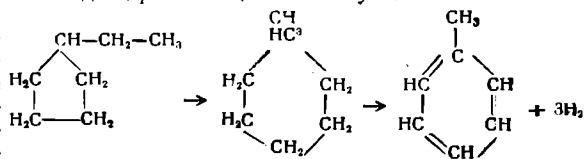
лучения ценного технического сырья и явилось основой для создания методов анализа бензинов из нефтей различных месторождений.

Систематические исследования Н. Д. Зелинского [5, 23] доказали, что в условиях открытой им каталитической дегидрогенизации углеводороды с четырёх-, пяти-, семи- и восьмичленными кольцами, а также и углеводороды с открытой цепью — парафины и олефины, стойки и водорода не выделяют. Методом избирательной каталитической дегидрогенизации над платиной и палладием при 300° стало возможным из смесей различных циклических углеводородов целиком отделить циклогексановые углеводороды, превращая их в бензол и его гомологи. Посредством этого метода было установлено значительное содержание в бакинской нефти углеводородов с пятичленным кольцом.

В исследованиях Н. Д. Зелинского [8, 16] избирательный дегидрогенизационный катализ оказался надёжным методом определения количества циклогексановых углеводородов по отношению к другим циклическим углеводородам исследуемой фракции нефти и сыграл решающую роль в изучении химической природы составных частей нефти, в первую очередь бензинов нефтей различных месторождений. Избирательный катализ позволил разработать промышленный способ получения ароматических углеводородов из нефтей Советского Союза.

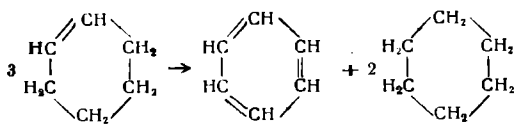
Как показали исследования Н. Д. Зелинского, совместно с Н. И. Шуйкиным и Ю. К. Юрьевым [11, стр. 513—579], катализ бензинов в присутствии платинированного угля или никеля, отложённого на окиси алюминия, значительно обогащает их ароматическими углеводородами. При этом было установлено, что количество ароматических углеводородов в бензинах становится тем больше, чем больше в последних содержится циклогексана и его гомологов. Даже бензины бакинской нефти, содержащие десятки доли процента ароматических углеводородов, после каталитической дегидрогенизации, настолько обогащаются ароматическими углеводородами, что содержание последних в бензиновой фракции нефти возрастает до 50—70%. Каталитическая ароматизация нефти сильно повысила антидетонационные свойства природных бензинов, их октановые числа, и тем самым разрешила проблему получения высококачественного горючего для двигателей внутреннего сгорания.

В разрешении проблемы низкотемпературной ароматизации нефтяного сырья большое значение имели исследования Н. Д. Зелинского и Н. И. Шуйкина [25, 26] по превращению циклопентановых углеводородов, содержащихся в значительном количестве в нефти, в углеводороды ряда циклогексана. Ими было осуществлено превращение нефтяных углеводородов — этилциклопентана и диметилциклопентана — в метилциклогексан с последующей его дегидрогенизацией в толуол:



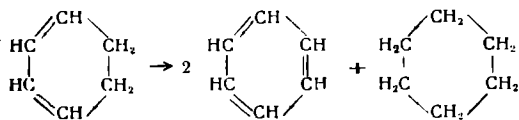
Оно дало промышленности новый, весьма эффективный, метод получения ароматических углеводородов.

Всестороннее исследование циклогексано-вых углеводородов привело Н. Д. Зелинского к открытию явления перераспределения водородных атомов между несколькими молекулами не полностью гидрированных шестичленных циклов. Углеводород циклогексен в отсутствии катализаторов устойчив при температуре 600°, тогда как в присутствии палладиевой или платиновой черни, даже при обыкновенной температуре, он начело превращается в бензол и циклогексан [19]:



Одновременная реакция дегидрогенизации и гидрогенизации циклогексена является реакцией необратимой. Обратное превращение бензола и циклогексана в циклогексен, путём повторного перераспределения водорода между молекулами, не происходит.

Дальнейшие опыты Н. Д. Зелинского [20] показали, что циклогексадиен в контакте с платиной или палладием моментально превращается в циклогексен и бензол. Последующее перераспределение водорода в кольце циклогексена, сопровождающееся образованием бензола и циклогексана, идёт значительно медленнее:



И в данном случае реакция преобразования не полностью гидрированного шестичленного кольца в присутствии катализатора необратима. Вот почему этот вид катализа был назван Н. Д. Зелинским необратимым катализом.

Исследованиями Н. Д. Зелинского была выявлена взаимосвязь между необратимым и дегидрогенизационным катализом. Оказалось, что при повышении температуры циклогексан, образующийся в условиях необратимого катализа, отщепляет водород и превращается в бензол [12, стр. 204], т. е. необратимый катализ переходит в дегидрогенизационный. Этим было раскрыто одно из внутренних звеньев дегидрогенизационного катализа — необратимый катализ.

Исследования Н. Д. Зелинского дали ответ и на другой важнейший вопрос химии и технологии нефти — на вопрос о поведении, в условиях дегидрогенизационного катализа, циклопентановых углеводородов.

Теория натяжения Байера указывала на особую устойчивость пятичленного цикла, подчёркивая большую прочность межатомных связей в циклопентане и его гомологах. Руководствуясь теорией Байера, надо было считать, что по устойчивости циклопентан также

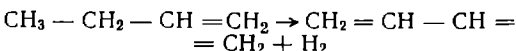
устойчив с близкими по молекулярному весу парафинами.

Теоретические установки Байера были поколеблены ещё исследованиями В. В. Марковникова (1903 г.) [27], который нашёл, что «пентаметиленовые производные не изомеризуются в тетраметиленовые...», но в противоположность гексаметиленовым они легче (в особенности третичные) переходят в парафины».

В 1933 г. Н. Д. Зелинский, Б. А. Казанский и А. Ф. Платэ [18] открыли, что циклопентан и его гомологи при гидрировании, в присутствии платинированного угля, превращаются в парафиновые углеводороды. Это открытие перекинуло новый мост между циклическими органическими соединениями и органическими соединениями с открытой цепью. Оно показало новые возможности в переработке природы углеводородов нефти, взаимосвязь и пути перехода между различными по химической природе органическими веществами.

Дальнейшую ступень в познании природы циклопентанового кольца составили работы ученика Н. Д. Зелинского — акад. Б. А. Казанского [30].

Методом каталитической дегидрогенизации Н. Д. Зелинский осуществил превращение бутилена в бутадиев и, таким образом, открыл широкие перспективы в использовании нефтяного сырья и природных газов для промышленности синтетического каучука. Исследования Н. Д. Зелинского с учениками [9, 10] показали, что превращение бутилена в бутадиев:



достигается как при атмосферном давлении, так и под уменьшенным давлением (150 мм ртутного столба); выход каучукогена составляет 75—83%.

§ 2

В период первой мировой войны Н. Д. Зелинский (1915 г.) открыл огромную поглощательную способность активированного берёзового угля и создал универсальный противогаз.

В первой докладной записке об угольном противогазе в 1915 г. Зелинский писал: «Вот эти-то соображения, основанные на опытных данных, и побудили нас обратить особое внимание на уголь как на твёрдый универсальный противогаз, при целесообразном применении которого можно было ожидать надежнейшей защиты от всех удушающих газов и паров, какого бы они ни были происхождения».

Угольный противогаз Зелинского оказался надёжным средством химической защиты против боевых отравляющих веществ, применённых впервые в истории войн немецкой армией.

Благодаря противогазу Зелинского русская армия смогла продолжать боевые действия, сохраняя жизнь и здоровье всему личному составу.

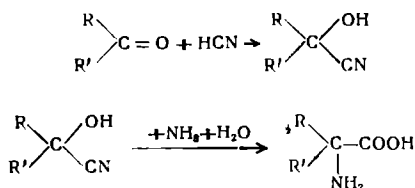
В дальнейшем Н. Д. Зелинский применил активированный уголь в исследованиях в области органической химии. Совместно с Б. А.

Казанским [12, стр. 320; 17] он изучил контактное уплотнение ацетилен под влиянием активированного берёзового угля, установив, что эту реакцию можно вести при высокой температуре (600—650°). Присутствие активированного угля оказывает благоприятное влияние на течение реакции, исключает взрывы и вспышки, столь характерные для ацетилена. В результате этой реакции ацетилен конденсируется, главным образом, в бензол. И здесь исследования Н. Д. Зелинского открыли новые перспективы перед техникой — перспективы синтетического получения бензола и ароматических углеводородов из известки и угля, через ацетилен.

§ 3

Большой раздел научно-исследовательской деятельности Николая Дмитриевича Зелинского посвящён важнейшей проблеме современного естествознания — проблеме синтеза белка.

Ещё в начале XX в. Н. Д. Зелинский [22, 24], совместно с учениками, разработал общий метод синтеза альфа-аминокислот, основанный на взаимодействии альдегидов и кетонов с цианистым калием и хлористым аммонием:



Этим простым методом была синтезирована целая группа аминокислот, участвующих в построении белковой молекулы.

К проблеме белка Н. Д. Зелинский подошёл с позиций катализа. Для изучения природы белковых веществ он применил каталитический гидролиз.

До исследований Зелинского полный гидролиз белковых веществ осуществлялся длительным кипячением их с концентрированными минеральными кислотами при низких температурах и при участии ферментов (Э. Фишер). В 1912 г. Н. Д. Зелинский [7, 12 стр. 428] применил новый метод расщепления белков — гидролиз белков разбавленными кислотами и щелочами без участия ферментов. Разработанный Н. Д. Зелинским, совместно с В. С. Садиковым [12, стр. 437—463, 21], метод каталитического гидролиза белков в автоклавах, при высокой температуре (150—180°) позволил провести полное расщепление многих природных белков и белковой массы целых организмов и отдельных органов животных.

Систематические исследования Н. Д. Зелинского и В. С. Садикова по каталитическому гидролизу белковых веществ показали, что при разрушении белковой молекулы, наряду с аминокислотами, получают циклические ангидриды аминокислот — дикетопиперазины.

Проведённое ими глубокое изучение гидролизатов целых организмов и отдельных органов животных установило значительное содержание дикетопиперазинов.

Открытие новых структурных элементов белковой молекулы дало возможность Н. Д. Зелинскому (1914—1923 гг.) выдвинуть теорию строения белковой молекулы — «дикетопиперазиновую теорию». Эта теория создала новое направление в химии белка и указала пути раскрытия внутренней структуры белковой молекулы.

Теория Н. Д. Зелинского встретила сильные возражения со стороны ряда исследователей, указывавших, что циклические группировки в белке являются вторичными образованиями, возникающими при их автоклавном гидролизе.

Опыты Н. Д. Зелинского и Н. И. Гаврилова (1927) [13] убедительно показали, что циклизация дипептидов в автоклаве не происходит даже при 180°.

Эти же опыты дали и первую характеристику содержания дикетопиперазинов в различных белковых веществах.

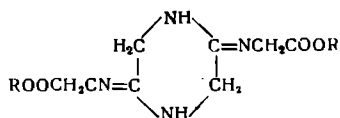
Таким образом, Н. Д. Зелинский и Н. И. Гаврилов, равно как и ряд других исследователей, подтвердили натураность циклических форм белковой молекулы.

Теория Н. Д. Зелинского получила новые веские доказательства, когда был разработан метод количественного определения дикетопиперазинов в молекуле белка [1, 14]. В основе данного метода лежит электрохимическое восстановление дикетопиперазинов на ртутном катоде (в кислой среде) при температуре 25—30°. При этих условиях не происходит ни циклизации пептидов, ни гидролиза дикетопиперазинов и полипептидов. Оказалось, что дикетопиперазины восстанавливаются до пиперазинов, тогда как полипептиды белковой молекулы восстановлению не подвергаются. Образующиеся при электровосстановлении белковых веществ пиперазины весьма стойки к гидролизу. Полипептиды под влиянием гидролиза легко распадаются на составляющие их аминокислоты.

Всё это и позволяет определить количество кольчатых структур дикетопиперазинов в природных белках.

С помощью биуретовой реакции в лаборатории Н. Д. Зелинского был решён вопрос о протяжённости полипептидных цепей в белке. Спектральный анализ медных комплексов белка (биуретов) и полипептидов указал, что в белке содержатся короткие — трипептидные цепи. Так рухнул опытный фундамент полипептидной теории строения белка Эмиля Фишера.

Завершающим звеном новой теории строения белка Н. Д. Зелинского явилось раскрытие формы связи между дикетопиперазинами и полипептидами в микромолекуле белка. Для этой цели Н. Д. Зелинский, Н. И. Гаврилов и Л. Н. Акимова [15] разработали методы конденсации дикетопиперазинов с эфирами аминокислот и эфирами пептидов. Этими методами учёные воспроизвели те структурные формы связи, которые имеются в белковой молекуле. Скрепляющим звеном дикетопиперазинов с аминокислотами оказалась амидная связь (>C=N):



Синтетически полученные модельные структуры белка — амидины давали при нагревании дикетопиперазиновую реакцию с пикриновой кислотой. Амидины, образованные пиперазином и двумя пептидами (диглицил-глицинами), дают спектр поглощения цветного (фиолетового) медного комплекса типа трипептида.

Опыты Н. Д. Зелинского, Н. И. Гаврилова и Л. Н. Акимовой по ферментативному расщеплению пепсином в сильно кислой среде (1%-й соляной кислоте) синтетических моделей белка установили, что в этих условиях происходит разрыв амидинной связи с отщеплением аминокислотных остатков боковых цепей. Кольчатая же система белка, в этих условиях, не нарушается.

Посредством распространения новой методики ферментативного расщепления на натуральные белки — желатину и фиброин шёлка — было доказано наличие в них амидинных группировок.

В результате этого цикла исследований был открыт специфический фермент «амидиназа» в системе ферментов пепсина, что дало возможность окончательно доказать существование особого вида связи — «амидинной связи» — между дикетопиперазинами и аминокислотами.

Систематическое изучение в лаборатории Н. Д. Зелинского и Н. И. Гаврилова спектров поглощения нативных белков (М. И. Плехан и Н. А. Поддубная) [2] показало, что полипептидная цепочка нативных белков, как и у синтетических белковых моделей, в основном состоит из трёх остатков аминокислот, т. е. является трипептидной.

Труды Н. Д. Зелинского и учеников последнего значительно расширили наши знания о строении белка, решили проблему его микроструктуры и открыли новые пути его синтеза.

Л и т е р а т у р а

[1] Н. И. Гаврилов и А. В. Коперина, Журн. общ. хим., 17, 335, 1947. — [2] Н. И. Гаврилов, М. И. Плехан и Н. А. Поддубная, Изв. АН СССР, Отд. хим. наук, 1, 127, 1941; Журн. общ. хим., 17,

547, 678, 701, 723, 1947. — [3] Н. Д. Зелинский, Журн. Русск. физ.-хим. общ., отд. 1, 43, 1220, 1911; 44, 275, 1912. — [4] Н. Д. Зелинский, там же, 45, 52, 1913. — [5] Н. Д. Зелинский, Ber. Dtsch. Chem. Ges., 44, 3122, 1911. — [6] Н. Д. Зелинский, там же, 56, 1249, 1923; 57, 669, 1924. — [7] Н. Д. Зелинский, Естественный и искусственный катализ белковых тел. М., 1914. — [8] Н. Д. Зелинский, Изв. АН СССР, Отд. хим. наук, 6, 183, 1923. — [9] Н. Д. Зелинский, Докл. АН СССР, 32, № 2, 136, 1941. — [10] Н. Д. Зелинский, Изв. АН СССР, Отд. хим. наук, 5, 319, 1942. — [11] Н. Д. Зелинский, Избранные труды, т. 1, Изд. АН СССР, М., 1941. — [12] Н. Д. Зелинский, Избранные труды, т. II, Изд. АН СССР, М., 1941. — [13] Н. Д. Зелинский и Н. И. Гаврилов, Bioch. Ztschr., 182, 18, 1927. — [14] Н. Д. Зелинский и Н. И. Гаврилов, Вестн. Моск. унив., № 7, 57, 1947. — [15] Н. Д. Зелинский, Н. И. Гаврилов, Л. Н. Акимова, Журн. общ. хим., 17, 801, 822, 842, 1947. — [16] Н. Д. Зелинский, А. М. Герценштейн, В. Доброхотов, Журн. Русск. физ.-хим. общ., ч. хим., 45, 52, 1913. — [17] Н. Д. Зелинский и Б. А. Казанский, Журн. Русск. физ.-хим. общ., ч. хим., 55, 140, 1924. — [18] Н. Д. Зелинский, Б. А. Казанский и А. Ф. Платэ, Журн. общ. химии, 4, 168, 1934. — [19] Н. Д. Зелинский и Г. С. Павлов, Ber. Dtsch. Chem. Ges., 57, 1066, 1924; [20] Н. Д. Зелинский и Г. С. Павлов, там же, 66, 1420, 1933. — [21] Н. Д. Зелинский и В. С. Садинов, Bioch. Ztschr., 136, 241, 1923. — [22] Н. Д. Зелинский и Г. Л. Стадников, Журн. Русск. физ.-хим. общ., ч. хим., 38, 722, 1906; 40, 792, 1908; 43, 1091, 1911. — [23] Н. Д. Зелинский и М. Г. Фрейман, Журн. Русск. физ.-хим. общ., ч. хим., 67, 1523, 1930. — [24] Н. Д. Зелинский и Н. А. Шлезингер, Ber. Dtsch. Chem. Ges., 40, 2886, 2890, 1907. — [25] Н. Д. Зелинский и Н. И. Шуйкин, Журн. общ. химии, 4, 901, 1934. — [26] Н. Д. Зелинский и Н. И. Шуйкин, Журн. прикл. хим., 9, 260, 1936. — [27] В. В. Марковников, Журн. Русск. физ.-хим. общ., отд. 1, 35, 1028, 1903. — [28] Д. И. Менделеев, Журн. Русск. физ.-хим. общ., отд. хим., 13, 454, 1881; 14, 54, 157, 1882; 15, 189, 367, 1883; 16, 458, 1884. — [29] Д. И. Менделеев, там же, 18, 8, 1886. — [30] В. В. Разумовский, Природа, № 9, 2, 1949, № 2, 88, 1950; № 4, 12, 1950.

В. В. Разумовский.

С. Н. НИКИТИН — ВЫДАЮЩИЙСЯ РУССКИЙ УЧЁНЫЙ

(К 100-летию со дня рождения)

4 февраля 1851 г. родился Сергей Николаевич Никитин — выдающийся русский палеонтолог и геолог, с именем которого неразрывно связано изучение осадочных образований Русской равнины.

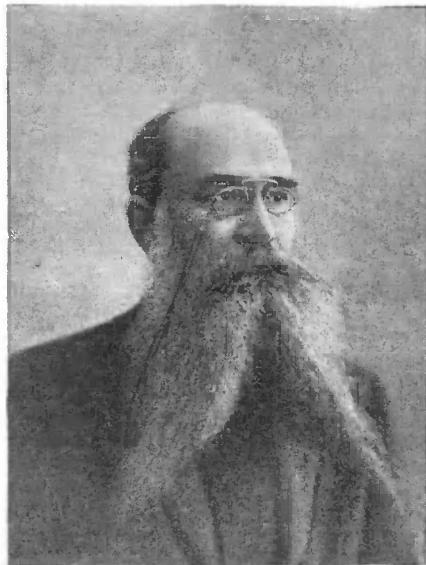
Являясь одним из виднейших представителей московской геологической школы, С. Н. Никитин на протяжении многих лет занимался изучением палеонтологии и стратиграфии палеозойских, мезозойских и кайнозойских отложений Европейской России и написал ряд монографических работ, посвящённых этим отложениям.

Будучи старейшим геологом учреждённого в начале восьмидесятых годов прошлого столетия Геологического комитета, С. Н. принял участие в геологической съёмке Европейской России в масштабе 10 вёрст в дюйме и составил листы 56-й (Ярославль), 71-й (Кострома) и 57-й (Москва). Им было установлено присутствие меловых отложений в центральной части Русской равнины, детально изучены юрские отложения Муромо-Елатомского района в бассейне р. Оки, каменноугольные отложения Подмосковского бассейна, выяснены условия залегания артезианских вод в районе Москвы, исследованы гидрогеологические условия в бассейне р. Оки, мезозойские отложения Поволжья, полуострова Канина, р. Мезени и Средней Азии, впервые объяснено происхождение Курской магнитной аномалии, выяснено геологическое строение района г. Новороссийска, изучена

стратиграфия палеогеновых отложений Сызранского района и написано большое количество мелких статей, заметок и геологических отзывов по различным вопросам, связанным, главным образом, с изучением геологического строения Центральной части Русской равнины.

В 1886—1889 гг. С. Н. Никитин производил геологические исследования на территории Волжско-Уральской нефтеносной провинции и детально разработал вопросы стратиграфии и тектоники этой обширной территории; он впервые указал на тесную связь, существующую между дислокационными (сбросовыми) трещинами и высачиваниями густой нефти (гудрона) в Поволжье; запасы её он считал здесь практически неисчерпаемыми; дислокации Заволжья он назвал «пермской осью».

Большинство работ С. Н. Никитина сделались классическими и вошли в золотой фонд нашей научной геологической литературы.



Сергей Николаевич НИКИТИН.
(1851—1909).

Литература

1. Л. Ш. Давиташвили. Развитие идей и методов в палеонтологии после Дарвина. Изд. АН СССР, стр. 69—72, 1940.
2. Ф. П. Чернышёв. Сергей Николаевич Никитин (некролог). Изв. Акад. Наук, VI сер., т. III, № 12, стр. 1171—1173, 1909. — 3. Он же. Памяти Сергея Николаевича Никитина, Изв. Геол. Ком., т. XXVIII, № 10, 1909.

Н. Н. Карлов.

ЖИЗНЬ ИНСТИТУТОВ и ЛАБОРАТОРИЙ

НАЧАЛО СОВЕТСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ СОЛНЕЧНОЙ КОРОНЫ ВНЕ ЗАТМЕНИЙ

В нашем журнале уже не раз сообщалось об осуществлении наблюдений солнечной короны вне затмений [1, 2]. Солнечная корона — самая внешняя из видимых оболочек Солнца. Через неё и из неё идут те солнечные радиации, которые приходят к нам на Землю и, в частности, те, которые ответственны за солнечно-обусловленные геофизические и радиофизические явления.

В физике самой солнечной короны, до недавнего времени изучавшейся лишь в краткие минуты полных солнечных затмений, пока ещё остаётся достаточно много загадочного, не вполне ещё изученного и понятого наукой. Можно сослаться хотя бы на вопрос о происхождении исключительно высокой кинетической температуры внутренней короны, достигающей до миллионов градусов, или на вопрос о

происхождении лучевой структуры короны, видимому, особенно существенный для гелиогеофизики, так как, вероятно, именно корональные лучи наиболее тесно связаны с направленными потоками геоактивных солнечных корпускул.

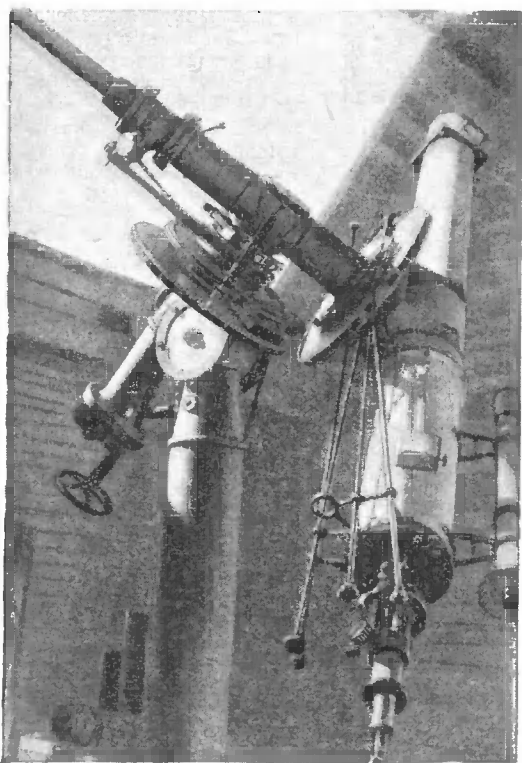
По всем этим и многим другим важным солнечным и гелиогеофизическим причинам возможность организации регулярной действующей службы короны, не зависящей от крайне редких и ненадёжных моментов полных солнечных затмений, представляется исключительно научно и практически важной.

Ввиду этого Пулковская обсерватория, недавно получившая в своё распоряжение большой первоклассный внезатменный коронограф (фиг. 1), решила приступить к регулярной службе короны. Вследствие крайней слабости свечения короны, её фотографические наблюдения в визуальной области в настоящее время возможны лишь на большой высоте, где околосолнечный ореол, обусловленный рассеянием света фотосферы в аэрозоле земной атмосферы, будет уже сильно ослаблен, так как наиболее эффективная часть толщи аэрозоля лежит ниже высоты корональной обсерватории.

В 1947 г. Пулковская обсерватория организовала специальную высокогорную экспедицию в составе М. Н. Гневышева и Б. Н. Гимельфарба для поисков подходящего места для строительства новой горной солнечной станции на Северном Кавказе. Экспедиция выбрала плато Шит-Жет-Мес (высота 2130 м над ур. м.) в 28 км к югу от г. Кисловодска. На этом месте летом 1948 г. и развернулось строительство временных наблюдательных, жилых и хозяйственных павильонов Горной станции Пулковской обсерватории (фиг. 2).

Наблюдения Солнца на Горной станции были начаты ещё в октябре 1948 г., когда на ней был успешно освоен опытный образец нового стандартного прибора Службы Солнца СССР — менискового фотогелиографа, оптическая схема которого была создана членом корр. АН СССР Д. Д. Максуповым, а конструкция разработана инж. П. В. Добычиним [7] (фиг. 3).

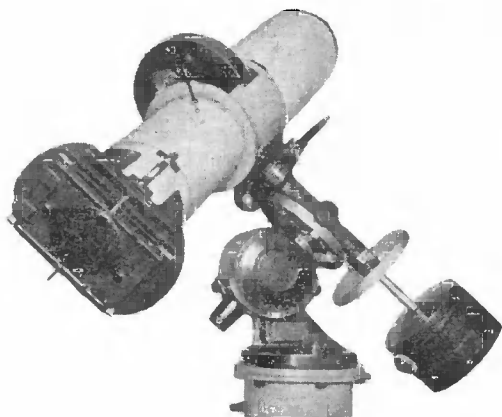
В течение всего 1949 г. происходило освоение новых для нас корональных наблюдений. В самом начале 1950 г., после частичной реконструкции коронографа, были получены первые удачные пробные снимки короны. М. Н. Гневышеву и Р. С. Гневышевой удалось, впервые в нашей стране, снять вне затмения спектральную область вблизи главной линии



Фиг. 1. Внезатменный коронограф Пулковской обсерватории, установленный на Горной станции.



Фиг. 2. Временные постройки Горной станции. Наверху — павильоны инструментов, внизу — жилой дом и хозяйственные постройки.



Фиг. 3. Менисковый фототеллограф системы лауреата Сталинской премии Д. Д. Максудова.

излучения короны — знаменитой зелёной линии с длиной волны 5303 \AA [6]. Тогда же А. А. Калиняк, на том же инструменте применив электроннооптический преобразователь, впервые в мире сделал пробный прямой снимок короны в инфракрасном свете [8]. Как известно, за год до этого А. А. Калиняк, совместно с В. Б. Никоновым и В. И. Красовским, получил тем же прибором первый в литературе снимок ядра нашей Галактики [9].

Летом 1950 г. Горная станция получила специальный интерференционно-поляризацион-

ный фильтр [3, 5], изготовленный для наблюдения короны и хромосферы инж. А. Б. Гильваргом (Институт кристаллографии АН СССР). В настоящее время этот фильтр исследован и испытан. При его помощи на Горной станции ныне регулярно ведутся прямые снимки коронального свечения в лучах красной линии, а также одновременно изучаются хромосферные явления.

В связи с доказанной возможностью наблюдения короны на Горной станции, сейчас там строятся постоянные сооружения, которые превращают эту станцию в удобную высокогорную наблюдательную базу. В ближайшее время следует ожидать дальнейшего развития этих интересных и перспективных исследований.

Л и т е р а т у р а

- [1] В. П. Вязаницын, Природа, № 2, 1936. — [2] Б. Н. Гиммельфарб, Природа, № 4, 1944. — [3] Б. Н. Гиммельфарб, Природа, № 1, 1951. — [4] М. Н. Гневывшев, Бюлл. Ком. по иссл. Солнца, № 7, 1951. — [5] Р. С. Гневывшева, Природа, № 2, 1948. — [6] М. Н. и Р. С. Гневывшвы, Докл. АН СССР, 72, № 4, 1950. — [7] П. В. Добычин, Бюлл. Ком. по иссл. Солнца, № 2, 1949. — [8] А. А. Калиняк, Докл. АН СССР, 72, № 4, 1950. — [9] А. А. Калиняк, В. И. Красовский, Б. В. Никонов, Докл. АН СССР, 66, № 1, 1949.

Проф. М. С. Эйгенсон.

ПОТЕРИ НАУКИ

ПАМЯТИ АКАДЕМИКА А. А. ЗАВАРЗИНА

Эволюционная гистология, созданная в нашей стране после Великой Октябрьской социалистической революции, является одним из крупных достижений отечественной науки. Описательная, чисто морфологическая наука после работ акад. Алексея Алексеевича Заварзина вошла в общее русло эволюционного учения. Для такой перестройки гистологии потребовался не простой пересмотр накопленных фактов, а огромная творческая работа, которой А. А. Заварзин посвятил всю свою жизнь.

А. А. начал заниматься гистологией на третьем курсе Петербургского университета под руководством проф. А. С. Догеля и уже в студенческие годы выполнил две научные работы. После окончания университета, в 1907 г., его оставляют при кафедре для подготовки к профессорской деятельности. В это время А. А. только 21 год, но он оказывается уже вполне самостоятельным, целеустремлённым молодым учёным. Под влиянием А. С. Догеля он приступает к исследованию сравнительной гистологии нервной системы, избрав в качестве объекта насекомых. Этим была начата серия сравнительно-гистологических работ, к которым позднее присоединились и работы его учеников.

В 1910 г. А. А. сдает магистерские экзамены и параллельно с этим ведёт интенсивную исследовательскую работу, завершившуюся магистерской диссертацией на тему «Гистологические исследования чувствительной нервной системы и оптических ганглиев насекомых». В 1914 г. А. А., защитив магистерскую диссертацию, становится приват-доцентом Петербургского университета. До защиты диссертации А. А. преподаёт в коммерческом училище и состоит ассистентом Женского медицинского института и Университета.

В 1916 г. А. А. избирают профессором только что организованного Пермского университета. К этому времени, в возрасте 30 лет, он является уже вполне сложившимся учёным, широко известным благодаря ряду прекрасных работ. Подобрал молодых ассистентов, А. А. выезжает в г. Пермь, где, прежде всего, приступает к организации кафедры. В Перми с особенной силой проявились все многосторонние дарования молодого профессора. В короткий срок им организована кафедра и развёрнута научная работа. Но его

организационная деятельность не ограничивается кафедральной работой; он, со свойственной ему энергией, принимает участие в организации нового университета. Его выдвигают на должность декана медицинского факультета, вся организация которого ложится на его плечи. В разное время А. А. состоит также деканом биологического факультета, директором биологической станции, временами заменяет ректора университета.

Пермский период жизни А. А. имел для него огромное значение, так как здесь им впервые была создана научная школа и здесь же зародились все те идеи, которые он дальше разрабатывал и углублял в течение всей своей жизни. Продолжая с сотрудниками сравнительно-гистологические исследования по

нервной системе, он начинает новую серию работ по сравнительному изучению соединительной ткани. К концу пребывания А. А. в Перми относятся первые его формулировки теории параллелизма, основанные на сопоставлении нервной системы насекомых и позвоночных.

В 1922 г. А. А. избирается начальником кафедры гистологии Военно-медицинской академии, ныне им. С. М. Кирова, и переезжает в Ленинград. В эти годы А. А. в докладах и печати уже широко пропагандирует сравнитель-



Алексей Алексеевич ЗАВАРЗИН
(1886—1945).

ный метод в гистологии. В Ленинграде А. А. продолжает работы по соединительной ткани и крови, а также по взаимоотношению эпителия и соединительной ткани. Последние работы привлекают внимание патологов, и, после ряда выступлений А. А. с докладами, его избирают заместителем председателя Общества патологов. С 1925 г. А. А. работает в Рентгено-радиологическом институте, а с 1927 по 1936 г. А. А. состоит действительным членом Научно-исследовательского института им. П. Ф. Лесгафта.

Новые эволюционные принципы гистологии, широко пропагандируемые А. А., приобретают настолько большое значение для развития ряда областей медицины, что при создании Всесоюзного Института экспериментальной медицины Алексей Алексеевич организует в нём Отдел общей морфологии. Благодаря широкому возможностям работы в организованном институте и большому количеству сотрудников, в деятельности А. А. начинается новый, весьма плодотворный период. Он приглашает в Отдел виднейших специалистов Ленинграда — профессоров Д. Н. Насонова, Н. Г. Хлопина, П. П. Иванова, и в короткий срок Отдел, возглавляемый А. А., становится главным гистологическим центром нашей страны, куда приезжают работать из различных городов Союза. А. А. организует в Институте регулярные научные конференции, привлекающие большую аудиторию. Не ограничиваясь этим, А. А. периодически организует более широкие тематические конференции, собирающие уже не только ленинградскую аудиторию, но и многих специалистов из других городов. Стремясь объединить всех морфологов Ленинграда, А. А. организует Общество анатомов, гистологов и эмбриологов, председателем которого и состоит в течение ряда лет.

В эти же годы он много работает в редакции журнала «Архив анатомии, гистологии и эмбриологии». Несмотря на большую организационную и педагогическую деятельность, А. А. не прерывает и интенсивной исследовательской работы. Кроме продолжения прежних серий работ, начинается новая серия по регенерации мышечной ткани и ряд других исследований. В статье 1934 г. он несколько по-новому формулирует основные положения эволюционной гистологии, показывая, главным образом на примере соединительной ткани, взаимодействие части и целого, и подчёркивает специфические задачи эволюционной гистологии. К этому же времени относится усиленная пропаганда А. А. внедрения эволюционного подхода в разработку ряда медицинских проблем. Эти высказывания вплотную примыкают к основным положениям И. И. Мечникова, развитым в его сравнительной патологии воспаления.

В 1937 г. А. А. организует в ВИЭМ циклы лекций для научных работников Ленинграда и сам выступает с рядом лекций по эволюционной динамике нервной системы. Лекции привлекают большую аудиторию и вызывают огромный интерес не только среди морфологов, но и среди физиологов. После прочтения этих лекций, в основу которых были положены многолетние исследования самого А. А. и его сотрудников, он приступает к написанию книги «Очерки по эволюционной ги-

стологии нервной системы», вышедшей из печати в 1941 г. По своей направленности, эволюционному подходу и оригинальному материалу книга не имеет себе равных ни у нас, ни за рубежом, являясь по существу эволюционной гистологией нервной системы от её возникновения у низших беспозвоночных до высших млекопитающих. Продолжая разработку эволюции нервной системы, А. А. в 1940 г. выступает с докладом «Ленинская теория отражения и происхождение коры большого мозга». К сожалению, статья на эту тему не была им написана.

В конце 1940 г. А. А. приступает к написанию второй монографии, которая должна была обобщить многолетние труды целого коллектива по изучению крови и соединительной ткани. Однако в Ленинграде он успевает написать только несколько глав: работа прерывается Великой Отечественной войной, и 29 ноября 1941 г. постановлением Государственного Комитета Обороны его эвакуируют в г. Томск, где в это время находится Всесоюзный Институт экспериментальной медицины.

Несмотря на особенность условий эвакуации (на самолёте с ограниченным количеством багажа), А. А. берёт с собой написанную часть книги, все необходимые материалы и по прибытии в Томск продолжает к дальнейшей работе над книгой. Одновременно включаясь в научную жизнь города, А. А. выступает с докладами и лекциями; его зачисляют профессором Университета, вокруг него снова собирается небольшой коллектив работников, продолжающих интенсивно работать.

В 1942 г. за монографию по нервной системе ему была присуждена Сталинская премия. К концу 1942 г. А. А. заканчивает вторую монографию, но продолжает работать над ней ещё около года, окончательно обрабатывая текст и подбирая рисунки. «Очерки по эволюционной гистологии соединительной ткани и крови» явились продолжением книги по нервной системе. В этой книге, начав с вопроса о происхождении многоклеточных животных и происхождении тканей, он подробно рассматривает закономерности эволюции тканей внутренней среды и даёт развёрнутое изложение теории параллельных рядов тканевой эволюции. Монография, разделённая на два тома, вышла из печати уже после смерти А. А. Во втором томе книги рассматривается с эволюционных позиций ряд специальных вопросов гистологии и патологии, проблема взаимоотношения соединительной ткани и эпителия, теория активной мезенхимы, кроветворение и т. д. Будучи горячим патриотом своей Родины, автор посвящает книгу «великой победе над варварством и мракобесием, светлой памяти погибших за это святое дело, своей великой и чудесной Родине».

Эта монография содержит результаты двадцатилетнего упорного труда целого коллектива научных работников, во главе с А. А.

В 1943 г. А. А. избирают действительным членом Академии Наук СССР. Таким образом, он явился первым гистологом-академиком. Вскоре его назначают директором Института цитологии, гистологии и эмбриологии. Его приглашают заведывать кафедрой гистологии Военно-морской медицинской академии и при-

сваивают звание генерал-майора.

В 1944 г. А. А. утверждают действительным членом Академии медицинских наук СССР. В том же году он переезжает в Москву и сразу же начинает планировать организацию исследовательской работы, научных конференций и т. д. Но этим планам уже не суждено было осуществиться. 25 июля 1945 г. он скончался после непродолжительной болезни, на 60-м году жизни. Смерть внезапно настигла А. А. в самом расцвете творческих сил. К счастью, он успел сам подвести общий итог как своим работам, так и работам своих многочисленных сотрудников, изложив в двух книгах основы эволюционной гистологии.

Правительство высоко оценило деятельность А. А., наградив его двумя орденами

Трудового Красного Знамени. Президиум Академии Наук СССР постановил увековечить его память рядом мероприятий. В 1948 г. издан сборник работ памяти А. А. Заварзина. Учреждена премия им. акад. А. А. Заварзина за гистологические исследования и издаются в четырёх томах главные его работы. Состоявшийся в 1949 г. Всесоюзный съезд анатомов, гистологов и эмбриологов в резолюции отметил выдающиеся заслуги А. А. в деле развития советской гистологии.

Создание эволюционной гистологии является крупным достижением советской науки и оно навсегда будет связано с именем академика Алексея Алексеевича Заварзина.

Л. Н. Жинкин.

VARIA

ВЛИЯНИЕ МУРАВЬЁВ НА РОСТ ШИПОВНИКА И МАЛИНЫ

В журнале «Природа», № 4, 1949, помещена интересная заметка А. А. Лебедева «Оригинальный симбиоз» — о влиянии муравьёв на развитие различных деревьев и кустарников. Насколько нам известно, это явление впервые отмечается в нашей специальной литературе, хотя оно достаточно широко распространено в природе и представляет большой практический интерес.

Часто бывая в смешанных лесах Коми АССР, в которых преобладающими породами являются ель, лиственница и берёза, мы неоднократно встречали большие муравейники, диаметром до 1,5 м и высотой до 1,2 м, окружённые густыми зарослями шиповника или малины. Кусты этих ягодников, по сравнению с экземплярами, растущими вдалеке от муравьиных куч, были развиты гораздо сильнее. Они были значительно выше (примерно в 2 раза), гуще и занимали большие площади, создавая собою сплошные кольцеобразные массивы, и, что особенно важно, урожай ягод на них

был гораздо больше, а сами ягоды крупнее (примерно в 1,5—2 раза), сочнее и слаще. Таким образом в отношении ягодных кустарников наши наблюдения полностью подтверждают данные А. А. Лебедева.

В настоящее время, когда наша Родина реализует Сталинский план борьбы с засухой, когда тысячи людей заняты созданием защитных лесных полос, ни одно из явлений, могущих способствовать развитию наших молодых лесов, не должно остаться вне внимания научно-исследовательских организаций. Насколько нам известно, в наших южных степях муравейники встречаются крайне редко, в силу чего возникает интересная проблема: повысить их количество в новых лесных массивах степных районов, чтобы и этим путём способствовать наилучшему развитию древесных и кустарниковых пород защитных насаждений.

Вышеизложенные наблюдения следует проверить и изучить и из них нужно сделать соответствующие практические выводы.

К. В. Кострик.

КРИТИКА и БИБЛИОГРАФИЯ

В. Ф. Каган. Архимед. Краткий очерк о жизни и творчестве. Гос. изд. техн.-теор. лит., М.—Л., 1949. 52 стр. Тираж 20 000. Ц. 80 коп.

Имя Архимеда принадлежит к числу очень немногих «математических» имён, получивших прочную всеобщую известность. Нужно, однако, признать, что этой популярностью великий сиракузец обязан не столько своим изумительным математическим достижениям, сущность которых остаётся малоизвестной неспециалистам, сколько своим физическим открытиям (гидростатический закон, формула рычага), издавна вошедшим в школьные учебники. Немалое, пожалуй, значение для широкой известности имени Архимеда имела и та роль, своеобразно запечатлённая в распространённых преданиях, которая принадлежала Архимеду в бурной военной истории его времени.

Задачей рецензируемого очерка, принадлежащего перу нашего известного геометра, было познакомить, в популярном изложении, возможно более широкий круг читателей, имеющих самые скромные математические познания, с характером математического творчества Архимеда, с сущностью основных идей и методов, внесённых последним в математику.

Очерк открывается общей оценкой научного гения Архимеда, которого автор рекомендует своим читателям в качестве предшественника великих творцов современной математики — «прадеда новой математики». Здесь же справедливо подчеркнута, что замысел Архимеда — объединить теоретические исследования в области математики с их практическими приложениями — сближает этого античного учёного с передовой наукой нашей эпохи. Далее обрисована историческая обстановка, в которой протекала многогранная деятельность Архимеда, и сообщены дошедшие до нас сведения о его жизни.

Дав затем общую характеристику вклада в математику, сделанного Архимедом, и рассказав о его основном арифметическом произведении — «Псаммите», автор переходит к краткому обзору важнейших геометрических сочинений Архимеда. Содержание последних здесь раскрывается в той мере, в какой это необходимо для выяснения главного элемента в геометрическом творчестве Архимеда — развития им метода исчерпывания. С большей полнотой излагается при этом сочинение Архимеда, посвящённое квадратуре параболы. Несколько модернизируя отдельные моменты своего изложения, но не нарушая основного хода рассуждений Архимеда, автор получает возможность представить последние в более компактной и (для современного читателя) легкой обзорной форме. Модернизированный (использующий элементы дифференциального исчисления) вывод двух специальных свойств параболы, применяемых Архимедом в этом сочинении, приведён в приложении к основ-

ному тексту брошюры. Значительное внимание в изложении уделено выяснению роли «механических» соображений в геометрическом методе Архимеда. Характеристика работ Архимеда в области механики занимает в очерке отдельное (но небольшое) место.

В заключительной части очерка автор обращается к рассмотрению «логической базы», на которой Архимед строит свои выводы — к рассмотрению геометрической аксиоматики Архимеда. Здесь сжато, но вместе с тем доходчиво, анализируется отношение аксиоматики Архимеда к аксиоматике Евклида и к современной аксиоматической системе геометрии.

Как можно видеть уже из приведённого обзора рецензируемого очерка, содержание последнего «ориентировано от Архимеда к нашей эпохе»: автор уделяет преимущественное внимание вопросу «Архимед и математика наших дней», значительно меньше останавливаясь на отношении математики Архимеда к доархимедовой математике. Такой характер очерка объясняется, повидимому, его общей целенаправленностью: проф. В. Ф. Каган скорее хочет подвести своего читателя ко входу в современную математику, чем увлечь его в глубь её древней истории.

Очерк написан хорошим, ясным языком, в котором точность выражений сочетается с доступностью, а порой и с уместной эмоциональностью.

В заключение отметим один-два момента в рецензируемом очерке, которые вызывают возражения. В ряде мест очерка автор подчеркнута противопоставляет Архимеда как носителя передовых научных тенденций Евклиду, изображаемому там «верным учеником Платона» (стр. 46 и др.). Между тем вопрос о «платонизме» Евклида является по меньшей мере спорным. Поэтому категорическое противопоставление миросозерцания Евклида миросозерцанию Архимеда едва ли можно признать правильным. С оговоркой относительно необходимости критического отношения к характеристике В. Ф. Каганом философской позиции Евклида, мы можем горячо рекомендовать рецензируемый очерк каждому, кто хотел бы в серьёзном, но живом изложении, познакомиться с той вершиной античной математической мысли, с которой явственно открываются горизонты новой математики.

Ю. М. Гайдук.

В. Г. Фесенков. Современные представления о вселенной. Изд. АН СССР, М., 1949, 259 стр. Ц. 15 руб.

Всегда бывает интересно и полезно прочитать научно-популярную книгу, написанную крупным специалистом и учёным, даже если она местами отражает субъективные взгляды

автора. Рецензируемая книга принадлежит к числу таких произведений и представляет значительное явление в советской астрономической литературе. На 250 страницах текста сосредоточен очень большой материал, сконцентрировано много фактов, высказано много мыслей. Автор стремится развернуть полную картину строения вселенной, как она представляется современной науке, и дать рациональное объяснение наблюдаемым явлениям. Он не затушёвывает трудностей в таком объяснении, не скрывает ещё не устранённых противоречий, но излагает свои точки зрения, всегда интересные, несмотря на то, что не всегда с ними можно согласиться.

Первая глава историческая. Она содержит сжатый очерк развития науки о вселенной от древнейших времён до развития астрофизики в двадцатом веке. Во второй главе описываются планеты со спутниками и межпланетная материя. Значительное внимание уделяется здесь метеоритам и результатам их исследования советскими учёными. Третья глава посвящена физике звёзд и Солнца. Здесь трактуются вопросы внутреннего строения звёзд, источников их энергии и определения их возраста. В четвёртой главе излагаются исследования строения Галактической системы. Пятая глава, как нам кажется — наиболее современная и интересная, подводит итоги нашим знаниям о состоянии, составе и количестве межзвёздного вещества в Галактике. В этой области в последние годы достигнуты большие успехи, в значительной мере благодаря работам советских учёных. В последней, шестой, главе говорится о возрасте Галактики, о возможном строении Метагалактики, в частности в связи с гравитационным парадоксом, и о красном смещении.

Таким образом книга затрагивает все основные вопросы современной астрономии и астрофизики, имеющие отношение к строению вселенной. Благодаря сжатости и насыщенности изложения каждая страница представляет интерес не только для читателя-неспециалиста, но и для специалиста-астронома, как обоснованное мнение одного из крупнейших советских астрономов.

Автор, повидимому, не ставил себе целью написать вполне популярную книгу. Во всяком случае изложение таково, что наряду с местами, вполне доступными более широкому кругу читателей, имеются фразы, которые вследствие своей сжатости будут понятны лишь читателю, привыкшему к физико-математическому мышлению или даже основательно знающему астрономию. Так, например, на стр. 70 читаем: «Знание скоростей по лучу зрения составляющих двойных звёзд с известным орбитальным движением немедленно приводит, как легко понять, к вычислению их расстояния до наблюдателя». Без дальнейшего объяснения неспециалисту это обстоятельство не так легко понять, как утверждает автор. Равным образом без объяснения на стр. 155 сказано: «Другой способ определения вращения Солнца основан на применении принципа Допплера, который является более универсальным». Или ещё пример со стр. 168: «Этот тонкий эффект магнитного расщепления, на основании которого можно судить о наличии магнитного поля, мог быть открыт для тех

звёзд, которые случайно повернуты к нам своей осью и поэтому не показывают никакого доплеровского расширения линий вследствие неизбежного вращения». Во всех случаях несколько дополнительных объяснительных слов сделали бы соответствующие рассуждения понятными для гораздо более широкого круга читателей.

Хуже всего обстоит дело с точностью и достоверностью многих числовых данных, приводимых в книге. Вероятно во многих случаях в этом виновата плохая корректура и редакция, но иногда помимо простых опечаток приходится заподозрить и более глубокие ошибки. Отметим некоторые числовые ошибки. На стр. 17 число звёзд в каталоге Альмагеста указано 1028 вместо 1080; на стр. 49 новое значение солнечного параллакса по определению Спенсера Джонса дано $8^{\circ}798$ вместо $8^{\circ}790$; на стр. 51 в примере с видимостью монетки ошибочно указано расстояние в 90 м вместо 22.5 м. На стр. 58 в два раза преувеличено расстояние, на которое земной полюс удалится от своего среднего положения; на стр. 66 солнечная постоянная преувеличена в 100 раз; на стр. 67 орбитальная скорость Земли выражена в м/сек., а напечатано км/сек.; длина суток на Марсе дана $24^h 37^m$, а не $24^h 27^m$, как дано на стр. 96; ошибочно сжато однородной Земли по Ньютону $1/144$ на стр. 111 (в действительности должно быть $1/230$). Атомный вес изотопов обозначается надстрочным показателем у символа элемента, а не подстрочным индексом, как напечатано на стр. 144 и дальше. На стр. 73 после обозначения спектральных классов звёзд не указано, что числа в скобках есть температура в градусах. Рис. 28 повернут боком, от чего теряет смысл пояснительная подпись. На рис. 69 по оси абсцисс отложено время в сутках, а подписано «логарифм периода», что не имеет никакого смысла.

Ряд ошибок нельзя приписать простым опечаткам, как, например, на стр. 29 в перечислении звёзд, у которых Галлеем были впервые открыты собственные движения, ошибочно назван Процион вместо Альдебарана. Дуга меридиана Струве — Теннера (на стр. 45 напечатано Тернер) на севере идёт до Фугленеса на берегу Ледовитого океана, а не до Торнео у Ботнического залива. При фотографировании неба для составления фотографической карты на каждой пластинке делались три, а не две экспозиции (стр. 60). На стр. 73, наряду с С. Н. Блажко, указан фиктивный астроном С. Ю. Блажко. Встречается путаница терминов: блеск, абсолютная величина, яркость, светимость, причём на стр. 202 абсолютная величина цефеид названа их блеском.

Книга вышла из печати в конце 1949 г. и может быть поэтому в ней ещё не нашли отражения некоторые выдающиеся результаты последних советских исследований; так, например, автор на стр. 201 говорит про наблюдение галактического ядра Стеббинсом и Уитфордом, но не цитирует гораздо более совершенного исследования Калиняка, Красовского и Никонова в Крымской астрофизической обсерватории.

Нужно пожелать, чтобы в будущем издании было обращено больше внимания на точ-

ность и безупречность содержания и устранены опечатки и ошибки, которые портят в остальном очень ценную книгу. Нужно также, чтобы автор ещё больше уделил внимания новейшим исследованиям советских учёных.

Чл.-корр. АН СССР А. А. Михайлов.

Проф. А. А. Малахов. Как произошли Уральские горы. Свердловск, Обл. гос. изд., 1949, 52 стр. с 8 рис. Ц. 1 р. 25 к.

Наша научно-популярная литература обогатилась в минувшем году ещё одной хорошей книжкой. Труды по геологии, издаваемые как научно-популярные, большей частью представляют изложение для широкого круга читателей вопросов общего характера — об образовании гор вообще, о вулканах, землетрясениях, древней фауне, морях и океанах, о прошлом Земли вообще, ледниках и т. п. (если ограничиться примерами из геологии и геоморфологии). Рецензируемая книга рассматривает вопросы горообразования применительно к определённой области нашей Земли, именно Уралу, и рассказывает читателям историю образования Уральских гор.

В начале автор знакомит читателя с работой геолога-съёмщика карты, отмечая её неполноту, обусловленную наличием на местности разных препятствий, скрывающих её строение, и с той помощью, которую ему оказывает геофизика своими инструментами. Эту главу очень полезно было бы расширить, хотя бы за счёт следующей, где говорится об уральских рудознатцах старого и нового времени. В маленькой главе «Известно ли вам, что такое Урал?» автор показывает, что этот вопрос ещё не решён полностью в связи с неопределённостью восточных и западных границ Урала. Столь же небольшую главу о возрасте Земли нельзя признать удачной, так как в ней больше говорится о жутком виде разных древних животных, чем о возрасте Земли и его делении. В главе о рождении гор слишком мало сказано о движениях земной коры, образующих горы посредством складчатости слоёв и разломов; геохронологическая таблица, занимающая одну страницу, была бы уместнее в главе о возрасте Земли. Так же мало сказано о процессе уничтожения гор деятельностью воды и льда.

Остальная, большая часть книжки занята изложением истории развития Урала в течение отдельных этапов. После архейского и протерозойского этапов, о которых мы знаем ещё очень мало, описаны пять палеозойских, в течение которых происходило формирование главной массы горных пород Урала в виде морских отложений и прорывающих их интрузий, т. е. вторжений изверженных масс из глубин, и формирование самих гор процессами складчатости, последовательно создававшими горные цепи разного возраста, чем и закончилось в основном создание Уральского хребта. Затем следует описание развития рельефа Урала в течение периодов мезозойской эры. В противоположность палеозойской эре, в течение которой Урал, так сказать, выростал, выдвигался из недр Земли складкообразующими

силами и сопровождавшими их интрузиями, в мезозойскую эру происходило постепенное разрушение, понижение его гряд деятельностью внешних сил — выветривания и размыва реками, а на окраинах также наступающими с востока и запада морями. Понижение Урала продолжалось и в третичном периоде, но в конце его произошло новое поднятие всего хребта на 100 метров и более, создавшее перераспределение речной сети и новое расчленение хребта размывом. Отмечено, что в этот период Урал имел ещё субтропический климат, судя по остаткам растительности, но ничего не сказано о том, когда же этот тёплый климат сменился суровым климатом четвертичного периода, который характеризуется двукратным оледенением Урала. Сплошное оледенение Северного Урала распространялось до 60° сев. шир., но и на Южном имелись ледники на высших горах. Автор отметил также общее поднятие Урала в четвертичном периоде, о чём можно судить по глубоким долинам, которые врезались в это время и создали террасы на склонах, местами на высоте до 120—150 м над современным уровнем рек; самые нижние из этих террас образовались уже в бронзовый век, а более высокие — в эпоху палеолитического человека. По остаткам, найденным на различных террасах, можно судить о жизни Урала в течение последних тысячелетий до нашей эры. Отмечена также в отдельной главе подземная работа размыва с растворением гипса и образование больших пещер и провалов, характеризующих Урал в районах развития известняков, а в заключение упомянуто омоложение рельефа в связи с молодыми поднятиями на 100—200 м.

Отмечая появление этой научно-популярной книжки, разъясняющей широкому кругу читателей историю образования Урала, конечно интересующую многих, нужно пожелать, чтобы в новом издании первые главы были значительно дополнены. Тогда они будут лучше выполнять свое назначение — подготовить читателя к пониманию всего последующего изложения, касающегося создания самих Уральских гор.

Акад. В. А. Обручев.

И. И. Мечников. Избранные биологические произведения. Редакция, статья и примечания члена-корр. АН СССР В. А. Догеля и А. Е. Гайсиновича. Серия «Классики науки». Изд. Акад. Наук СССР, М., 1950. 797 стр. с илл., 17 вкл. л. илл. и портр. Тираж 8000 экз. Ц. 36 р. в перепл.

В феврале 1863 г. 18-летний юноша Илья Мечников послал в редакцию журнала «Время» небольшую критическую статью под названием «Несколько слов о современной теории происхождения видов». Эта статья не была напечатана в журнале; она увидела свет только в 1950 г., войдя в том избранных биологических трудов великого русского учёного. Между тем эта работа представляет огромный интерес, так как уже в ней ясно проявляются элементы того творческого отношения к теории Чарлза Дарвина, которое так характерно для И. И. Мечникова и других русских дарвинистов. Высоко оценивая теорию Дарвина и

принимая основные её положения, молодой Мечников подвергает серьёзной критике её слабые стороны, и прежде всего мальтузианские ошибки («неверное обобщение мальтуса закона», стр. 672). «Стремление к быстрому размножению является следствием борьбы за существование, и не причиной её... Да и самое стремление к быстрому размножению отнюдь не одинаково у всех организмов», — говорит Мечников (стр. 667). Подводя итоги разбору недостатков теории Дарвина, Мечников обобщает: «Все эти недостатки происходят от слишком поверхностного взгляда на влияющие внешние условия на организмы, что составляет, конечно, главный факт организации и жизни» (стр. 672).

Зрелым учёным, составившим себе мировое имя как один из основателей эволюционной эмбриологии, Мечников снова возвращается к историческому и теоретическому анализу основных проблем эволюционного учения, опубликовав в 1876 г. в «Вестнике Европы» «Очерк вопроса о происхождении видов». Развивая и углубляя критику элементов мальтузианства в дарвинизме он подчёркивает, что «для образования новых форм усиленное размножение и перенаселение одной формы имеет несравненно меньшее значение, чем совместное нахождение и взаимная борьба многих разнородных форм» (стр. 150). Эти взгляды Мечникова находят своё подтверждение в современных советских исследованиях биологов-мичуринцев.

Мы остановились в первую очередь на нескольких общеэволюционных положениях Мечникова потому, что как раз эта сторона его многогранной деятельности до последнего времени оставалась несколько в тени. Между тем Мечников был не только одним из основоположников эволюционной эмбриологии и сравнительной физиологии, создателем новой общепатологической теории иммунитета: наряду с этим он был крупнейшим теоретиком дарвинизма, творчески преодолевавшим его слабые стороны и совместно с Тимирязевым, Сеченовым, Ковалевскими и другими корифеями русской биологии подготовившим почву для победы павловского и мичуринского направления в биологической науке.

Большим событием в восстановлении истинного облика Мечникова как дарвиниста была публикация в 1943 г. под редакцией В. Л. Комарова сборника статей Мечникова «О дарвинизме», быстро ставшего библиографической редкостью. В этом сборнике был, между прочим, впервые переиздан «Очерк вопроса о происхождении видов». Хорошо представлена эта сторона деятельности великого русского биолога и в рецензируемом издании, что является его серьёзным достоинством.

Наряду с упомянутыми выше трудами Мечникова в рецензируемый сборник входят «Исследования о внутриклеточном пищеварении у беспозвоночных» и «Лекции о сравнительной патологии воспаления», составляющие важнейшие этапы в развитии сравнительной физиологии и сравнительной патологии, а также публикуемые впервые на русском языке «Эмбриологические исследования над медузами», в которых Мечников выступает как блестящий эмбриолог — наблюдатель и теоретик.

Таким образом в сборнике представлены в классических трудах все основные направления деятельности Мечникова, за исключением круга вопросов, связанных с проблемой старения, смерти, антибиотических отношений микроорганизмов и учением об ортобиозе. Делая доступными советскому читателю все эти работы, Издательство Академии Наук СССР способствует пропаганде материалистических традиций русского естествознания на примере одного из лучших его представителей.

Издание снабжено большой статьёй В. А. Догеля и А. Е. Гайсиновича «Основные черты творчества И. И. Мечникова как биолога». Авторы, анализируя важнейшие направления научных трудов Мечникова, особенно подчёркивают значение материалистической философии Чернышевского и Писарева как идейной основы мировоззрения передовых естествоиспытателей-материалистов 60-х годов, среди которых видное место занимает Мечников. Деятельность Мечникова направлялась его любовью к Родине, горячим патриотизмом.

В книге опубликован «Перечень биологических и общетеоретических работ И. И. Мечникова», а также библиографический список «Литература об И. И. Мечникове». Помещены весьма содержательные примечания редакторов, освещающие прежде всего современное положение вопросов, затронутых в трудах Мечникова, и показывающие связь его представлений с положениями мичуринской биологии. Заканчивается книга именованным указателем.

В целом издание вполне удовлетворяет тем высоким требованиям, которые предъявляются к публикациям классических научных трудов. Оно займёт достойное место на книжных полках советских библиотек и отдельных учёных.

Д. В. Лебедев.

В. В. Докучаев. Избранные сочинения, в трёх томах. Т. I. Русский чернозём. Отчёт Вольному экономическому обществу. Т. II. Труды по геологии и сельскому хозяйству. Т. III. Картография, генезис и классификация почв. Ред. I тома Т. А. Коваль, ред. II и III тома акад. Л. И. Прасолов. Гос. изд. с.-хоз. лит. М., 1948—1949. 480 стр., 3 вкл. л.; 426 стр., 3 вкл. л.; 446 стр., 3 вкл. л. Тираж 25 000 экз. Ц. 13 руб. за том в перепл.

Трёхтомное издание избранных произведений одного из основоположников научной агрономии В. В. Докучаева, осуществлённое Государственным Издательством сельскохозяйственной литературы, является первым опытом свободной публикации научного наследия великого русского естествоиспытателя.

В трёх томах собраны основные труды В. В. Докучаева, в том числе классическая монография «Русский чернозём», магистерская диссертация «Способы образования речных долин Европейской России», книги «Наши степи прежде и теперь» и «Картография русских почв», избранные главы из «Материалов к оценке земель Нижегородской губернии», многочисленные статьи, доклады, лекции, записки.

Все эти работы дублируются по первоисточникам, текст В. В. Докучаева сохранён

полностью. В результате большого труда редакции значительно улучшена внутрикнижная и приставная библиография — уточнены литературные ссылки автора.

Изданию предпослана прекрасная статья В. В. Вильямса «Значение трудов В. В. Докучаева в развитии почвоведения», во II и III томах помещены статьи С. С. Соболева: «Творческий путь В. В. Докучаева от геологии к сельскому хозяйству» и «Докучаев и картография русских почв».

«Избранные произведения» В. В. Докучаева оснащены хорошо составленными указателями, значительно облегчающими пользование изданием. Наряду со сводным предметным указателем и указателем имён, помещён хронологический указатель «Основные даты жизни и деятельности В. В. Докучаева», а также «Библиография трудов и докладов В. В. Докучаева».

Издание является ценным пособием для широких кругов советских почвоведов, ботаников, агрономов, лесоводов, работающих над выполнением Сталинского плана преобразования природы. Распространение его в странах народной демократии будет способствовать победе передовой науки, опирающейся на славные материалистические традиции русского естествознания.

Отмечая большие достоинства издания, бережное отношение редакции к тексту, содержательные вводные статьи, тщательно выполненный вспомогательный аппарат, нельзя в то же время пройти мимо недопустимого отношения издательства к внешнему оформлению томов. Переплёт и титульные листы I тома оформлены совершенно иначе, чем переплёт и титульные листы II и III томов: другой рисунок, другой цвет. Подобная практика свидетельствует о несоблюдении элементарных требований, предъявляемых к внешнему виду советской книги.

Д. В. Лебедев.

Проф. И. А. Кассирский. Проблемы и учёные (Деятели русской и советской медицины). Книга первая. Медгиз, М., 1949, 309 стр. Тираж 10 000 экз. Ц. 13 р. 50 к. в перепл.

Автор этой книги, рассчитанной на широкие круги читателей, счастливо сочетает в себе достоинства крупного учёного-медика и талантливого популяризатора. Он поставил перед собой задачу дать серию очерков, посвящённых важным проблемам современной медико-биологической науки, охарактеризовать огромный вклад отечественных учёных в медицину, показать самобытность, величие, красоту и жизненное значение их труда.

Наука высоко ценится в советской стране. Наш народ любит и уважает своих учёных и хочет знать, как прошли они свой путь служения Родине и науке. Книга проф. Кассирского с успехом служит этой цели. Это одновременно книга и о советской науке, и об истории отечественной медицины. Состоит книга из девяти глав, каждая из которых представляет самостоятельный очерк, посвящённый одной проблеме или группе смежных проблем. Вот перечень этих глав: 1) Иван Петрович Павлов и его значение в медицине, 2) Пере-

ливание крови, 3) Болезни крови, 4) Пересадка роговицы и тканевое лечение, 5) Химиотерапия, 6) Пендинская язва, 7) Таёжный энцефалит, 8) Природные очаги болезней, 9) Ликвидация ришты и борьба с малярией.

Некоторые из этих очерков, а именно 1-й, 3-й, 4-й, 6-й и 7-й, выходили в 1947—1948 гг. отдельными брошюрами;¹ в рецензируемой книге они помещены в сильно переработанном и улучшенном виде.

Указанный подбор тем (глав), разумеется, является в известной мере случайным и отражает, прежде всего, интересы и компетенцию автора — специалиста в области гематологии (переливание крови, болезни крови) и так называемых тропических болезней (малярия, ришта, пендинская язва). Надо подчеркнуть, что каждая глава посвящена проблеме, в разработке которой наша отечественная наука имеет особенно яркие достижения и бесспорный приоритет. В наибольшей мере это относится к великому учению И. П. Павлова, к переливанию крови, пересадке роговицы (общеизвестные работы акад. В. П. Филатова), изучению пендинской язвы (П. Ф. Боровский, Н. И. Латышев), открытию таёжного энцефалита (Л. А. Зильбер, Е. Н. Павловский), ликвидации ришты (Л. М. Исаев).

Ценно, что автор, излагая достижения учёных, указывает и на основные причины выдающихся успехов советской медицины: советский строй и его детище — советская система здравоохранения, условия социалистического общества, огромное внимание к науке со стороны большевистской партии и правительств; но всё же надо пожелать автору в новом издании этой прекрасной книги и в следующих очерках охарактеризовать более выпукло руководящую идейную роль коммунистической партии в развитии советской науки, в успехах её выдающихся деятелей.

Нельзя не отметить, как основной недостаток книги, неравноценность отдельных глав, в результате чего сборнику недостаёт внешней и внутренней стройности. Главы 2-я, 3-я и последние четыре главы вполне отвечают названию книги «Проблемы и учёные»: в каждой из них речь идёт об одной какой-либо проблеме или группе смежных проблем (например болезни крови и переливание крови). Однако, например, в главе 5-й, этот хороший принцип нарушен. В ней рассказывается о химиотерапии в узком и точном смысле слова и об антибиотических веществах, которые никак нельзя отнести к химиотерапевтическим. Вообще 5-я глава наименее удачна и носит несколько непродуманный характер.

Необходимо устранить из книги и ряд второстепенных недостатков. Так, например, в главе о переливании крови надо было, хотя бы кратко, охарактеризовать выдающуюся роль акад. А. А. Богомольца в изучении проблемы и, в частности, в организации дела переливания крови в СССР. Изобретение микроскопа неправильно приписывается братьям Янсенам (стр. 192): вернее считать, что он был сконструирован впервые Галилеем (см. С. Л. Соболев. «История микроскопа и микроско-

¹ Серия «Проблемы и люди», издаваемая Центральным Институтом санитарного просвещения.

пических исследований в России в XVIII веке», 1949, стр. 15). Рассказывая о работах Спалланцани, следовало бы остановиться на замечательных исследованиях проблемы самопроектирования зародков, выполненных М. М. Тереховским, во многом опередившим итальянского учёного. На стр. 198, где речь идёт об открытии бледной спирохеты (1905), надо было указать на приоритет в этом отношении Д. К. Заболотного (1902).

В конце каждой главы помещён список рекомендуемой литературы. Списки эти составлены непродуманно. Наряду с узкоспециальными изданиями приводятся статьи и брошюры, рассчитанные на совершенно неподготовленного читателя, и нигде не даётся указаний на степень доступности издания. Ссылаться, как это делает проф. Кассирский, на рукописные работы и даже на личные сообщения, разумеется, не следует.

Несмотря на наличие указанных недостатков, книга проф. И. А. Кассирского заслуживает высокой оценки. Она написана на высоком научном уровне, прекрасным, живым языком, читается с большим интересом и будет полезна не только для читателей со средним образованием, но и для многих врачей и биологов.

Ю. И. Миленушкин.

Biblioteca Scientifica Sovietica. Indice bibliografico generale delle Scienza, della Technica e delle Arti dell' URSS, a cura dell' Istituto Bibliografico Italiano, in collaborazione con l' Italia — URSS, Associazione Italiana per i Rapporti Culturali con l' Unione Sovietica. Vol. I, NN 1, 2, 3. Roma, Istituto Bibliografico Italiano. I—IX, 1949. Советская научная библиотека. Рим, Итальянский библиографический институт, 1949.

Советская наука — самая передовая в мире. Советские учёные, руководимые большевистской партией, во главе которой стоит великий корифей науки И. В. Сталин, служат своему народу, обогащают мировую культуру ценнейшими открытиями. Понятен и естествен тот глубокий интерес, который проявляют прогрессивные учёные зарубежных стран к достижению наших учёных. Советская научная книга пользуется за границами нашей Родины большой популярностью, несмотря на

всю злобную антисоветскую пропаганду, которую ведут дипломированные наёмники американского империализма.

Итальянский библиографический институт при содействии Итальянской ассоциации культурной связи с СССР начал в 1949 г. издание под редакцией проф. Альдо Баркиези (Barchiesi) специального библиографического журнала, содержащего информацию о советских научных книгах и статьях, предназначенную для учёных Италии. В журнале сообщаются также сведения о некоторых художественных произведениях, изданных в СССР.

Весь материал разбит на 16 отделов: астрономия, биология и медицина, химия, физическая химия и физика, математика, сельское хозяйство и т. д. Отдел биологии и медицины, в свою очередь, разделён на подотделы. Внутри каждой рубрики материал расположен в алфавитном порядке.

Названия книг и статей даны в переводе на итальянский язык, названия журналов сообщаются на русском языке, но в итальянской транслитерации. Всего в трёх номерах помещено 6140 библиографических описаний.

Новый журнал сообщает ценные сведения о передовой советской науке и содействует пропаганде достижений советских учёных в Италии, укрепляя тем самым дружбу между советским и итальянским народами, борющимися за мир.

В то же время следует отметить некоторые недостатки в этом издании, основной причиной которых является неудовлетворительное знание русского языка: ошибки и разноречивость в транслитерации фамилий авторов, описание под фамилией рецензента рецензируемой книги (без указания на то, что в данном случае имеется рецензия) и т. д. Серьёзнейшей ошибкой является описание сборников и анонимных работ под названием издательства. Так, вышедшая в г. Иваново книга «Переливание крови» описывается следующим образом: «Ivanovskoe oblastnoe izdatelstvo: La transfusione del Sangue. — Ivanovo, 1948, Ivanovskoe Oblastnoe Izdatelstvo, pagg. 200, tir. 1000».

Такая весьма своеобразная форма описания принята составителем библиографии за правило, что, конечно, очень затруднит итальянским читателям отыскание цитируемых книг.

Д. В. Лебедев.

Технический редактор А. В. Смирнова. Корректор О. Г. Крючевская

Подписано к печати 15/II 1951 г. М. 00817. Бумага 70 × 108¹/₁₆. Бум. л. 3¹/₈.
Печ. л. 8,56. Уч.-изд. л. 11,4. Тираж 19.000. Зак. № 1811.

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ ПОПУЛЯРНЫЙ ЕСТЕСТВЕННО-ИСТОРИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ, ИЗДАВАЕМЫЙ АКАДЕМИЕЙ НАУК СССР

40-й год издания

„ПРИРОДА“

40-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“ реферировать 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, Горяиновский пер., 4/6, и отделения Союзпечати.

РЕДАКЦИЯ ПОДПИСКИ НЕ ПРИНИМАЕТ