

ПРИРОДА

ПОПУЛЯРНЫЙ ЕСТЕСТВЕННО-ИСТОРИЧЕСКИЙ

Ж * У * Р * Н * А * Л

ИЗДАВАЕМЫЙ АКАДЕМИЕЙ НАУК СССР

№ 7

ИЮЛЬ

1948



ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР

П Р И Р О Д А

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

ИЗДАВАЕМЫЙ АКАДЕМИЕЙ НАУК СССР

№ 7

ГОД ИЗДАНИЯ



ТРИДЦАТЬ СЕДЬМОЙ 1948

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.		Стр.
А. И. Оль. Геомагнитные возмущения и солнечная активность (Новые исследования связи между ними).	3	вом вулкане Парикутин в Мексике	39
В. И. Арабаджи. Разряд с острия	11	География. О водоёмах поймы.	44
Ю. Г. Плинер. Магнитное поле массивных вращающихся тел	16	Минералогия. Халькоборнит и эволюция минеральных видов. — Новые данные по структуре каолинита	45
Проф. П. А. Кометиани. Источники биоэлектротока	25	Геофизика. Новый индекс солнечной активности. — Редкая форма сложного галоса. — Радуга зимой	48
О. А. Щеглова и Е. Я. Ермолаева. Достижения советской науки в области фотопериодизма	30	Биофизика. Свет и вирусы растений. — Скорость кровотока в лёгочных капиллярах. .	50
Новости науки		Биохимия. Эффект действия пенициллина на ассимиляцию глутаминовой кислоты золотистыми стафилококками. — Аминокислоты в эритроцитах цыплят	52
Астрономия. Солнечное пятно рекордных размеров. — Туманность около спутника Антареса	35	Микробиология. Антибиотики и люминисценция. — Морская микрофлора как источник антибиотиков. — Жир простейших и туберкулёз	54
Физика. Тонкая структура водородного спектра и теория электрона.	37	Ботаника. Влияние температурного фактора на содержание алкалоидов в растениях	56
Химия. Циклооктатетраен	38		
Геология. Раковины, перенесённые птицами. — Нефть в Германии. — Поющие пески. — Температурные измерения на но-			

Фитопатология. Повреждаемость различных древесных пород древесницей въедливой 58

Зоология. Речные бобры на Кольском полуострове. — Появление золотистой шурки в Житомирской области 60

История и философия естествознания

В. Е. Прудников. Педагогическое наследие Чебышева 64

Проф. М. А. Безбородов. Физическая химия силикатов в трудах русских учёных XVIII века 70

Жизнь институтов и лабораторий

Проф. Д. М. Российский. Всесоюзное научное общество эндокринологов 75

Съезды и конференции

Б. Н. Гиммельфарб. Мировое значение советской астрономии 76

И. Н. Салов. Совещание по изучению природы Смоленской области 81

Varia

Ножной камень. — Об одном употреблении чеснока в Китае. — О витамине H_1 . — Древнегреческий миф о Фазтоне с точки зрения метеорной астрономии. — В международной метеорологической организации. 83

Критика и библиография

Акад. С. Н. Бернштейн. Теория вероятностей. *О. В. Сарманова.* — Пьер Оже. Что такое космические лучи. *А. И. Оля.* — Флетчер Ватсон. Между планетами. *Б. Н. Гиммельфарба* 86

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

Редактор заслуж. деятель науки РСФСР проф. **В. П. Савич**

Члены редакционной коллегии:

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

ГЕОМАГНИТНЫЕ ВОЗМУЩЕНИЯ И СОЛНЕЧНАЯ АКТИВНОСТЬ

(Новые исследования связи между ними)

А. И. ОЛЬ

Солнце испускает два вида геоактивной радиации — волновую и корпускулярную, состоящую из заряженных частиц. Связь возмущений магнитного поля Земли именно с корпускулярным излучением Солнца может в настоящее время считаться бесспорно доказанной.¹ Об этом свидетельствуют три основных факта. Во-первых, средняя интенсивность магнитных бурь, наблюдающихся в данной точке земной поверхности, определяется геомагнитной широтой указанной точки. Это обусловлено тем, что магнитное поле Земли отклоняет летящие от Солнца заряженные частицы к геомагнитным полюсам, причём частицы концентрируются в двух узких кольцевых зонах, примерно совпадающих с геомагнитными параллелями $\pm 67^\circ$, называемых «зонами полярных сияний».

Теория Штёрмера, рассматривавшего движение заряженных частиц в магнитном поле намагниченного шара, хорошо объясняет это явление.

Далее, суточный ход магнитной возмущённости, как правило, имеющий максимум в ночное время, также вполне укладывается в рамки теории Штёрмера, согласно которой значительная часть движущихся от Солнца частиц должна подлетать к Земле с её ночной стороны.

Наконец, телесный угол потока геомагнитно-активной радиации Солнца весьма мал (менее 10°), что ещё раз указывает на её корпускулярный характер. Остановимся несколько подробнее на обосновании этого весьма важного положения.

§ 1. О телесном угле корпускулярной радиации Солнца

В 1943 г. М. Н. Гневышев [1] исследовал связь между средними полугодовыми значениями площади солнечных пятен в центральной зоне солнечного диска радиусом 6° и полугодовыми же значениями амплитуды горизонтальной составляющей геомагнитного поля в Павловске. Коэффициент корреляции между указанными величинами оказался равным $+0.79 \pm 0.10$.

Такой же коэффициент корреляции был получен для пятен в центральной зоне радиусом 30° . С другой стороны, площади пятен в кольцевой зоне с внешним радиусом 30° и внутренним 6° дали ничтожный коэффициент корреляции $+0.19 \pm 0.24$.

Отсюда становится ясным, что пятна, расположенные дальше 6° от центра солнечного диска, не вызывают на Земле магнитных бурь. Иными словами, телесный угол корпускулярной радиации Солнца не превышает 12° .

В работе М. Н. Гневышева и А. И. Оля [2] была сделана попытка более точной оценки величины этого телесного угла.

Вполне естественно сделать предположение, что действие, оказываемое корпускулярной солнечной радиацией на магнитное поле Земли, зависит, во-первых, от мощности солнечного образования, испускающего корпускулы, и, во-вторых, от угла между нормалью к активному солнечному образованию и направлением Солнце—Земля (обозначим этот угол буквой ψ). Если телесный угол, в котором излучается геоактивная радиация, меньше 2ψ , то поток радиации минует Землю. Предполагая, что основным источником геоактивной радиации являются пятна,

¹ См., например, монографию: М. С. Эйгенсон, М. Н. Гневышев, А. И. Оля, Б. М. Рубашов. Солнечная активность и её земные проявления, ГТТИ, 1948.

можно написать следующее соотношение:

$$M = S \cdot f(\psi),$$

где M — значение какого-либо показателя магнитной возмущённости, например числа магнитных бурь в течение года, S — среднегодовое число Вольфа, $f(\psi)$ — неизвестная нам пока функция от угла ψ . Среднее значение угла ψ для данного года легко можно найти из значения средней гелиографической широты пятен, наблюдавшихся в этом году.

Вид функции $f(\psi)$ определялся из равенства $f(\psi) = \frac{M}{S}$ графическим путём.

По оси ординат откладывались значения $\frac{M}{S}$ для каждого года, а по оси абсцисс — значения ψ для тех же лет. Соединяя точки плавной кривой, получим вид функции $f(\psi)$. Оказалось, что эта кривая резко падает для значений ψ около 4° . Это означает, что радиация из пятен, расположенных дальше 4° от центра солнечного диска, не оказывает заметного воздействия на геомагнитное поле. Отсюда можно сделать вывод о том, что величина телесного угла корпускулярной радиации Солнца составляет около $8-9^\circ$.

Как показали М. С. Эйгенсон и А. И. Оль, величина телесного угла связана с мощностью солнечного образования, испускающего геоактивную радиацию. Изложим вкратце результаты этого исследования.

Как известно, кривая годового хода магнитных бурь имеет два максимума, приходящиеся на эпохи весеннего и осеннего равноденствий. Общепринятое ныне объяснение подобного явления (см. статью проф. М. С. Эйгенсона [3]) заключается в том, что именно в указанные эпохи проекция Земли на солнечном диске находится вблизи зон максимальной солнечной активности. При этом достигаются наиболее благоприятные геометрические условия для встречи Земли с потоками солнечных корпускул, что и приводит к усилению магнитной возмущённости на Земле в такие моменты.

Уже само существование подобного эффекта служит дополнительным указанием на малую величину телесного угла корпускулярной радиации, по-

скольку гелиографическая широта Земли меняется в течение года в небольших пределах, примерно $\pm 7^\circ$.

Можно думать, что степень выраженности этих равноденственных максимумов зависит от направленности геоактивной радиации Солнца, т. е. от величины телесного угла этой радиации.

Исследование М. С. Эйгенсона и А. И. Оль производилось на основе Павловского каталога магнитных бурь (1878—1940). Магнитные бури были разбиты на пять классов, в зависимости от значений амплитуды колебаний геомагнитного поля во время бури. Для каждого класса были построены средние кривые годового хода числа магнитных бурь и была вычислена относительная амплитуда годового хода θ по формуле

$$\theta = \frac{y_1 + y_4 + y_9 + y_{10}}{y_3 + y_2 + y_{11} + y_{12}}$$

где $y_i (i = 1, 2, \dots, 12)$ — число магнитных бурь данного класса в i -том календарном месяце. Магнитные бури, входившие в 1-й класс (т. е. самые слабые), вовсе не обнаружили равноденственных максимумов, хотя у этих бурь существует заметный годовой ход с максимумом зимой. Бури 2-го класса (в основном это «умеренные» бури) не имели годового хода. На кривых для бурь 3-го, 4-го и 5-го классов хорошо заметны равноденственные максимумы, причём с увеличением силы бури степень выраженности этих максимумов возрастает, как это показывает следующая табл. 1:

ТАБЛИЦА 1

Класс бури	2	3	4	5
θ	0.97	1.60	1.73	1.86

Таким образом было установлено, что с возрастанием силы магнитных бурь увеличивается направленность вызывающей их солнечной радиации, т. е. уменьшается величина телесного угла, в котором испускается эта радиация.

Известно, однако (см. ниже), что чем сильнее магнитная буря, тем больше (в среднем) мощность вызвавшего её солнечного образования. Можно, следо-

вательно, утверждать, что величина телесного угла корпускулярной радиации уменьшается с увеличением мощности испускающего эту радиацию солнечного образования.

§ 2. Разделение магнитных бурь на два класса

Согласно некоторым исследованиям, появившимся за последнее время, магнитные бури следует разделить на два класса. В первый класс входят сильные бури, обнаруживающие тесную связь с большими солнечными пятнами и, в особенности, с наиболее яркими хромосферными извержениями, обычно появляющимися вблизи больших пятен.

Гриничский астроном Ньютон, составивший список извержений за годы 1859—1942, показал [4], что наиболее сильные извержения, интенсивностью 3+ и 3, в большом числе случаев сопровождаются магнитными бурями, причём интервал между извержением и началом бури составляет в среднем 21.5 часа. Особенно тесно связаны с бурями извержения в центральной части солнечного диска, для которых была составлена следующая табл. 2:

ТАБЛИЦА 2

Солнечные извержения		Магнитные бури, наблюдавшиеся в пределах ± 2 дня от момента извержения			
интенсивность	число	число	% совпадений	число случайных совпадений	отношение числа больших бурь к числу всех бурь
3+	28	23	82	4	0.70
3	77	24	31	11	0.46
2	332	62	19	48	0.13

Из табл. 2 видно, что для сравнительно слабых извержений (интенсивности 2) число случайных совпадений с магнитными бурями настолько велико, что связь между обоими явлениями нельзя считать реальной. Из последнего столбца таблицы видно, что с уменьшением интенсивности извержений не только уменьшается вероятность возникновения бури, но и падает средняя сила бури.

Магнитные бури первого класса характеризуются ещё и так называемыми

«внезапными началами», состоящими в резком мгновенном увеличении (или уменьшении) какого-либо элемента геомагнитного поля и последующем возвращении к норме. «Внезапное начало» часто является своеобразным предвестником магнитной бури, так как между появлением «внезапного начала» и возникновением магнитной бури может пройти несколько спокойных часов. На тесную связь бурь, имеющих внезапные начала, с извержениями указывает Бюргс [5].

Ещё одно свойство бурь первого класса состоит в том, что они большей частью не образуют 27-дневных последовательностей [6, 7]. Это указывает на сравнительно небольшую длительность существования тех активных солнечных образований, которые ответственны за эти бури.

Магнитные бури второго класса имеют в среднем меньшую интенсивность; по общепринятой градации, они относятся чаще всего к «умеренным» бурям, тогда как бури первого класса являются, главным образом, «большими» и «очень большими».

Для бурь второго класса характерны постепенные начала; кроме того, они образуют устойчивые 27-дневные последовательности, что является бесспорным доказательством их связи с какими-то активными процессами на Солнце. Однако эти бури только очень слабо связаны с пятнами, извержениями и другими видимыми элементами солнечной активности. Поэтому ещё в 1932 г. Бартельс высказал предположение о существовании на Солнце особых М-областей, испускающих геомагнитно-активную радиацию, но не обнаруживаемых ни одним солнечным инструментом. Продолжительность существования М-областей (судя по геомагнитным данным) составляет в среднем несколько (около 3) оборотов Солнца (средний период обращения Солнца равен 27 дням) и в редких случаях превышает 10 оборотов. Наибольшей устойчивости и продолжительности М-области достигают в конце 11-летнего цикла солнечной активности, примерно за 1—2 года до минимума, когда число их заметно уменьшается. Однако М-области почти всегда присутствуют на поверхности Солнца, даже в эпоху мини-

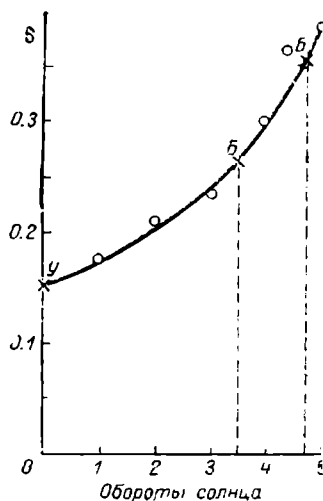
мама, когда на Солнце месяцами не бывает видимых образований.

Таким образом, число М-областей и связанных с ними сравнительно слабых магнитных бурь изменяется в течение 11-летнего цикла гораздо слабее, чем число или площадь солнечных пятен. Исследование этого вопроса, произведённое М. С. Эйгенсоном и А. И. Оль, позволило прийти к выводу о наличии связи между большими группами солнечных пятен и сильными магнитными бурями. Для того чтобы охарактеризовать степень выраженности 11-летнего цикла какого-либо гелио- или геофизического явления, была введена (по предложению М. Н. Гневышева) некоторая величина δ , равная отношению максимальной ординаты циклической кривой к сумме всех её ординат. Очевидно, что величина δ может заключаться между значениями $\frac{1}{11}$ (при полном отсутствии максимума на 11-летней кривой) и 1 (при наиболее сильно выраженном максимуме). Величина δ была определена для групп пятен с продолжительностью жизни в 1, 2, 3, 4, 5 и более оборотов Солнца. По этим пяти точкам была проведена плавная кривая, выражающая связь между δ и продолжительностью жизни пятен. Затем на кривой были отмечены значения δ для «умеренных», «больших» и «очень больших» магнитных бурь (см. фиг. 1). Оказалось, что значение δ для «умеренных» бурь, строго говоря, не соответствует даже δ для групп пятен, живущих около 1 солнечного оборота. В то же время «большие» бури по степени выраженности своей циклической кривой соответствуют группам пятен с продолжительностью жизни около 3.5 оборотов (т. е. с площадью около 700 миллионов долей полусферы), а «очень большие» бури — группам с продолжительностью жизни около 4.7 оборота т. е. с площадью около 1000 миллионов долей полусферы). При определении площади групп пятен использовалась найденная ранее М. Н. Гневышевым зависимость между продолжительностью жизни группы пятен и её площадью.

Этот результат ещё раз свидетельствует о физическом различии между бурями «умеренными», с одной стороны,

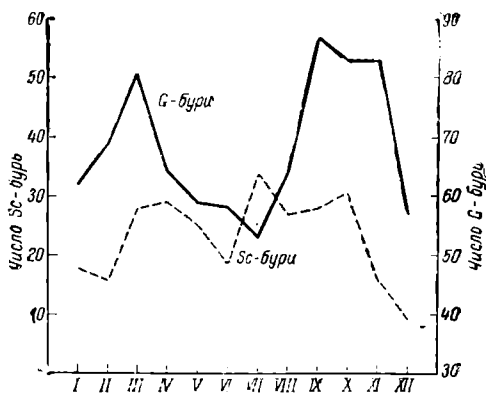
и «большими» и «очень большими» — с другой.

Как уже упоминалось, магнитные бури первого и второго классов отли-



Фиг. 1. Степень выраженности 11-летнего цикла (δ) для групп солнечных пятен различной продолжительности и магнитных бурь. У — умеренные, Б — большие и ОБ — очень большие бури.

чаются друг от друга по характеру своего начала. Отметим в связи с этим, что магнитные бури с внезапным и постепенным началом и в других отношениях отличаются друг от друга.



Фиг. 2. Годовой ход числа магнитных бурь с постепенным началом (G — бури) и с внезапным началом (Sc — бури).

А. И. Оль построил кривые годового хода числа магнитных бурь в Павловске за годы 1878—1940 отдельно

для бурь с внезапным и постепенным началом (фиг. 2). На кривой для бурь с постепенным началом видны только равноденственные максимумы, тогда как бури с внезапным началом имеют ещё дополнительный максимум летом. Известно, кроме того, что бури с внезапным началом имеют суточный ход с максимумом, приходящимся на местный полдень, и чаще наблюдаются вблизи экватора. Всё это подтверждает законность разделения магнитных бурь на два класса также и в зависимости от характера их начала.

§ 3. Попытки отождествления М-областей

Трудность проблемы отождествления М-областей заключается в том, что хотя при статистическом изучении связи М-областей с различными элементами солнечной активности, в том числе и с пятнами, между ними иногда обнаруживается некоторая зависимость, но все попытки сопоставления отдельных М-областей с отдельными образованиями на Солнце неизменно терпели крах. За последнее время не раз производились подобные попытки.

Наблюдения солнечной короны вне затмений^[8 и 10] позволили Вальдмайеру высказать предположение о том, что М-области тождественны с так называемыми С-областями, т. е. такими участками солнечной поверхности, над которыми зелёная корональная линия достигает наибольшей интенсивности. По данным Вальдмайера, магнитные бури наступают примерно через один день после прохождения С-областью центрального меридиана.

Однако в своей последней работе^[10] Вальдмайер приходит к другому выводу. Сопоставляя 27-дневные календари для магнитной активности (за 1930 г.) и для чисел, характеризующих площадь протуберанцев вблизи центрального меридиана, Вальдмайер находит, что две М-области совпадают с двумя областями протуберантной активности, если только сдвинуть один 27-дневный календарь относительно другого на 6 дней. Это означает, что между датой прохождения протуберанцем центрального меридиана и началом магнитной бури проходит

6 дней! Построенные Вальдмайером аналогичные календари для 1943 г. (вместо протуберанцев были взяты тесно связанные с ними тёмные водородные флоккулы) дали совершенно другой результат. Между обоими календарями наблюдается некоторое сходство, но никакого запаздывания магнитных бурь относительно прохождения тёмными флоккулами центрального меридиана не имеется.

Чересчур поспешный вывод Вальдмайера о тесной связи магнитных бурь с протуберанцами представляется нам требующим основательного подтверждения на большем материале. Кроме того, Вальдмайер допустил в своей работе грубую ошибку, считая, что коэффициент корреляции магнитной активности с протуберанцами значительно выше, чем для других показателей солнечной активности. Вальдмайер основывается при этом на работе Бруннера 1932 г. Но ещё в 1934 г. Бартельс^[11], повторив исследование Бруннера для большего числа лет, показал, что степень корреляции между магнитной возмущённостью и всеми показателями солнечной активности практически одинакова.

По нашему мнению, имеется гораздо больше оснований искать М-области в солнечной короне. А. П. Никольский в связи с этим указывает на открытый в конце XIX в. русским астрономом Ганским закон изменения формы солнечной короны в 11-летнем цикле. В максимуме корона более или менее равномерно окружает Солнце, тогда как за 1—2 года до минимума корональные лучи получают наибольшее развитие и концентрируются вблизи плоскости солнечного экватора. При этом достигаются наиболее благоприятные условия для встречи с Землёю узких потоков заряженных корпускул (чем, возможно, и являются корональные лучи). Этим может объясняться большая устойчивость и продолжительность существования М-областей вблизи эпохи минимума.

Регулярные внезатменные наблюдения солнечной короны ещё только начинают осуществляться и пока ещё не дали достаточно отчётливых результатов. Шэпли и Робертс^[12] наблюдали корону вне затмений в течение 424 дней в 1942—1944 гг. на обсерватории Клаймакс (штат Колорадо, США), располо-

женной в Скалистых горах на высоте 3450 м. По их мнению, максимальная магнитная возмущённость наступает тогда, когда наиболее интенсивный участок яркой корональной области находится на расстоянии около 40° к востоку от центрального меридиана. Таким образом, по Шэпли и Робертсу, влияние яркой корональной области на Землю становится наибольшим примерно за 3 дня до прохождения областью центрального меридиана. Это асимметричное положение М-области относительно центрального меридиана в момент её наибольшего воздействия на Землю пока не находит объяснения и требует подтверждения.

Некоторые исследователи пытались отождествить М-области с кальциевыми флоккулами и факелами. Как известно, очертания кальциевых флоккул, расположенных в хромосфере, довольно близко соответствуют очертаниям факельных полей фотосферы Солнца. Так, например, по мнению Э. Р. Мустеля [13], магнитные возмущения связаны с наличием факельных полей на диске Солнца, причём присутствие пятна внутри факельного поля каким-то образом препятствует излучению геомагнитно-активной радиации из факельного поля (или отклоняет её в сторону).

Корреляцию магнитных возмущений с кальциевыми флоккулами отмечает также и Шэпли [14], хотя и менее определённую, чем для ярких областей короны. По данным Шэпли, магнитная возмущённость имеет наибольшее значение за 4 дня до прохождения флоккулой центрального меридиана.

Бюрго [15] нашёл, что усиления магнитной активности в 74% от всех случаев (за годы 1920—1935) совпадают с образованием или началом быстрого роста кальциевых флоккул. При этом кальциевая флоккула может находиться и вдали от центрального меридиана Солнца. Возможно, впрочем, что быстрый рост или образование флоккулы, расположенной вблизи края диска, сопровождающиеся магнитными возмущениями, происходит одновременно с выбросом корпускул из невидимой М-области, находящейся в этот момент вблизи центрального меридиана.

В заключение настоящего параграфа отметим недавнюю работу Кипен-

хойера [16], в которой он приходит к выводу, что корреляция между среднемесячными значениями площадей протуберанцев и магнитной возмущённостью имеет место только для тех месяцев, когда число солнечных пятен мало, и резко падает для месяцев со значительной запятнанностью. То же самое наблюдается и для корреляции площадей волокон с магнитной возмущённостью. В годы низкой солнечной активности (1922—1924) между волокнами и возмущённостью имеется определённая связь. Максимум возмущённости возникает через 4 дня после прохождения волокон через центральный меридиан Солнца. В годы высокой солнечной активности (1926—1928) связь между площадями волокон и магнитной возмущённостью исчезает. Таким образом, создаётся впечатление, что присутствие пятен на диске Солнца подавляет излучение корпускулярной радиации из геомагнитно-активных областей Солнца. Это согласуется с приведёнными выше результатами исследований Э. Р. Мустеля.

Сопоставляя с магнитной возмущённостью области усиленной интенсивности зелёной корональной линии ($\lambda = 5303 \text{ \AA}$), Кипенхойер приходит к весьма неожиданным выводам. В его распоряжении были ежедневные визуальные оценки интенсивности зелёной корональной линии за годы 1943—1945. Все случаи значительных усилений интенсивности были разбиты на две категории: «сильные» и «очень сильные». При сопоставлении данных для «сильных» корональных областей, наблюдавшихся в 1943 г., с магнитной возмущённостью, оказалось, что через 3—4 дня после прохождения активной корональной области через центральный меридиан наступает резкий минимум возмущённости. Однако данные Кипенхойера для 1944—1945 гг. вовсе не обнаружили какой-либо связи с магнитной возмущённостью. Это внезапное исчезновение корреляции Кипенхойер ставит в связь с тем обстоятельством, что в 1943 г., т. е. в конце 11-летнего цикла солнечной активности, корональное свечение было сосредоточено в экваториальной области Солнца, тогда как с началом нового цикла в 1944 г. максимум корональной

интенсивности переместился в высокие гелиографические широты ($\pm 30^\circ$).

Совершенно иная зависимость обнаружилась для «очень сильных» корональных областей. В этом случае, в момент прохождения активной области короны через центральный меридиан (или вскоре после этого) наступал резкий максимум магнитной возмущённости. Весьма вероятно, что эти корональные области тождественны с С-областями Вальдмайера. Так как вблизи этих областей часто наблюдаются пятна, то ясно, что механизм излучения корпускулярной радиации из этих областей должен отличаться от механизма излучения геомагнитно-активной радиации из волокон. Возможно, что существенную роль в образовании этих «очень сильных» областей свечения короны играют яркие хромосферные извержения.

Хотя выводы, сделанные Кипенхойером, следует пока считать предварительными, так как они основаны на недостаточно обширном наблюдательном материале, всё же они несомненно свидетельствуют о важности систематического изучения солнечной короны для решения ряда проблем гелиогеофизики.

§ 4. Наблюдения линий ионизованного кальция во время магнитной бури

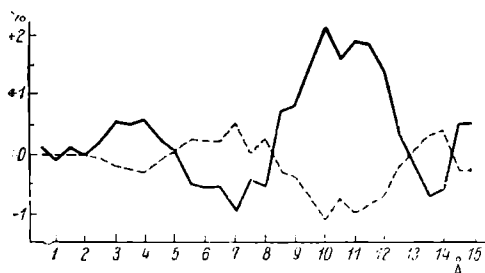
Ещё в 1929 г. Чэпмен указал, что контуры линий поглощения Н и К в солнечном спектре, принадлежащих ионизованному кальцию, измеренные во время магнитной бури, должны быть асимметричны, так как движущиеся от Солнца ионы кальция (вызывающие, по гипотезе Милна, магнитные бури) дадут вследствие эффекта Допплера дополнительное поглощение на фиолетовом крыле линии.

Существование подобного эффекта, правда весьма слабого, было обнаружено Ричардсоном на обсерватории Моунт Уилсон во время магнитной бури 18 сентября 1941 г.^[17] Недавно Брюк и Рэтлент сообщили^[18], что им удалось с полной достоверностью обнаружить во время магнитной бури с помощью спектрографа облако движущихся от Солнца кальциевых ионов. 5 февраля 1946 г. центральный меридиан Солнца проходила группа пятен необы-

чайных размеров, а 7 февраля разыгралась большая магнитная буря. В это время на 6-метровом спектрографе Кембриджской солнечной обсерватории были получены спектрограммы линий Н и К до магнитной бури, во время и после неё (пластинки А, В и D, по обозначению авторов). Контуры линий на пластинках А и D считались нормальными. На расстоянии около 10 Å от центров линий на пластинке В были обнаружены систематические положительные разности между значениями интенсивности для точек на красном и фиолетовом крыле, находящихся на одинаковом расстоянии от центра линии ($I_R - I_V$). Эти положительные разности соответствуют понижению фиолетового крыла линий Н и К примерно на 10%.

Вычисленная отсюда по формуле эффекта Допплера скорость кальциевых ионов равнялась 750 км/сек.

Однако автор настоящей статьи обнаружил, что значения $I_R - I_V$ для пластинок А и D, с одной стороны, и для пластинки В, с другой стороны, имеют между собой чрезвычайно тесную отрицательную корреляцию (соответствующие коэффициенты корреляции для линий Н и К равны 0.999!). Эта корреляция хорошо видна на фиг. 3, где нане-



Фиг. 3. Разности $I_R - I_V$ (в процентах относительно интенсивности непрерывного спектра) на разных расстояниях от середины контура (в ангстремах).

Сплошная кривая — для пластинки, снятой во время магнитной бури; пунктирная кривая — нормальный контур.

сены значения разностей $I_R - I_V$ в зависимости от расстояния от центра линии, причём сплошная линия соответствует значениям $I_R - I_V$ для пластинки В, а прерывистая кривая даёт значения $I_R - I_V$ для пластинок А и D (в среднем для обеих пластинок).

Нетрудно видеть, что сплошная кривая станет зеркальным отражением прерывистой кривой, если только ординаты последней увеличить ровно в два раза. Эта функциональная зависимость между значениями $I_R - I_V$ во время бури и соответствующими значениями для нормального контура никак не может, с нашей точки зрения, объясняться эффектом Допплера, связанным с движением поглощающих солнечный свет кальциевых ионов. В последнем случае разности $I_R - I_V$ для нормального контура должны были бы случайно отклоняться в разные стороны от нуля, и положительные разности на возмущённом контуре никоим образом не могли бы быть связанными с ними столь тесной зависимостью. Скорее всего, мы имеем здесь дело с каким-то неучтённым инструментальным эффектом или с неправильной методикой измерений.

*

Итак, подводя итоги изложенному выше, мы можем констатировать, что существует два вида корпускулярного излучения Солнца: излучение, связанное с хромосферными извержениями большой интенсивности и вызывающее магнитные бури 1-го класса, и более длительное излучение из М-областей Солнца, дающее магнитные бури 2-го класса.

Проблема отождествления загадочных М-областей далеко ещё не разре-

шена современной наукой. Необходимы дальнейшие настойчивые поиски с помощью самых совершенных наблюдательных средств, которые имеет в своём распоряжении гелиофизика. Регулярные внезатменные наблюдения солнечной короны на специальных коронографах будут в большой степени способствовать разрешению этой проблемы.

Л и т е р а т у р а

- [1] М. Н. Гневывшев. Изв. Акад. Наук СССР, сер. физич., т. VII, № 4, 134, 1943. — [2] М. Н. Гневывшев и А. И. Ольб. Астр. журн., 22, 151, 1945. — [3] М. С. Эйгенсон. Природа, № 3, стр. 10, 1943. — [4] H. W. Newton. Monthly Not. R. Astr. Soc., 103, 244, 1943; 104, 4, 1944. — [5] M. Burgaud. Comptes Rendus Ac. Sci. Paris, 222, 449, 1946. — [6] C. W. Allen. Monthly Not. R. Astr. Soc., 104, 13, 1944. — [7] Н. П. Бенъкова. Информ. сб. по земн. магнет. и атм. электр., № 6, стр. 59, 1944. — [8] M. Waldmeier. Ztschr. f. Astroph., 21, 275, 1942. — [9] М. Н. Гневывшев. Природа, № 8, стр. 7, 1946. — [10] M. Waldmeier. Terr. Magn., 51, 537, 1946. — [11] J. Bartels. Terr. Magn., 39, 1, 1934. — [12] A. H. Shapley and W. O. Roberts. Astroph. J., 103, 257, 1946. — [13] Э. Р. Мустель. ДАН СССР, 42, 112, 1944. — [14] A. H. Shapley. Terr. Magn., 51, 247, 1946. — [15] M. Burgaud. Comptes Rendus Ac. Sci. Paris, 222, 563, 1946. — [16] K. O. Kiepenheuer. Astroph. J., 105, 408, 1947. — [17] R. S. Richardson. Trans. Amer. Geoph. Un. 1944, 558, 1945. — [18] H. A. Brück and F. Rutlant. Monthly Not. R. Astr. Soc., 106, 130, 1946.

РАЗРЯД С ОСТРИЯ

В. И. АРАБАДЖИ

Электрический разряд с острия принадлежит к числу давно уже известных науке явлений. Характерной его чертой является развитие в условиях резкого изменения градиента электрического поля у электродов, а это, в зависимости от обстоятельств, может вызвать или коронирование, или полный пробой. Коронирование возникает при сравнительно значительных давлениях в условиях большой неоднородности электрического поля на одном или обоих электродах (ввиду небольших радиусов кривизны у них) и наблюдается в тонком слое у электродов. Как показал Капцов, коронирующий слой не является газоразрядной плазмой с высокой проводимостью и равным количеством положительного и отрицательного электричества: ввиду больших градиентов электрического поля у острия, коронирующий слой будет областью разделения быстро летящих электронов от остающихся позади них положительных ионов.

В соответствии с условиями развития разряда мы будем иметь различные типы токов с острий. Ток с отрицательного острия, в зависимости от приложенного напряжения, может иметь характер несветящегося, тёмного разряда, переходящего затем последовательно в кистевой и искровой разряд. Положительное острие при небольших напряжениях даёт тлеющий разряд, переходящий с повышением напряжения в искровой.

Опыт показывает, что истечение с острия прекращается при напряжении, которое иногда более чем на 1000 вольт меньше напряжения, приложенного вначале. Этот, по терминологии Рентгена, минимальный потенциал U_m тем больше, чем больше молекулярный вес газа и чем меньше длина свободного пробега его молекул.

Минимальный потенциал зависит также от расстояния между электро-

дами и при больших расстояниях приблизительно постоянен, но при малых быстро растёт, что имеет особое значение для рассмотрения разрядного процесса между громоотводом и облаком.

ТАБЛИЦА 1
(U_m в вольтах, p в mm Hg)

Название газа	$p = 760$		$p = 480$	
	U_m^+	U_m^-	U_m^+	U_m^-
H ₂	1370	1140	1120	1000
N ₂	1920	1400	1630	1200
O ₂	2550	1950	—	—
Воздух	2250	1660	1930	1500
Cl ₂	2680	1990	2400	1600

Температура влияет на минимальный потенциал таким образом, что с её понижением минимальный потенциал понижается. Для положительного острия истечение начинается при более высоком потенциале, чем для отрицательного. Происходит это из-за того, что накапливающиеся у положительного острия положительные ионы экранируют собой часть электрического поля острия, в то время как при отрицательном острие электроны отталкиваются от электрода, и создающаяся благодаря этому разность потенциалов между положительным и отрицательным объёмными зарядами в меньшей мере экранирует потенциал острия. С развитием искрового разряда в дальнейшем у положительного острия прорастает хвост канала разряда, а у отрицательного — его голова.

Указанная асимметрия коронного разряда на положительном и отрицательном электродах является причиной того, что при отрицательном разряде с острия вытекает большее количество электричества, чем при положительном.

Во влажном воздухе минимальный потенциал значительно больше, чем

в сухом, что объясняется уменьшением подвижности ионов при их объединении с молекулами водяного пара.

Опыты ряда исследователей показали большое влияние незначительных примесей к чистым газам прежде всего на отрицательный разряд с острия. В то время как в совершенно чистом газе при разности потенциалов 3000—4000 вольт сила тока с отрицательного острия в 200 с лишком раз больше, чем с положительного, при незначительном добавлении к газу кислорода сила тока с отрицательного острия от 5 до 20 раз превышает силу тока с положительного острия.

Влияние пыли на разряд с острия сказывается в том, что острие покрывается пылью и притупляется. Кроме того, иногда над остриём образуется рой заряженных пылинок, представляющий собой объёмный заряд, экранирующий острие. В сильно запылённом воздухе разрядное напряжение может быть на 10^6 выше, чем в свободном от пыли воздухе.

Солнечное освещение уменьшает разрядный потенциал отрицательного острия. Повидимому, это происходит благодаря фотоэффекту с поверхности острия. Свечение и ионизация распространяются дальше от отрицательного острия, чем от положительного. При давлениях, близких к атмосферному, световые явления ограничиваются областью, непосредственно примыкающей к острию.

Любопытен факт, что при разряде с острия, наряду с потоком ионов, удаляющихся от острия, существует поток ионов в противоположном направлении, т. е. к острию. Для наблюдения этого явления автор приближал положительное острие на расстояние около 1 см к стеклянной пластинке, покрытой сажой. Через некоторое время на кончике острия отлагался слой сажи. Объяснение опыта состоит в том, что медленные электроны присоединяются к частицам углерода и образуют с ними отрицательные ионы, осаждающиеся на положительном электроде. При отрицательном острие этого не наблюдается.

Имея целью изучить особенности ионов, образованных рентгеновскими лучами, радиоактивными излучениями и разрядом с острия, Таунсенд определял коэффициент их диффузии.

Как показывает приводимая табл. 2, во всех случаях получены примерно одни и те же коэффициенты диффузии.

ТАБЛИЦА 2

	Сухой воздух		Влажный воздух	
	+ионы	-ионы	+ионы	-ионы
Рентгеновские лучи	0.028	0.043	0.032	0.035
Радиоактивные излучения . .	0.032	0.043	0.036	0.041
Разряд с острия {	0.0247	0.037	0.028	0.039
	0.0216	0.032	0.027	0.037

В случае коронирования отрицательного острия, Тричелем установлено, что в комнатном воздухе, не очищенном от влаги и пыли, при токах порядка 10^{-10} ампер истечение с острия имеет форму периодически чередующихся импульсов. При повышении напряжения общая сила коронного тока увеличивается за счёт повышения частоты чередования импульсов. Одновременно растёт число коронирующих точек на электроде и минимальная сила тока между импульсами. Всё это приводит к сглаживанию пульсаций, и при дальнейшем увеличении напряжения отрицательная корона приобретает всё более сплошной характер. Частота чередования импульсов Тричеля определяется временем рассеивания объёмного заряда около острия: поле этого объёмного заряда лимитирует стекающий с острия ток.

Прерывистые явления наблюдаются и в положительной короне, причём особенно рельефно в её начальных стадиях.

Проводимость газа при разряде с острия подвержена влиянию температуры, причём для отрицательного разряда проводимость повышается с охлаждением. Для положительного разряда влияние температуры при малых разностях потенциалов проявляет себя в том же направлении, как для отрицательного разряда, но при больших разностях потенциалов имеет место противоположный ход. В обоих последних случаях влияние температуры меньше, чем при отрицательном разряде.

Проводимость при отрицательном разряде испытывает значительные изме-

нения от воздействия примесей, а именно в свежеприготовленном чистом газе она в 20 раз больше, чем при положительном разряде, в то время как в неочищенном газе она лишь в 5 раз больше. Очищение газа значительно повышает проводимость при отрицательном разряде и незначительно при положительном разряде. Влияние примесей может сказаться или в том, что ионы основного газа отдают свои заряды молекулам примеси, или в том, что под влиянием примеси в основном газе образуются более сложные молекулы.

Влажность оказывает на подвижность ионов замедляющее действие, причём Тамм отмечает особенно значительное влияние влажности при подъёме её выше 50%.

Начальный потенциал, при котором начинается разряд с острия, будет всегда тем меньше, чем острее разряжающийся электрод. Острия громоотводов дают обычно вытекание электричества при потенциале 15 000 вольт, а самые тонкие острия могут давать истечение электричества в воздухе при атмосферном давлении только начиная с разности потенциалов 2500 вольт. Из пучка острий электричество вытекает с меньшей интенсивностью, чем из отдельного острия. Происходит это, повидимому, из-за уменьшения градиента электрического потенциала, приходящегося в пучке острий на каждое отдельное острие. Опыт показывает, что чем больше острий в пучке, тем выше начальный потенциал.

В случае лезвий вытекание электричества происходит из верхних острых углов их, но не из рёбер лезвий, так что лезвия значительно менее эффективны в их электрическом действии, чем острия.

В течение разряда отрицательные острия своей формы не меняют и лишь покрываются пылью, положительные же острия слегка распыляются и немного изменяют свою форму.

Ещё в 1771 г. Беккария установил, что при разряде электричества из острия появляется электрический ветер.

В прежние времена предполагали, что электрический ветер образуется частичками находящейся в воздухе пыли, но опыты Кельвина и его сотрудников показали, что ветер образуется за счёт передачи частицам газа количества дви-

жения ионами,двигающимися от внешней границы короны к некороонирующему электроду.

Чатток считает, что при электрическом ветре скорость газа составляет 2%, от скорости положительных ионов и 1.4% от скорости отрицательных ионов.

Наибольшая сила ветра, равная 2.4 м/сек., наблюдалась Обермайером и Пихлером при параллельном включении трёх электростатических машин, когда ток с острия составлял 1.86×10^{-4} ампер.

Риги наблюдал при разряде с острия два рода теней: электрические (потoki ионов) и фотографические (от света острия при разряде).

Если дающий тени предмет назлектризован одноимённо с остриём, то электрическая тень расширяется, в обратном случае тень суживается.

Когда дающий электрическую тень предмет соединяется с землёй, то тень уменьшается. В случае, если разряд получается от двух стоящих рядом острий, обе тени взаимно расходятся в противоположные стороны.

Бордые отметил резкую разницу в величине поверхности обдувания и силе ветра в зависимости от знака электрода, который служит для этой цели. При прочих равных условиях для положительного полюса поверхность обдувания больше, а сила ветра меньше, чем в случае отрицательного острия.

Во всех исследованных случаях ионный ветер имеет большую величину для более медленных ионов. Пыль, водяной пар и другие примеси, понижающие подвижность ионов, повышают давление электрического ветра.

Скорость электрического ветра не остаётся постоянной, а пульсирует, в связи с тем, что коронирующие на электроде точки изменяют свои свойства и перескакивают с одного места на другое. Автору приходилось наблюдать это явление на нагретом и направленном вниз острие, от которого после присоединения его к источнику напряжения исходили (при проектировании опыта на экран) полосы, параллельные оси острия.

Импульсивность электрического ветра наблюдается также при разряде

острия в керосине, в котором находится во взвешенном состоянии порошок алюминия.

Следует отметить, что подобно электрическому ветру существует и магнитный ветер, проявляющийся в увлечении воздуха движущимися под влиянием магнитного поля ионами. Эффект этот хорошо наблюдается в гейслеровых трубках.

Рассмотрим теперь различные применения истечения с острия в физике и геофизике.

В 1892 г. Вебером проводились многочисленные измерения тока с острий, поднимавшихся с помощью змеев на различные высоты. Во время ясной погоды с незначительным количеством перистых облаков им получены следующие результаты:

Высота над поверхностью земли (в м)	45	71	140	115	78	41	139
Сила тока (в микроамперах)	0.0027	0.0061	1.078	0.027	0.257	0.0040	1.332

При грозах подобные измерения приводили к силе тока 6×10^{-6} ампер.

Уже тогда Вебер высказал правильное предположение, что токи, вытекающие из многочисленных острий растительного покрова, весьма существенны для электрического состояния атмосферы.

В 1920 г. Вильсон доказал, что из острий растительного покрова земной коры стекает в воздух преимущественно положительное электричество, и отметил, что этот процесс должен обуславливать сохранение электрического заряда земли.

В 1934 г. Шонланд для проверки результатов Вильсона предпринял измерение тока с изолированно стоящего дерева высотой 4 метра.

При градиенте потенциала, достигавшем во время грозы 3500 вольт/метр, ток с дерева составлял 0.07 микроампер и с увеличением напряжения быстро возрастал. На основании этого Шонланд пришёл к выводу, что в безлесных областях Южной Африки грозы особенно сильны из-за значительного уменьшения здесь противодействующего влияния, создаваемого остриями объёмного заряда.

Вормель, также занимавшийся в 1928 г. тщательной проверкой опытов Вильсона, считает, что заряд квадрат-

ного километра земной поверхности определяется следующими факторами: ток хорошей погоды +60 кулон, осадки +20 кулон, разряды молнии—20 кулон, ток с острий —100 кулон.

По измерениям Вормеля, разряд с острия в поле 300 вольт/метр даёт ток 3 микроампера, в то время как в указанной выше работе Шонланда с деревом вместо острия это же поле давало ток всего лишь 0.1 микроампер.

Согласно измерениям Стекольниковца в высокогорной лаборатории в Бакуриани (1939), антенна диаметром 7 мм, имевшая длину 900 м и среднюю высоту подвеса около 30—40 м, во время близких гроз пропускала ток истечения 500—800 микроампер.

Герасимова, измерявшая в 1939 г. ток с острия в высокогорных условиях (Приют Девяти на Эльбрусе), показала, что разряд с острия на Приюте Девяти значительно интенсивней, чем разряды на высотах, близких к уровню моря (это, повидимому, объясняется близостью грозовых облаков к земной поверхности). Так, например, по измерениям в течение 12 дней на Приюте Девяти обмен электричеством между землёй и атмосферой в пять раз больше годового обмена, полученного в Кью, и в три раза больше годового обмена для Кембриджа. Ток с острия на Приюте Девяти примерно в 10 раз больше, чем в Кью и Кембридже.

В среднем, по измерениям Герасимовой, ток при разряде с острия возрастает пропорционально увеличению напряжения в степени 1.7, причём при отрицательных градиентах разрядный ток растёт быстрее, чем при положительных, что находится в согласии с изложенными выше особенностями разряда с острия. Герасимова пришла к выводу, что разряд с острия обуславливает появление у земли больших объёмных зарядов.

Эти объёмные заряды производят у острий противоположе, которое ослабляет поле облака и иногда даже полностью его перекрывает.

Отсюда, между прочим, следует, что измеряемый у почвы градиент потенциала не находится в прямой связи с распределением заряда в облаке, если одновременно не принимается в расчёт ток с острий и пространственный заряд.

Интересно отметить, что в условиях Приюта Девяти ток с острия отмечался почти всегда раньше видимых признаков грозы и продолжался ещё некоторое время после прохождения грозы.

Минимальный градиент, при котором наблюдалось появление разрядного тока, заключался в пределах от ± 400 до ± 700 вольт.

Таким образом, можно считать несомненным, что разряд с острия играет весьма значительную роль в балансе электричества между землёй и атмосферой.

Остриё имеет широкое применение и в технике, например, как указатель полярности вторичных обмоток, питаемых прерывистым током индукционных катушек, что основано на свойстве разряда с положительного острия проявляться главным образом в искровой форме. Очень распространено применение острия в виде коллектора в электрических измерениях.

Существует много попыток с помощью острия превратить технический переменный ток в постоянный.

Применение острий в электростатических машинах, где с острий стекает заряд, противоположный индуктирующему заряду, общеизвестно.

Гейгер остроумно воспользовался остриём для конструирования счётчика α - и β -частиц. Для этого он

использовал остриё, на которое подаётся напряжение в 1020—1840 вольт, а противоположный острию цилиндрический электрод заземляется. В этих условиях соединённый с острием электрометр будет давать отбросы под действием пролетающих вблизи острия α - и β -частиц и только при значительно более высоких напряжениях будет показывать самостоятельный разряд.

Обычно для надёжной работы счётчика Гейгера достаточно, если счётчик в области нескольких сотен вольт реагирует на α - и β -частицы, а в отсутствие этих частиц не даёт никакого разряда.

В итоге мы видим, что истечение с острия представляет весьма значительное явление, особенно в геофизике, где оно определяет собой процессы больших масштабов, между тем как его изучение в природных условиях только начато.

Поэтому очень важно дальнейшее изучение разряда с острия в естественных условиях в комплексе с другими атмосферно-электрическими и метеорологическими элементами.

Л и т е р а т у р а

1. Капцов. Коронный разряд. ОГИЗ, 1947. — 2. Рожанский. Физика газового разряда. ОНТИ, 1937. — 3. Лукирский. Основы электронной теории. ГИЗ, 1929. — 4. Наследов. Физика ионных и электронных процессов. ОНТИ, 1937. — 5. Стекольников. Физика молнии и грозозащита. Изд. АН СССР, 1942. — 6. Герасимова. Изв. АН СССР, сер. геофиз., № 4—5, 1939. — 7. Тверской. Вестн. ЛГУ, № 6, 1947.

МАГНИТНОЕ ПОЛЕ МАССИВНЫХ ВРАЩАЮЩИХСЯ ТЕЛ

Ю. Г. ПЛИНЕР

В 1909 г. великий русский физик П. Н. Лебедев начал большую работу по исследованию магнитных явлений, вызываемых вращением тел.

В первой части этой работы, обобщавшейся вследствие преждевременной смерти П. Н. Лебедева, им были подвергнуты экспериментальной проверке две гипотезы:

1. Гипотеза Сузерлэнда, по которой земля обладает магнитным полем, обусловленным поверхностным отрицательным зарядом и положительным объёмным, которые компенсируют друг друга.

Это разделение зарядов происходит из-за небольшого различия в силах, действующих между двумя электронами, двумя протонами, а также между электроном и протоном в гравитационном поле.

2. Гипотеза центробежных сдвигов, согласно которой приобретенный вследствие центробежного ускорения отрицательный заряд испытывает большие ускорения, чем положительный.

Чтобы «непосредственно магнитометрически исследовать магнитные явления, вызываемые вращением тел», П. Н. Лебедевым была сконструирована специальная установка, в которой испытуемое тело (кольцо диаметром 6 см) приводилось во вращение со скоростью 30—35 тыс. оборотов в минуту. Магнитное поле измерялось магнитометром, достаточно чувствительным, чтобы измерить поля, вычисленные в предположении справедливости проверяемых гипотез. В заключение своей работы П. Н. Лебедев пишет:

«Как показали опыты, вышеприведенные гипотезы образования магнитных полей вокруг вращающихся тел оказались не выдерживающими прямой опытной проверки. Указанными двумя гипотезами далеко не исчерпывается возможная связь движения материи с образованием магнитных полей, ко-

торую мы наблюдаем в случае солнечных пятен и явлений нормального геомагнетизма. Другие гипотезы, которые могут быть сделаны относительно этой связи и которые достаточны для объяснения магнитных сил очень больших двигающихся масс, заставляют ожидать, что при условиях и размерах описанных выше опытов могут возникнуть только очень слабые магнитные поля, которые не могут быть обнаружены магнитометрически; для проверки этих гипотез самую схему опытов надо изменить, чтобы получить достаточную чувствительность измерений, во много раз большую той, которой можно было пользоваться в описанных выше предварительных исследованиях» [1].

Гениальное предвидение и замечательное физическое чутьё П. Н. Лебедева спустя 40 лет особенно явственно выступает в свете новой статьи проф. П. М. С. Блэкета [2]. Результаты подсчётов, приводимых Блэкетом, лишний раз свидетельствуют о правильности вывода, сделанного Лебедевым в заключении своей работы.

Из работ русских авторов, а также Шустера, Сузерлэнда и Вильсона, которым в последнее время уделялось, правда, мало внимания, было известно, что магнитные моменты P Земли и Солнца почти пропорциональны их угловым моментам U и что коэффициент пропорциональности близок к квадратному корню из гравитационной постоянной G , делённому на скорость света c . Поэтому можно написать:

$$P = \beta \frac{G^{1/2}}{2c} U, \quad (1)$$

где β — постоянная величина порядка единицы, несколько различающаяся для каждого из космических тел.

В 1947 г. Бэбкокком (обсерватория Маунт Вильсон) было впервые измерено

магнитное поле звезды 78-Девы, которая вращается с большой угловой скоростью (спектральный тип A2).

Как известно, скорость вращения звезд может быть измерена по расширению вследствие Доплер-эффекта спектральных линий света, излучаемого различными частями диска звезды. Это «уширение» $\Delta\nu_D$ спектральной линии частоты ν с точностью до малых величин 3-го порядка $\beta = \frac{v}{c}$ равно

$$\Delta\nu_D = \nu \left(\beta \cos \varphi + \frac{\beta^2}{2} + \frac{\beta^3}{2} \cos \varphi \right), \quad (2)$$

где v — линейная скорость вращения точек поверхности звезды, φ — угол между направлением на наблюдателя и вектором линейной скорости точек поверхности звезды, c — скорость света.

Звезды ранних спектральных типов O, B, и A обычно предполагают находящимися в состоянии быстрого вращения с периферической скоростью около 100 км/сек., однако небольшая часть звезд вращается с периферическими скоростями, большими 200 км/сек. Вращение как бы внезапно исчезает у звезд, относящихся к типам, лежащим между F 2 и F 5, и для более поздних спектральных типов периферических скоростей, больших 20 км/сек., не наблюдалось. Как известно из наблюдений, периферическая скорость вращения Солнца (тип G0) равна 2 км/сек. Все быстро вращающиеся звезды (ранние типы) дают большие уширения спектральных линий, однако очень немногие из них, как исключение, дают тонкие спектральные линии, и это явление может служить указанием на то, что оси вращения подобных немногочисленных звезд направлены параллельно линии зрения наблюдателя. В случае, когда ось вращения звезды направлена параллельно линии зрения, $\varphi = 90^\circ$, и из формулы (2) мы усматриваем, что эффект «уширения» — действительно величина второго порядка малости, а следовательно, линии спектра должны быть достаточно узкими. Только на таких звездах и может быть в настоящее время измерено магнитное поле по вызываемому им расщеплению спектральных линий (Зееман-эффект). Для других ориентаций оси вращения звезды относительно наблюдателя зеемановское рас-

щепление маскируется доплеровским уширением, и измерения поля невозможны. Бэбкокк нашёл для магнитного поля на полюсе звезды 78-Девы величину порядка 1500 гаусс. Он принимает периферическую скорость 78-Девы равной 60 км/сек. Величина расщепления спектральных линий в магнитном поле звезды может быть подсчитана по следующей формуле для обыкновенного эффекта Зеемана:

$$\Delta\nu_z = \frac{e}{4\pi m} H; \quad (3)$$

$$\Delta\lambda_z = \frac{e}{4\pi m} \lambda^2 H;$$

где $\Delta\nu_z$ и $\Delta\lambda_z$ — смещение частоты ν или длины волны λ для расщеплённой линии в поле звезды напряжённостью H , $\frac{e}{m}$ — отношение заряда электрона к его массе. Величина интегрального эффекта подсчитывалась Бэбкокком по формуле

$$\Delta\lambda_z = 1.45 \times 10^{-5} \lambda^2 H, \quad (4)$$

где λ — фактор поляризации. В качестве контрольной была выбрана звезда ϵ -Пегаса (тип KO), которая не показала эффекта расщепления линий спектра. В наблюдениях величина $\Delta\lambda_z$ колебалась для линий спектров различных элементов звезды 78-Девы от 0.04 до 0.003 Å.

Выразим величины P и U через значения постоянных, характеризующих данное космическое тело: массу M , радиус R и угловую скорость ω вращения тела. P определяется из формулы (1). Примем в первом приближении, что вращение звезды происходит с одинаковой угловой скоростью для всех точек объёма сферы, и масса звезды распределена равномерно по всему объёму её. В этом случае для углового момента количества движения мы будем иметь соотношение

$$U = \frac{2}{5} M \omega R^2, \quad (5)$$

и уравнение (1) запишется в виде:

$$P = \frac{1}{5} \beta \frac{G^{1/2}}{c} M \omega R^2. \quad (6)$$

Если наблюденное магнитное поле звезды 78-Девы обязано её равномер-

ному намагничиванию, лишь вследствие вращения звезды вокруг своей оси, то подобное поле может быть аппроксимировано полем диполя с магнитным моментом

$$P = \frac{1}{2} H_p R^3. \quad (7)$$

Из (5) и (7) можно определить величину магнитного поля на полюсах звезды; подставляя вместо P его выражения через H_p и R , мы получим:

$$H_p = \frac{2}{5} \beta \frac{G^{1/2} M}{c} \frac{\omega}{R} \quad (8)$$

в более общем виде для любой точки $\vec{r}$ (x, y, z) объема звезды, уравнение (9) можно переписать в векторной форме, и получим тогда выражение

$$H(\vec{r}) = -\frac{2}{5} \beta \frac{G^{1/2}}{c} \frac{[\vec{v} \vec{r}]}{r^3}, \quad (9)$$

напоминающее закон Био — Савара, в котором заряд e заменён выражением — $G^{1/2} M$. Покажем, что вычисленное с помощью основного уравнения (1) по наиболее точным из известных значений для массы радиуса и скорости вращения звезды 78-Девы магнитное поле её согласуется с измеренным значением в пределах ошибки наблюдений. Подставляя значения величин, взятых из таблиц (Беккер, 1942), составленных

ной Бэбкокком. Таким образом мы имеем предварительное, правда довольно грубое, подтверждение справедливости уравнения (1) для трёх космических тел: Земли, Солнца и звезды 78-Девы, причём значения магнитного момента P и механического U варьируют в широких пределах 10^{10} : 1, в то время как измеренные значения величины магнитного поля на полюсе — лишь в отношении 2000:1. В то время как массы M изменяются для тех же тел на пять порядков, а радиусы — на два порядка (см. табл. 1), отношение P/U остаётся почти постоянным для всех рассматриваемых нами тел.

Так как отношение остаётся постоянным для трёх космических тел: Земли, Солнца и 78-Девы, в то время как остальные величины, характеризующие эти тела, претерпевают прихотливые изменения в очень широком диапазоне значений, то можно заключить, что налицо не случайное совпадение, а некоторая закономерность, заслуживающая серьёзного внимания, выражающая, возможно, общий закон природы для всех вращающихся массивных тел. Уравнение Блэкета сможет далее, по его словам, установить давно уже предполагаемую связь между электромагнитными и гравитационными явлениями. Для проверки теории, вновь предлага-

ТАБЛИЦА 1

Тело	M (г)	R (см)	ω (сек. ⁻¹)	U	H_p (Гаусс) (наблю- дённ.)	P	P/U
Земля	6.0×10^{27}	6.37×10^8	7.3×10^{-5}	7.1×10^{40}	0.61	7.9×10^{25}	1.11×10^{-15}
Солнце	2.0×10^{33}	6.97×10^{10}	2.9×10^{-6}	1.12×10^{49}	53	8.9×10^{33}	0.79×10^{-15}
78-Девы	4.6×10^{33}	1.4×10^{11}	7.3×10^{-5}	2.6×10^{51}	1500	2.11×10^{36}	0.81×10^{-15}

Условные обозначения: M — масса космического тела, R — радиус космического тела, ω — угловая скорость вращения космического тела (из таблиц), U — угловой (механический) момент тела, H_p — наблюдаемая напряжённость магнитного поля на полюсе космического тела, P — магнитный момент, вычисленный по формулам (7) и (8).

на основании статистических данных для звёзд типа A2, в уравнение (9), мы получим:

$$H_p = \frac{2}{5} \beta \frac{G^{1/2}}{c} \frac{M \omega}{R} \cong 2 \times 10^3 \text{ гаусс,} \quad (10)$$

т. е. вычисленная величина магнитного поля действительно совпадает с измерен-

ной Блэкетом, и доказательства всеобщности данного закона необходимо установить:

1) справедливость закона для массивных вращающихся космических тел (галактики, звезды, планеты);

2) возможность экстраполяции на вращающиеся земные тела т. е. для

диапазона, в котором R изменяется в отношении $1:10^{-7}$ и в отношении $1:10^7$ для ω ;

3) возможность экстраполяции закона на элементарные частицы.

Остановимся по порядку на всех трёх пунктах. Оценим, с какой точностью выполняется постоянство отношения P/U для вращающихся космических тел. Как было указано выше, приближённая справедливость уравнения (1) была замечена в предположении равномерной плотности и одинаковой скорости вращения для всех точек объёма космических тел; в действительности это далеко не так. Поэтому при вычислении угловых моментов необходимо принять во внимание неоднородное распределение материи по объёму тела и не одинаковую угловую скорость вращения различных точек объёма тела.

Удобно ввести отношение $K = \frac{J}{J_0}$ — момента инерции сферы, уплотнённой в центре, к моменту инерции сферы того же радиуса, вращающейся с той же угловой скоростью, но с равномерной плотностью, равной средней плотности сферы, уплотнённой в центре. И величину $\eta = \frac{U}{U_0}$, равную отношению истинного углового момента U к угловому

для точечной конвекционной модели звезды. Величина η колеблется в пределах между 2.5 и, например, 0.7. Таким образом, мы имеем следующее выражение для углового момента вращающегося небесного тела в наиболее общем виде:

$$U' = \frac{2}{5} K \eta \omega M R^2. \quad (11)$$

Это даёт для величины магнитного поля на полюсе звезды или космического тела вместе с (2) и (6)

$$H_p = \frac{2}{5} \beta \frac{G^{1/2}}{c} K \eta \frac{\omega M}{R}. \quad (12)$$

Из предыдущего достаточно ясно видно, что близкое совпадение вычисленной величины магнитного поля и наблюдаемой для звезды 78-Девы, особенно в силу статистического характера величин M , R , ω , характеризующих звезду, нужно считать случайным. Вычисленные значения напряжённости полярного поля даны в относительных единицах в табл. 2. Направление магнитного поля могло бы быть определено, но направление вращения для одиночной звезды — нет. Поэтому произвести сравнение знаков P и U не представляется возможным. Кроме того, выражение для магнит-

ТАБЛИЦА 2

Тело	$K = \frac{J}{J_0}$	$U' = \frac{2}{5} K \omega M R^2$	$\frac{P}{U'} 10^{-15}$	$\beta = \frac{P}{U'} : \frac{G^{1/2}}{2c}$	h_p	$h_{\text{одн.}} \sim \frac{M\omega}{R}$	$h_{\text{упл.}} \sim K \frac{M\omega}{R}$
Земля . . .	0.88	6.22×10^{40}	1.30	0.3	1.0	1.0	1.0
Солнце . .	0.16	1.80×10^{48}	4.9	1.14	86	121	20.0
78-Девы . .	0.16	4.2×10^{50}	5.0	1.16	2450	3500	550

Условные обозначения; K — отношение момента инерции сферы, уплотнённой в центре, к моменту инерции однородной сферы того же радиуса и ω ; h_p — относительная напряжённость полярного магнитного поля в ед. земного поля (наблюдённая), $h_{\text{одн.}}$ — относительная напряжённость, вычисленная для однородной сферы, $h_{\text{упл.}}$ — относительная напряжённость, вычисленная для уплотнённой в центре сферы.

моменту U_0 , вычисленному по измеренной периферической скорости на экваторе с учётом неоднородности, но без учёта изменения угловой скорости, для различных теоретических моделей внутреннего строения звёзд и планет. Величина K отличается приблизительно на один порядок и имеет значение, равное единице для однородной сферы и 0.14

ного поля звезды (10), близкое к известному закону Био—Савара, в котором заряд e заменён на $-G^{1/2} M$, справедливое в первом приближении для Земли и Солнца, может быть недостаточно справедливым для других космических тел. Кроме того, нам неизвестна точность в определении магнитного поля H_p звезды 89-Девы. В силу всего выше-

указанного, нам кажется недостаточно убедительным на основании лишь двух ранее известных примеров (Земля и Солнце) и одного нового (78-Девы) пропорциональности P и U делать заключение об открытии нового общего закона.

Необходима весьма тщательная проверка постоянства отношения P/U для множества звёзд разных спектральных типов, удобных для наблюдения, и белых карликов. Если значение отношения P/U для каждой из звёзд совокупности будет почти постоянно, а среднее значение его, взятое статистически по всей совокупности, будет, приблизительно, равно $G^{1/2} 2c$, то мы будем иметь действительно новый закон природы, справедливый для быстро вращающихся звёзд. Для проверки теории чрезвычайно важно произвести измерение величины и направления магнитного поля для двойных звёзд (видимых), так как по утверждению Бэбкокка это возможно только для них. Принципиально представляется осуществимым одновременное измерение Зееман и Допплер-эффекта света, приходящего от почти затемнённого края задней составляющей затмевающейся двойной звезды. Экспериментальные трудности в этом опыте несомненно очень велики. Так как белые карлики могут обладать угловыми моментами, сравнимыми с моментом Солнца, если они образовались в результате сжатия подобных Солнцу звёзд, то они должны иметь исключительно сильные магнитные поля ввиду того, что отношение $\frac{M}{R}$, от которого зависит величина поля при заданной угловой скорости значительно превышает его значение для Солнца. Например, если Сириус-В имеет ту же массу, что и Солнце при радиусе $1/50$ радиуса Солнца, то, согласно нашему предположению о равенстве угловых моментов Сириуса-В и Солнца, будут также равны их магнитные моменты, и, следовательно, магнитное поле Сириуса-В будет в 50^3 раз больше солнечного и будет равно 3×10^6 гаусс.

Для нормального триплета Зеемана расщепление спектральной линии H_γ порядка $2 \times 10^{-5} \frac{\text{ангстрем}}{\text{гаусс}}$ и для поля 3×10^6 гаусс составляет величину по-

рядка 60 Å. Наличием столь сильных магнитных полей и можно объяснить уширение спектральных линий в спектрах белых карликов, составляющее десятки и сотни ангстрем.

Так как ширина зеемановского расщепления $\Delta\lambda_z$ пропорциональна магнитному полю на поверхности, а следовательно, согласно (6) и (7) также и $\frac{U}{R^3}$ в то время как ширина доплеровского смещения $\Delta\lambda_D$ пропорциональна периферической скорости, т. е. $\frac{U}{MR}$, то отношение $\Delta\lambda_z/\Delta\lambda_D$ пропорционально $\frac{M}{R^2}$ и, следовательно, не зависит от скорости вращения. Для очень маленьких и плотных звёзд величина зеемановского расщепления становится больше ширины доплеровского смещения. Для Сириуса-В $\Delta\lambda_z$ почти в 20 раз больше $\Delta\lambda_D$, поэтому для белых карликов возможно измерение магнитного поля вне зависимости от ориентации оси вращения по отношению к наблюдателю. Так обстоит дело со звёздами, что же касается планет солнечной системы, то, несмотря на большие экспериментальные трудности, возможно удастся измерить магнитное поле самой большой из них, а именно Юпитера. Для значений величин: $K=0.66$ при радиусе $R=7.0 \times 10^9$ см, средней плотности $\bar{\rho}=1.35$, периоде обращения $T=9.8$ часа, величина магнитного поля на полюсе достигает 30 гаусс для β такого же, как для Земли, и 120 гаусс для β такого же, как для Солнца. Такое слабое поле, повидимому, нельзя будет измерить, ибо единственно доступными для нас линиями будут полосы поглощения метана и аммиака, однако может помочь низкая температура, при которой линии спектра, возможно, будут достаточно узкими, а следовательно, величина зеемановского расщепления будет заметна, и триплет не сольётся в одну линию.

Одним из более точных и заманчивых методов проверки соображений Блэкета, хотя в настоящее время ещё и достаточно фантастическим, является метод измерения магнитного поля Луны с помощью чувствительного магнетометра, помещённого в корпус ракеты, преодолевшей силы земного тяготения и притянутой Луной, причём показания передаются с помощью радио на Землю.

Магнитный момент Луны уменьшается по сравнению с земным в отношении:

$$\frac{\beta' M'}{\beta M} \left(\frac{R'}{R} \right)^2 \frac{\omega'}{\omega} \sim \frac{1}{38400} \quad (13)$$

если $\beta = \beta'$ и приближённо положено

$$\frac{M'}{M} = \frac{1}{80}; \quad \frac{R'}{R} = \frac{1}{4}; \quad \frac{\omega'}{\omega} = \frac{1}{30},$$

где β , M , R , ω , β' , M' , R' , ω' соответственно постоянная Блекэта,¹ масса, радиус и угловая скорость вращения Земли. Те же величины со штрихами относятся к Луне.

Магнитное поле на полюсе Луны будет, соответственно, менее земного в отношении

$$\frac{\beta' M'}{\beta M} \frac{\omega'}{\omega} \frac{R'}{R} \sim \frac{1}{600}, \quad (14)$$

и если $\beta = 0.3$, как и для Земли, то поле равно по порядку величины около 0.001 гаусса. Чувствительный магнитометр позволяет определить поля с напряжённостью в сотни раз меньшей, чем напряжённость магнитного поля Луны. Мыслимы также и другие методы определения полярного магнитного поля Луны с помощью радиолокации Луны микрорадиоволнами.

Естественно сравнить отношение магнитного момента к угловому для астрономических тел с аналогичным соотношением для $(P/U)_2$ элементарных частиц (Боровским магнетонам).

Тогда мы получим:

$$(P/U)_1 / (P/U)_2 = 1.08 \times 10^{-22}, \quad (15)$$

откуда сразу видно, что это численное значение близко к значению важного в общей теории поля безразмерного отношения

$$G^{1/2} m e = 4.9 \times 10^{-22}$$

гравитационной массы электрона $M = G^{1/2} m$ к его заряду e , выраженному в электростатических единицах, и, следовательно, мы можем написать:

$$(P/U)_1 = \beta \frac{G^{1/2} m}{e} (P/U)_2 \quad (16)$$

¹ Отношение магнитного момента космического тела P к его угловому моменту U , поделённое на величину $G^{1/2}/2c$ (см. уравнение 1).

Простота этого результата, а также возможность получения из (16), с одной стороны, выражения для космических тел (1), если мы подставим вместо величины $\frac{P}{U}$ её значения $\frac{e}{2mc}$, с другой стороны — получение выражения для магнетона, в предположении правильности соотношения для космических тел, имеющего следующий вид:

$$(P/U)_1 = \beta \frac{G^{1/2}}{2c}.$$

По мнению Блекэта, всё изложенное подсказывает нам, что этот результат должен иметь глубокий физический смысл и немаловажное значение. Для нейтрона отношение магнитного момента и спина (углового момента) имеет величину меньшую, чем магнетон Бора, приблизительно в $\frac{e^2}{hc} = 1.16 \times 10^{-3}$ раз. Поэтому можно написать

$$\left(\frac{P}{U} \right)_n = \frac{e^2}{hc} \left(\frac{P}{U} \right)_2 = \frac{e^2}{hc} \frac{e}{G^{1/2} m \beta} \left(\frac{P}{U} \right)_1 \quad (17)$$

Причём для нейтрона, как и для Земли, знаки магнитного момента и углового (спина) противоположны. Для заряженных элементарных частиц, и нейтрона в особенности, как мы видим, соотношение

$$P = \beta \frac{G^{1/2}}{2c} U$$

нарушается, и чтобы удовлетворить наблюдаемым магнитным моментам ядер, мы должны положить в нём

$$\beta = \alpha \frac{e^2}{hc} \frac{e}{G^{1/2} m}$$

для нейтрона. Эти довольно искусственные ухищрения, применяемые для определения значения P через константу Блекэта β , показывают, что к всеобщности закона необходимо подходить с большой осторожностью. Если мы можем считать, что для космических тел применимы нормальные законы электромагнетизма, то становится ясным, что никакое адекватное реальное разделение зарядов под действием каких бы то ни было сил существовать не может, и тогда можно стать на путь изменения основных уравнений электродинамики. Однако вряд ли возможно изменить уравнение электродинамики без нарушений физиче-

ского смысла, чтобы эти уравнения допустили бы существование на Земле и Солнце реальной плотности заряда требуемой величины для объяснения существующих наблюдаемых магнитных полей массивных вращающихся тел. С другой стороны, мы можем прийти к заключению, что нейтральная масса, движущаяся с чисто поступательной скоростью, не может создать магнитного поля, соответствующего (9).

Однако можно предположить, что уравнение (9) справедливо только для случая вращательного движения относительно некоторого центра тяготения. Остается неясным вопрос о том, можно ли сохранить выражение для вращательного движения, одновременно считая его непригодным для поступательного перемещения, не внося коренных изменений в уравнения электродинамики.

В случае одного жесткого тела никаких трудностей не возникает, но в случае системы тел возникают трудности, связанные с орбитальным движением.

В случае же реального разделения зарядов подобных трудностей не возникает, так как мы имеем два уравнения для магнитного поля H , одно относительно положительного заряда и другое относительно отрицательного. Взаимное наложение магнитных полей, создаваемых противоположными зарядами, даёт результирующее поле только для вращательного движения тела вокруг своей оси.

Если с помощью одного уравнения (9) нельзя будет получить тот же самый результат, придётся вернуться к теории, эквивалентной предположению о разделении виртуальных зарядов, — зарядов, вызывающих магнитное поле без электрического. В некоторых современных теориях поля такие «виртуальные», а не реальные, заряды вводятся в виде виртуальных мезонов.

Введение нейтральных мезонов с различными массами, взаимодействующих в сильном гравитационном поле, сможет, весьма вероятно, также пролить свет на интересующий нас вопрос при построении общей теории электромагнитных, гравитационных и мезотронных полей.

Тем не менее, удовлетворительное объяснение уравнения (1) может быть найдено лишь на основе единой общей

теории поля или на базе новых «не полевых» гипотез квантового строения материи.

Для асимметричного тела магнитное поле есть векторная сумма магнитных полей его элементов. Если каждый элемент даёт независимый вклад в общее поле, то вопрос вычисления поля любого тела весьма прост. Если же поле зависит от виртуального «разделения» зарядов, то суммарное поле зависит от взаимного влияния каждого элемента тела на соседний и соотношения элементов заряда различного знака, т. е. от конфигурации тела. Поэтому необходимо выяснение вопроса о механизме возникновения суммарного магнитного поля из полей элементов, составляющих асимметричное тело. Это имеет важное значение в связи с возможным осуществлением лабораторных опытов, так как технически может оказаться легче измерить переменное магнитное поле, которое можно было бы ожидать у такого асимметричного тела, чем статическое поле симметричного тела. Тогда возникает общий вопрос, возможно ли в действительности экстраполировать (1) и (9) до лабораторных масштабов. Это требует экстраполяции для магнитного и механического моментов в отношении $10^{18} : 1$ (от Земли к сфере диаметром в 1 метр).

Однако, пока нет теории магнитных полей космических тел, возможны лишь очень ограниченные заключения.

Если предположить, что экстраполяция дозволена — закон справедлив для всех вращающихся тел, то можно попытаться проверить его в лабораторных условиях. Подсчитаем в нашем приближении максимальное магнитное поле вращающегося тела. При $\beta = 0.3$, как это имеет место для Земли, магнитное поле на полюсах тела имеет напряжённость:

$$H_p = 1.07 \times 10^{-15} \rho \omega R^2,$$

где ρ — плотность тела, ω — его угловая скорость, R — радиус тела. В выражение (18) мы должны вставить максимально допустимую угловую скорость вращения, выраженную через предельно допустимое напряжение $S \left(\frac{r}{\text{см}^2} \right)$ с по-

мощью формулы Сведберга для максимальной угловой скорости ω_m :

$$\omega_m = 50 S^{1/2} \rho^{-1/2} R^{-1}.$$

Подставляя в (18) значение ω_m ($\frac{\text{радиан}}{\text{сек.}}$) из (19), мы найдём, что

$$H_p = 5.4 \times 10^{-14} S^{1/2} \rho^{1/2} R. \quad (20)$$

Из формулы (20) видно, что напряжённость поля на полюсах пропорциональна первой степени радиуса тела.

Отсюда ясно преимущество наблюдения очень большого тела, вращающегося сравнительно медленно. В этом случае значение будет больше, чем в случае малого тела, вращающегося сравнительно быстро. Полагая $\rho = 8 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$ и $S = 3 \times 10^6$

$\frac{\text{г}}{\text{см}^3}$ (сталь), мы найдём, что

$$H_p = 2.6 \times 10^{-10} R. \quad (21)$$

Для однометровой сферы ($R = 50$ см) допустима максимальная угловая скорость 100 об/сек., тогда $H_p = 1.3 \times 10^{-8}$ гаусс, а для 10-метровой сферы допустима угловая скорость только 10 об/сек., и напряжённость поля на оси увеличится до 1.3×10^{-7} гаусс. Если же для вращающихся тел на Земле β то же, что и для Солнца то полученные H_p увеличатся в 3 раза. Для асимметричных тел при тех же линейных размерах поле будет меньше, чем для сферически симметричного тела, но обнаружение полярного поля будет делом несравненно более лёгким, чем в статическом случае симметричного тела, ибо благодаря изменению магнитного потока во времени может наводиться переменная электродвижущая сила, которая может быть усилена.

Опыты по обнаружению магнитного поля вращающихся тел производились, как указывалось выше, одним из выдающихся физиков-основателей русской экспериментальной школы — П. Н. Лебедевым [1] в 1909 г.

Схема устройства, применяемого для осуществления эксперимента, дана на рисунке.

При помощи электродвигателя Z , соединённый с ним фрикционный диск F приводит в быстрое вращение колёсико K , скреплённое жёстко с гибкой брон-

зовой осью AA , на средней части которой укреплен обойма, несущая кольцо RR из испытуемого вещества. На верхней части оси AA нарезан винт, захватывающий зубчатое колёсико счётчика оборотов, выточенное из слоновой кости.

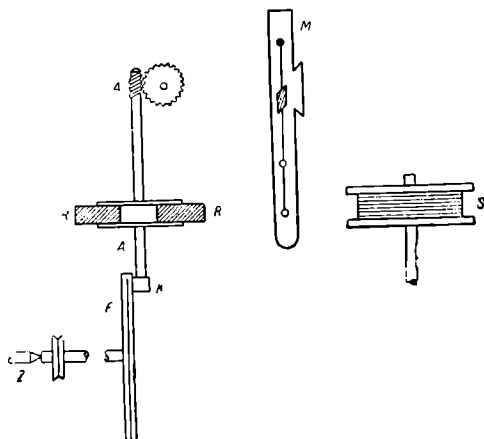


Схема опыта П. Н. Лебедева.

Первоначально исследовалось влияние оси без диска на магнитометр M , а затем — вращающейся оси с кольцом RR . Разность двух действий и соответствовала действию одного кольца.

Для проверки чувствительности магнитометра, симметрично с вращающимся кольцом была помещена специальным образом изготовленная модель его S , которая в зависимости от проверяемой гипотезы (см. начало статьи) имела различные обмотки из проволоки.

При пропускании тока определённой силы модель создавала магнитное поле, которое должно было бы существовать при вращении испытуемого диска, если бы проверяемая гипотеза описывала явление правильно.

Размеры кольца RR были следующие: наружный диаметр 6 см, внутренний 2 см, высота 2 см. Исследовались кольца из различных материалов (проводники, диэлектрики и жидкости, наливаемые в сосуд кольцеобразной формы).

Чувствительность магнитометра позволяла заметить поля напряжённостью $10^{-3} - 10^{-4}$ гаусс, если бы они имелись.

Из формулы (21) следует, что максимально достижимые поля в этом случае ($R = 3$) имеют напряжённость $H_p = 8 \times 10^{-10}$ гаусс, т. е. именно настолько

малы, что не могут быть отмечены при применяемой чувствительности магнитометра, что и было отмечено в выводе П. Н. Лебедева.

Только спустя 20 лет Суонн и Лонгейк повторили опыты Лебедева, не внося никаких изменений в технику эксперимента.

Они вращали сферу диаметром в 10 см со скоростью 200 об/сек. Поле согласно формуле (21) должно было быть 10^{-9} гаусс. Чувствительность метода позволила заключить, что поля большего, нежели 10^{-4} гаусс, обнаружено не было.

Дальнейшие, более тонкие эксперименты должны показать правильность расчётов Блэкэта. По нашему мнению, для этих целей может быть использована вращающаяся реактивная установка, магнитное поле которой может быть отмечено с помощью радиометодов.

Блэкэтом не рассмотрен также вопрос о магнитных полях звёздных скоплений и галактик. Для нашей Галактики и ей подобных величина магнитного поля мала и лежит за пределами наблюдений. Однако для быстро вращающихся маленьких плотных роёв или если постоянная β имеет большее значение для галактик, то из формулы (10) видно, что поля могут достигать долей солнечного полярного поля, если масса, радиус и средняя периферическая скорость M , R , v связаны с соответ-

ствующими величинами для Солнца соотношениями

$$\frac{M}{M_{\odot}} \sim 10^{11}; \quad \frac{R}{R_{\odot}} \sim 10^6 \quad \frac{v}{v_{\odot}} \sim 10.$$

Поэтому исследование звёздных скоплений на предмет наличия магнитного поля в будущем поможет также разрешить вопрос о состоятельности гипотезы магнитных полей вращающихся космических тел.

Недавно была предпринята непосредственная проверка справедливости закона Блэкэта на Земле. Идея, лежащая в основе этого предварительного эксперимента (Галес и Гаугоф), состоит в том, что различным механизмам возникновения геомагнетизма должны соответствовать и неодинаковые законы изменения напряжённости земного магнитного поля в зависимости от проникновения наблюдателя в глубь Земли. Предварительные, правда недостаточно надёжные и точные, результаты опыта согласуются с теорией Блэкэта в пределах ошибки наблюдений.

Л и т е р а т у р а

- [1] П. Н. Лебедев. Магнитометрическое исследование вращающихся тел. Журн. Русск. физ.-хим. общ., часть физ., т. 43, стр. 484, 1911; Ann. d. Phys., 39, 840, 1912. — [2] П. Блэкэт. УФН, XXXIII, стр. 52, 1947; Nature, 159, 658, 1947. — [3] Иваницко и Соколов. Изв. АН СССР, нов. сер., 1947.

ИСТОЧНИКИ БИОЭЛЕКТРОТОКА

Проф. П. А. КОМЕТИАНИ

После замечательного открытия Гальвани «животного электричества» вопрос о биоэлектрических явлениях и роли их в жизненных процессах занял одно из центральных мест в физиологии. Особенно обстоятельно подверглись изучению биоэлектрические токи, возникающие в нервной и мышечной тканях. Усовершенствование техники учёта малейших колебаний электрического тока создало благоприятные условия для развития новой отрасли науки — электрофизиологии. Однако, несмотря на большое количество работ, относящихся к этой отрасли физиологии, вопрос о происхождении биоэлектроток остаётся до сих пор неясным.

Электрические явления в живом организме обуславливаются разными причинами. По Беритову [1] нужно различать три основных типа биоэлектротока. Первый тип — это основной биоэлектрический ток. Обусловлен он основным биологическим процессом — обменом веществ. Как известно, в основе жизненного процесса стоит обмен веществ. Обмен веществ с неодинаковой интенсивностью протекает не только в разных органах, но и в разных частях одной и той же клетки. При соединении различных участков через гальванометр градиенты обмена обнаруживают разность потенциалов. Вот этот ток, который является функцией разности уровней обмена, был назван «током покоя» или лучше — «основным биоэлектрическим током».

Разность потенциалов возникает также при повреждении тканей. Если соединить через гальванометр повреждённый участок с неповреждённым, обнаруживается ток, который называют «демаркационным током» или «током повреждения». В нормальных условиях этот ток не обнаруживается и поэтому его изучают лишь после нанесения травмы.

Особо стоят так называемые «токи

действия», которые сопровождают импульсы возбуждения. Биоэлектроток этого типа называют «биотоками возбуждения». Они распространяются вслед за возбуждением и не ограничиваются, как в случае демаркационного тока, местом повреждения. Характерным для этого рода токов является их ритмичность.

В биологических объектах существенную роль в происхождении биоэлектротока должны играть: диффузионные, мембранные, межфазовые потенциалы и потенциалы окислительно-восстановительных реакций. Биоэлектроток нужно представить как суммарный эффект одновременно идущих многих процессов. Только в некоторых, строго определённых, условиях имеется возможность говорить о преимуществе того или другого источника в происхождении биотока.

1. Диффузионный потенциал

При соприкосновении двух растворов электролита, имеющих разные концентрации, как показал Нернст, возникает электродвижущая сила, величину которой можно вычислить по формуле:

$$E = \frac{U - V}{U + V} \frac{RT}{F} \ln \frac{C_1}{C_2}. \quad (1)$$

Здесь U и V — соответственно подвижность катиона и аниона, а C_1 и C_2 — концентрации первого и второго растворов.

Коуэн [2] применил это уравнение Нернста для вычисления величины тока повреждения нерва. В пересчёте на воду нерва, содержание калия в нерве в тринадцать раз больше, чем в плазме. Эта разность концентраций должна дать 64 mV. На самом деле, разность потенциалов редко достигает и половины этой величины. Причины этого Коуэн ищет в коротком замыкании тока в межклеточной жидкости.

На примере растительных клеток водорослей Остерхаут [3] доказал, что обнаруживаемые здесь как токи повреждения, так и токи действия представляют диффузионные потенциалы. Не сомневаясь в правильности выводов Остерхаута, нужно заметить, что эти данные получены на клетках, имеющих вакуоли, к которым вообще законы осмоса и диффузии применимы. Но закономерности, полученные на такого рода клетках, нельзя распространять на клетки животного происхождения, поскольку хорошо известно, что последние не ведут себя так, как этого требуют законы осмоса.

Амберсон [4] на примере кожи лягушки приходит к выводу, что источником биоэлектротока нужно считать разность концентраций калия снаружи и внутри клетки, где калий соединён с малоподвижным анионом. По его мнению, главным источником биоэлектротока является диффузионный потенциал, обусловленный неодинаковой подвижностью аниона и катиона.

2. Мембранный потенциал

Если диффузия электролита происходит не в свободном пространстве, а через мембрану, которая задерживает один из ионов, то это обстоятельство может стать причиной значительной разности потенциалов. Когда полупроницаемая мембрана задерживает один из ионов, а другой может свободно проходить через неё, она поляризуется. Возникает двойной слой Гельмгольца, в котором более проницаемый ион электростатически задерживается своим партнёром.

В такой мембране подвижность одного из ионов равняется нулю, а входящий в формулу (1) диффузионный разности потенциалов коэффициент

$$\frac{U - V}{U + V}$$

делается равным ± 1 , и поэтому уравнение мембранной разности потенциалов принимает вид

$$E = \frac{RT}{F} \ln \frac{C_1}{C_2}. \quad (2)$$

Предполагается, что полупроницаемые мембраны возбудимых тканей непроницаемы для анионов, но прони-

цаемы для калия. Поэтому внешняя сторона мембраны должна быть заряжена положительно, а внутренняя — отрицательно. Бернштейн [5], исходя из вышеупомянутых положений, ещё в 1902 г. развил теорию биоэлектротока, которая до последнего времени была господствующей.

По Бернштейну, токи повреждения обусловлены тем положением, что внутренняя сторона мембраны мышечного или нервного волокна заряжена отрицательно. Если приложить два электрода к волокну, один — к неповреждённой, а другой — к повреждённой части, то этим достигается деполяризация заряда мембраны.

Токи действия, которые сопровождают процесс возбуждения, характеризуются тем положением, что каждая точка волокна, где проходит волна возбуждения, имеет отрицательный потенциал по отношению к невозбуждённой точке. Отрицательные колебания потенциала должны происходить потому, что возбуждённая часть волокна теряет свойство непроницаемости, она временно уподобляется повреждённой части и с этой точки должен отводиться заряд внутренней стороны мембраны, которая, как было упомянуто выше, заряжена отрицательно по отношению к внешней. Таким образом, с волной возбуждения должна следовать последовательная деполяризация мембран. После возбуждения мембрана снова приобретает свойство полупроницаемости.

Теория Бернштейна предполагает наличие поляризованных полупроницаемых мембран. Специфические свойства мембраны поддерживаются внутриклеточным обменом.

3. Потенциалы пограничных фаз

Нернстом было выяснено, что при соприкосновении водного раствора электролита с поверхностью несмешивающейся с водой фазы, на границе фаз возникает разность потенциалов. Эта разность потенциалов обусловлена неодинаковой растворимостью катионов по сравнению с анионами при диффузии электролита из водной в неводную фазу. Такого рода потенциалы изучены Бейтнером [6] в так называемых «масляных цепях». Разность потенциалов в погра-

нических фазах определяется количественным распределением того иона, который является общим для всех фаз. Если, например, «масло» с одной стороны граничит с раствором NaCl , а с другой стороны — KCl , то общим ионом для всех фаз является хлор. В данном случае неравномерность распределения иона хлора в разных фазах определяет электродвижущую силу системы.

Если исходить из современных представлений о свойствах пограничных фаз, то наличие специфических полупроницаемых мембран нужно поставить под сомнение. Имеется много доказательств для утверждения, что явления осмоса и проницаемости в клетке регулируются не мембранами, а особыми физико-химическими свойствами протоплазмы в целом. Протоплазма рассматривается как сложная коллоидная, несмешивающаяся с водой фаза. Эту мысль в ряде работ развивает Лепешкин [7].

При соприкосновении клетки с водным раствором какого-либо электролита, пограничная фаза поляризуется. При этом поверхность клетки получает заряд того иона, который в ней более проницаем. Разность потенциалов будет тем больше, чем больше разнится коэффициент распределения аниона и катиона. Насонов и Александров [8], изучая проницаемость анионов и катионов, получили данные, которыми доказывалось, что катионы по величине потенциалов, которые они дают при контакте с клеткой, располагаются в ряд, который характеризует проницаемость для них протоплазмы.

4. Окислительно-восстановительные потенциалы

Перечисленные выше диффузионные, мембранные потенциалы и потенциалы пограничных фаз обуславливаются неравномерным распределением ионов по обе стороны какой-либо пограничной поверхности. Разность потенциалов в данном случае должна обуславливаться ионной проводимостью.

Потенциал окислительно-восстановительных систем для своего возникновения требует наличия индифферентных электродов, которые выполняют роль посредников в передаче электронов от восстановленной формы к окисленной форме и обратно.

В данном случае разность потенциалов должна обуславливаться электронной проводимостью. Электрод, опущенный в раствор восстановленной формы, заряжается отрицательно по отношению к электроду в растворе окисленной формы.

В клетке имеется целый ряд обратимых окислительно-восстановительных систем, которые последовательно могут как окисляться, так и восстанавливаться, т. е. функционировать как донаторы и акцепторы электронов. Одна система может окислить другую, если окислительно-восстановительный, или, как обычно говорят, редокси-потенциал, выше.

Обратимые процессы окисления и восстановления в клетке протекают на поверхности сложных коллоидных структур. Пограничные фазы в этих системах должны обладать электронной проводимостью. Так как в клетке протекает одновременно много реакций, то поэтому клетка не может быть электрически однородной. Она будет обнаруживать полярность.

Лунд [9] был первым исследователем, который показал, что величина разности потенциалов находится в прямой зависимости от интенсивности окислительных процессов. Источником биотока принимается им реакция окисления.

Фрэнсиз [10] доказывает, что электрическая активность кожи лягушки регулируется окислительно-восстановительными реакциями. На примере лягушки, в дальнейшем, много раз было показано, что величина разности потенциалов по обе стороны кожи зависит от интенсивности процессов окисления в ней.

Всякий раз, когда градиент высокого уровня энергетического обмена соединяется через гальванометр с градиентом низкого уровня, в цепи протекает электрический ток.

Кометиани [11] показал, что в той части мышечного волокна, где заканчивается нерв, обнаруживается максимальная разность потенциалов по сравнению с теми частями, где нервных окончаний не имеется. Эта разность потенциалов обуславливается тем обстоятельством, что в области нервных окончаний биохимические превращения энергетического материала протекают с большей интенсивностью, чем в остальных частях мышечной клетки.

Электрическая полярность обнаруживается в каждой клетке, если только подходящими способами отводить ток.

Величина редоксипотенциала определяется уравнением:

$$E = \frac{RT}{F} \ln \frac{Ox}{Red} + E_0 \quad (3)$$

где Ox — окисленная, Red — восстановленная форма системы, а E_0 — потенциал, который имеет система, когда отношение Ox к Red равно единице.

Нужно иметь в виду, что источником разности потенциалов могут быть не только конечные продукты обратимой реакции. В процессе окисления или восстановления, как промежуточные ступени реакции, образуются свободные радикалы, которые отличаются не уровнем окисления (потерей протона), а количеством отрицательных зарядов.

Если одна форма окислительно-восстановительной системы отделена от другой неводной фазой, обладающей электронной проводимостью, то разность потенциалов между окисленной и восстановленной формами создаёт условия для поляризации неводной фазы, безотносительно от того, разделяет ли неводная фаза растворы одного и того же или разных электролитов. Получаемый в таких условиях деполяризационный ток обусловлен фазовым потенциалом редоксисистемы [12].

5. Биоэлектроток как суммарный эффект диффузионных, межфазовых потенциалов и фазовых потенциалов редоксисистем

Попытку свести все типы биоэлектротока к какой-либо одной физической модели нужно считать невыполнимой уже потому, что источником биоэлектротока является электродвижущая сила разного происхождения.

Мы рассмотрели несколько возможных источников. Наличие в биологических объектах мембранных потенциалов в таком виде, в каком они представлялись до сего времени, нужно считать сомнительным. Данные, полученные в результате тщательного изучения проницаемости протоплазмы, приводят к выводу, что в клетке (во всяком случае животного происхождения) не существует полупроницаемых мембран [7,8]. Проницаемость электролитов в клетку должна

обуславливаться особыми физико-химическими свойствами протоплазмы, её сродством к тому или другому катиону или аниону.

Нельзя не согласиться с утверждениями Насонова и Александрова [8], что источником разности потенциалов, в первую очередь, нужно считать потенциалы пограничных фаз. Эти потенциалы возникают на пограничных поверхностях протоплазмы, так как протоплазма представляется как несмешивающаяся с водой фаза.

При соприкосновении раствора электролита с клеткой обнаруживается разность потенциалов, которая обуславливается неодинаковой растворимостью катиона и аниона в протоплазме. Это обстоятельство должно вызывать поляризацию пограничных поверхностей и образование двойного электрического слоя Гельмгольца.

Для выяснения происхождения токов повреждения нужно иметь в виду, что в области повреждения протоплазма претерпевает такие изменения, в результате которых большая часть связанных электролитов переходит в свободное состояние и приобретает способность к диффузии. Освободившиеся в месте повреждения электролиты, соприкасаясь с неповреждённой поверхностью, дают межфазовый потенциал.

В протоплазме проницаемость катионов намного больше проницаемости анионов. Поэтому, сторона двойного электрического слоя, обращённая к протоплазме, зарядится положительно, а водная фаза — отрицательно. Катионы по величине даваемого ими потенциала располагаются в ряд, в зависимости от их проницаемости в протоплазму. При контакте клетки с двумя растворами разных электролитов, часть, омываемая электролитом, где катион более растворим, зарядится отрицательно по отношению к той части, которая омывается электролитом, имеющим менее растворимый катион.

Кроме межфазовых потенциалов, на разделе неповреждённой протоплазмы и омывающего его раствора, должен возникнуть диффузионный потенциал, величина которого зависит от относительной подвижности катиона и аниона внутри протоплазмы.

Биоток, обнаруживаемый повре-

ждённой клеткой при контакте с растворами электролитов, в основном, также обусловлен диффузионными потенциалами. В протоплазме большая часть электролитов находится в связанном состоянии, поэтому диффузионный потенциал может перекрыть межфазовый потенциал. Таким образом, «солевые потенциалы» обуславливаются преимущественно диффузионными потенциалами.

Что же касается токов действия, а также основного биотока, то значение диффузионного потенциала должно быть здесь лимитировано. На величину и характер тока действия преимущественное влияние должен оказывать фазовый потенциал редоксисистемы.

Нужно считать весьма вероятным, что колебание потенциала токов действия представляет результат тех химических реакций окисления и восстановления, которые лежат в основе процессов возбуждения. Потенциалы окислительно-восстановительных реакций накладываются на межфазовые потенциалы и дают типичную картину колебания токов действия. Направление реакций (в сторону окисления или восстановления) точно должно отображаться ходом кривой потенциала. Но в клетке одновременно протекает много реакций, и ход кривой потенциала представляет такую сложную картину, что трудно поддаётся анализу.

Окислительно-восстановительная реакция вызывает поляризацию неводной фазы. Каким же путём происходит деполяризация? Вообще принимается, что деполяризация вызывается таким изменением мембран или же физико-химического состояния протоплазмы, в результате которого калий из связанного состояния переходит в состояние, способное к диффузии. Таким образом, создаётся условие для устранения той причины, благодаря которой происходит поляризация.

В последнее время Нахмансон [13] в ряде работ доказывает, что в происхождении биотока следует приписать исключительно важную роль ацетилхолину — химическому веществу, значение которого для нервной деятельности доказано многочисленными иссле-

дованиями. Нахмансон исходит из того положения, что скорость образования и распада этого высокоактивного соединения находится в коррелятивной зависимости от скорости проведения нервного импульса, а также интенсивности биотока. Имеется прямое экспериментальное доказательство того явления, что при прохождении импульса сопротивление нервного волокна снижается и увеличивается проводимость. Эти изменения, по мнению Нахмансона, должны обуславливаться ацетилхолином. Таким образом, образовавшийся ацетилхолин должен вызвать деполяризацию. Разность потенциалов, обусловленная деполяризацией, является раздражающим агентом для соседнего участка. В результате здесь также образуется ацетилхолин, и таким образом, обеспечивается проведение импульса и, вместе с тем, тока.

В связи с вышесказанным интересно отметить, что ацетилхолин, как это выясняется в опытах над мышечной тканью, действует на возбудимую систему путём освобождения связанного калия [14]. Поэтому нужно предположить, что связь биохимических превращений с токами возбуждения может осуществляться ацетилхолином.

Л и т е р а т у р а

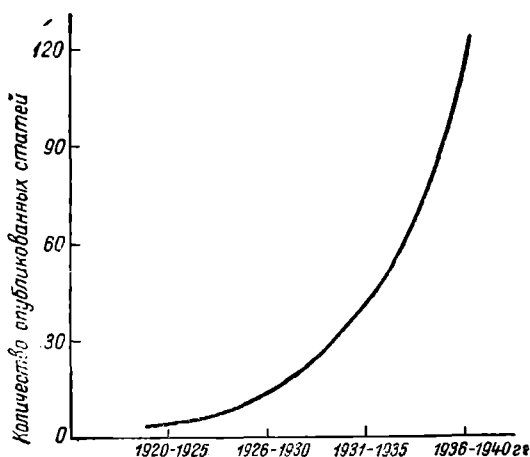
- [1] И. С. Беритов. Общая физиология мышечной и нервной системы, т. I, 1947. — [2] S. L. Cowan. *Proceed. Roy. Soc. B.* 115, 216, 1937. — [3] W. J. V. Osterhout. *Cold Spring Harbor Symposia on Quant. Biology*, 8, 51, 1940. — [4] W. R. Amberson. *Cold Spring Harbor Symposia on Quant. Biology*, 4, 53, 1936. — [5] J. Bernstein. *Pflüg. Arch. ges. Physiol.*, 92, 521, 1902. — [6] R. Beutner. *Physiol. chemistry of living tissue*. Baltimore, 1933. — [7] W. W. Lepeschkin. *Kolloidch. d. Protopl.*, II Aufl., Leipzig, 1938. — [8] Д. Н. Насонов и В. Я. Александров. *Усп. совр. биол.*, 17, 1, 1944. — [9] E. J. Lund. *Exp. Zool.*, 51, 265, 1928. — [10] W. L. Francis. *J. Exp. Biology*, 11, 35, 1934. — [11] П. А. Кометиани. *Бюлл. эксп. биол. и мед.*, 9, 403, 1940. — [12] П. А. Кометиани. *Сообщ. Груз. Акад. Наук*, 4, 261, 1943. — [13] D. Nachmansohn and M. A. Rothenberg. *Progress in Neurology and Psychiatry. An Annual Review*, N. Y., 1946. — [14] П. А. Кометиани, Е. Э. Клейн и Ш. В. Долидзе. *Биохимия*, 11, 253, 1946.

ДОСТИЖЕНИЯ СОВЕТСКОЙ НАУКИ В ОБЛАСТИ ФОТОПЕРИОДИЗМА

О. А. ЩЕГЛОВА и Е. Я. ЕРМОЛАЕВА

Тридцатилетний юбилей советской власти совпал с двадцатипятилетием начала у нас в Союзе работ по фотопериодизму. Эти знаменательные даты обязывают нас подвести итог того, что сделано советской наукой в области фотопериодизма.

Первые экспериментальные работы по фотопериодизму у нас начаты в 1922 г., а первые печатные статьи появились в 1923 г.



Фиг. 1. Рост печатной продукции по фотопериодизму с 1923 по 1941 г.

Прилагаемая кривая (фиг. 1) иллюстрирует резкий подъем печатной продукции за период с 1923 по 1940 г. Такой подъем кривой, несомненно, говорит о большом, всё возрастающем интересе со стороны советских физиологов к этой проблеме. И если в первые годы работы развивались только в двух лабораториях (физиологическая лаборатория акад. В. Н. Любименко Ботанического института АН СССР и физиологическая лаборатория акад. Н. А. Максимова ВИР), то в настоящее время почти нет ни одной физиологической лаборатории, где бы не разрабатывались в той или иной форме вопросы фотопериодизма.

Но что такое фотопериодизм и почему он привлёк к себе такое внимание физиологов-экспериментаторов?

Фотопериодизм — это реакция растений на определённую длину дня. До открытия фотопериодизма действие света на растения изучалось только со стороны его напряжённости и спектрального состава и совершенно не уделялось внимания действию света со стороны его продолжительности. Таким образом, свет изучался только как экологический фактор, свет же как географический фактор не привлекал к себе внимания.

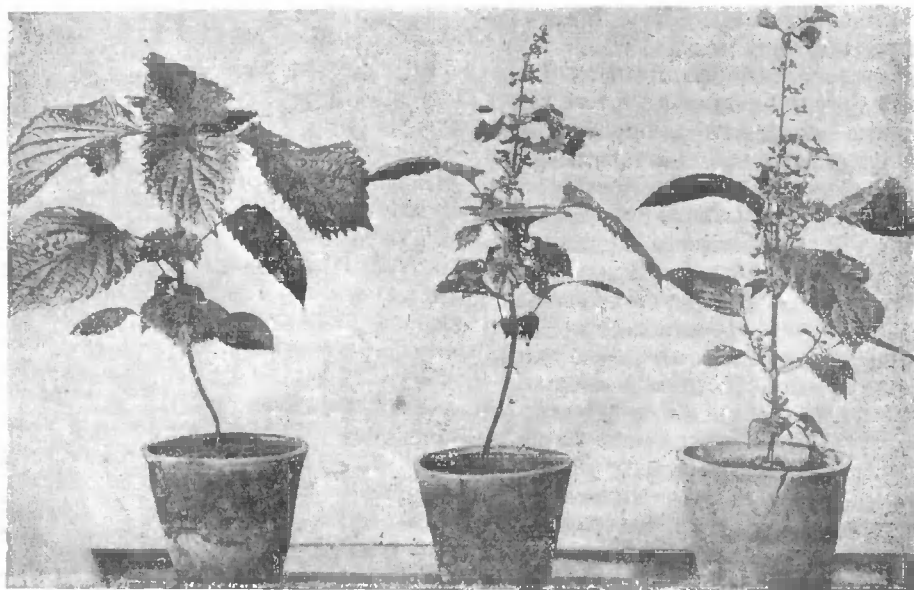
Первые же экспериментальные работы в этом направлении показали, какое могущественное и всестороннее влияние на растения оказывает именно продолжительность дневного освещения.

На основании результатов первых же исследований, акад. В. Н. Любименко подверг теоретическому анализу явление фотопериодизма и сделал ряд очень ценных выводов, одним из которых является установление зависимости между фотопериодической реакцией растений и их географическим происхождением.

По его мнению, отношение к длине дня обуславливается географическим распространением вида. «Чем меньше ареал географического распространения вида, тем вероятнее встретить у него более узкую приспособленность к длине дня».

Мысль о связи между фотопериодической реакцией растений и их географическим происхождением нашла себе подтверждение и в последующих работах различных авторов как с культурными, так и с дикими растениями.

В итоге проведения этих работ, все исследуемые растения, по характеру их фотопериодической реакции, были отнесены или к растениям короткого дня, цветущим на укороченном дне (фиг. 2), или к растениям длинного дня, цветущим только на длинном дне (фиг. 3), и растениям нейтральным, для которых



Фиг. 2. Влияние продолжительности дня на цветение краснолистной периллы (*Perilla pampinensis*) — растения короткого дня.

Слева — на длинном естественном дне (17 час.), среднее — на коротком (10 час.) дне в течение 25 дней, справа — на коротком (10 час.) дне в течение 17 дней.

длина дня не имеет решающего значения.

Растения короткого дня происходили, в большинстве случаев, из более южных широт, растения длинного дня — из более северных.

Насколько некоторые растения приспособлены к строго определённой длине дня, говорят интересные факты, полученные в опытах Мошкова: короткодневное растение — хризантема при длине дня, равной 14 часам, может ещё образовывать бутоны, а при удлинении дня до 14 час. 30 мин. бутонов уже не даёт. У длиннодневного растения — шпината наблюдалась обратная картина: при длине, равной 14 часам, оно ещё цветёт, а при сокращении дня до 13 часов цветения уже не наблюдалось.

Растения, отнесённые к группе нейтральных, характеризуются большей пластичностью в отношении длины дня: можно допустить, что впоследствии, при более детальном изучении, и для них будут установлены критические границы продолжительности дня, за пределами которых растения не смогут нормально закончить цикла своего развития.

Дальнейшее развитие работ по фотопериодизму шло по трём направлениям.

В исследованиях первого направления продолжались работы по изучению

фотопериодической реакции различных растений на ту или иную длину дня. Знание фотопериодической реакции и изучение её имеет большое значение, с одной стороны, для объяснения границ ареала распространения того или иного вида в широтном направлении, с другой, может быть использована для интродукции растений, для садоводства, при селекционных работах, а также при выращивании овощных культур.

В итоге проведения всех этих исследований, в настоящий момент имеется большой список растений, охватывающий более 600 видов, с установленной фотопериодической реакцией.

В исследованиях второго направления изучалось влияние фотопериодического воздействия на ряд физиологических и биохимических процессов и на анатомо-морфологические изменения.

Один из главных физиологических процессов, на котором резко сказывается фотопериодическое воздействие, это переход растений от вегетативной фазы развития к репродуктивной, процесс, который и лёг в основу характеристики их фотопериодической реакции. Этот переход сопровождается не только ускорением или замедлением процессов развития, но нередко бывает связан

с более глубоким изменением, вызывающим у раздельнополых растений нарушение полового диморфизма. Ряд исследователей блестяще показал, что у конопли можно получить женские цветы на мужском экземпляре и на женском — мужские, у кукурузы вместо мужского соцветия можно вызвать образование женского цветка. У люффы под влиянием укороченного дня можно вызвать образование женских цветов в условиях Севера, тогда как обычно в этих условиях образуются только мужские цветы.

Влияние фотопериодизма резко сказывается и на развитии вегетативных органов, в результате чего может сильно измениться общий габитус растений.

Особенно ярко это проявляется у длиннопольных растений, выращенных на укороченном дне. Под влиянием короткого дня у них задерживается рост стебля, и всё растение сохраняет форму прикорневой розетки (фиг. 3).

Подземные органы — луковицы, клубни и корнеплоды — в своём развитии также находятся в зависимости от длины дня.

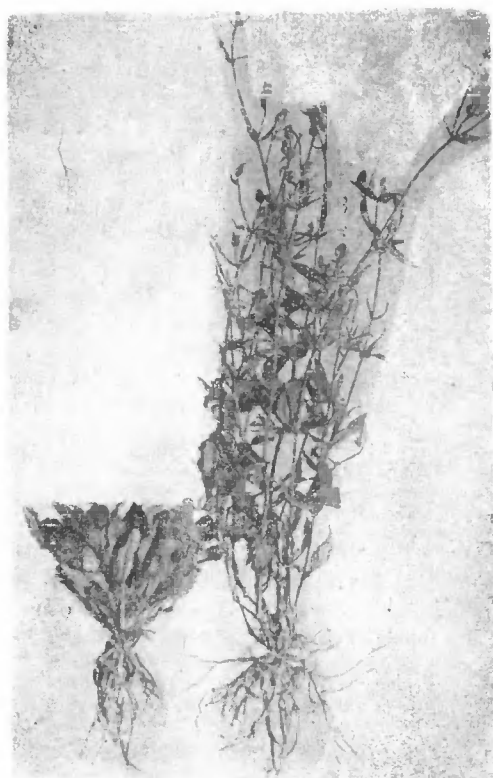
Многие корнеплоды на укороченном дне достигают значительно больших размеров. Так, например, выращивая редис на коротком дне, удалось не только задержать его цветение, но и получить корнеплод весом до 300 г.

Фотопериодическое воздействие оказывает также влияние и на образование клубеньков на корнях бобовых растений: так у фасоли, сои, вики и других идёт более интенсивное их развитие в условиях длинного дня, тогда как у древесного растения чингила, из того же семейства, клубеньки образуются только на укороченном дне.

Многочисленные исследования ряда древесных пород показали могущественное влияние фотопериодизма на их морозостойкость. Такая устойчивость к низким температурам под влиянием фотопериодизма вызывается сокращением вегетационного периода и более ранним вызревaniem древесины.

Результаты исследований в этой области нашли применение для повышения морозоустойчивости таких нежных культур, как цитрусовые.

Необходимо также отметить, что короткий день, задерживая растения в состоянии зимнего покоя, предотвращает



Фиг. 3. Влияние продолжительности дня на цветение дрёмы (*Melandrium album*) — растения длинного дня.

Слева — на коротком (10 час.) дне, справа — на длинном естественном дне (17 час.).

преждевременное сокодвижение, что особенно важно при наступлении тёплой погоды в зимний период в наших субтропиках.

Интересно отметить, что фотопериодическое воздействие оказывает влияние не только на морозостойкость, но и на засухоустойчивость растений. Ряд исследований показал, что многие растения на укороченных фотопериодах обнаруживают большую засухоустойчивость, по сравнению с растениями, находящимися на длинном дне.

Изучение действия фотопериодизма на такие процессы, как фотосинтез и дыхание, показали, что у короткодневных растений наблюдается увеличение фотосинтеза и дыхания на укороченном дне при переходе растений к цветению, тогда как у длиннопольных растений увеличение энергии этих процессов происходит на длинном дне.

В ряде работ установлено также влияние длины дня на изменения в содержании пигментов, так наблюдалось увеличение количества хлорофилла как у короткодневных, так и у длиннодневных растений в связи с переходом их к цветению под действием благоприятной длины дня. Для антоциана установлена обратная зависимость: под влиянием укороченного дня, с наступлением цветения у короткодневного растения периллы содержание антоциана в листьях падает.

Исследования по фотопериодизму показали что продолжительность дня сильно влияет на дифференциацию точек роста: так, например, у пшеницы, ячменя, овса дифференциация и рост зачаточного колоса проходят только в условиях длинного дня, тогда как у проса дифференциация точек роста проходит на коротком дне, а последующие этапы проходят уже при любой длине дня. У периллы, риса и фасоли дифференциация точек роста и рост зачаточного цветка идёт только на коротком дне.

Под влиянием фотопериодического воздействия изменяется также анатомическая структура листьев и стеблей. В стеблях изменяется деятельность камбия. В листьях увеличивается сеть жилок и количество устьиц на единицу поверхности, что свидетельствует о большей ксероморфности на укороченном дне.

Всеми перечисленными данными далеко не исчерпывается роль и значение фотопериодизма в жизни растений, но в данной статье нет возможности останавливаться на этом более подробно.

Исследования третьего направления посвящены вопросам, касающимся теории фотопериодизма. Разрешение этих вопросов и занимает в настоящее время мысль большинства советских учёных, стремящихся вскрыть сущность фотопериодизма.

В исследованиях этого направления наиболее важные достижения, полученные в мировой науке, принадлежат именно советским исследователям.

Прежде всего необходимо указать на установленный очень важный факт, что нет необходимости подвергать растения фотопериодическому воздействию в течение всего вегетационного периода.

Достаточно дать строго определённое количество укороченных дней короткодневным и длинных дней длиннодневным растениям, чтобы вызвать в дальнейшем цветение при любой длине дня. Это явление впоследствии получило название «фотопериодической индукции», или «фотопериодического последствия» и нашло своё дальнейшее развитие в теории, разработанной акад. Лысенко. Учение акад. Лысенко о стадийном развитии растений явилось большим вкладом в советскую науку. По этой теории, растения на каждом этапе своего развития требуют определённых внешних условий. На одном из этапов «световой стадии» растения требуют определённой продолжительности дня.

Таким образом, продолжительность фотопериодической индукции зависит от длительности световой стадии, которая различна у разных растений. Исследования показали, что если длительность фотопериодической индукции будет недостаточна, то растения не смогут нормально закончить цикла своего развития. В данном случае наблюдаются большие отклонения в росте и развитии, отражающиеся на морфологическом изменении листьев и цветов, которые принимают нередко тератологические формы.

Дальнейшие многочисленные исследования, направленные на выяснение основного вопроса, — как воспринимается фотопериодическое воздействие, показали, что органом, воспринимающим воздействие, являются листья.

Установление этого факта (Мошков, Псарев, Чайлахян) является крупным достижением советской науки и сыграло большую роль в последующей разработке вопросов, связанных с теорией фотопериодизма.

Как показали дальнейшие работы, импульс из листьев передаётся точкам роста, в которых и проявляется эффект. Очень показательны в этом отношении опыты с хризантемой: цветение верхних безлиственных побегов наступает под влиянием листьев нижних побегов, получавших короткий день. Показательны также и опыты с прививками, в которых привой переходит к цветению при любой длине дня, если подвой до прививки находился на благоприятном фотопериоде.

На основании своих многочисленных исследований Чайлахян объясняет наступление цветения под влиянием фотопериодического воздействия образованием в листьях особого гормона цветения — флоригена, который из листьев передаётся к точкам роста.

Фотопериодическая реакция протекает при последовательном чередовании света и темноты, поэтому вполне естественно, что дальнейшее внимание исследователей было направлено на выяснение значения как тёмного, так и светлого периода суток во время фотопериодического воздействия.

Наиболее интересными в этом отношении являются опыты по прерыванию тёмного периода суток. Результаты показали, что прерывание темноты светом нарушает прохождение фотопериодической реакции у короткодневных растений и способствует прохождению её у длиннодневных, обычно не цветущих в условиях короткого дня и длинной ночи. Так, в опытах с горохом, фасолью и просом, 12-часовой ночной период прерывался ежечасно 5-минутным интервалом света. В опытах с периллой эти прерывания темноты светом были ещё короче — применялись так называемые «световые удары». Растения короткого дня в этих условиях не зацвели, тогда как у растений длинного дня цветение наступило, несмотря на то, что они находились на укороченном дне. Даже однократное включение света среди ночи задерживает прохождение фотопериодической реакции у короткодневных растений: просо, перилла и хризантема прекрасно цвели при 9-часовом дне и 15-часовой ночи и сильно задерживали цветение, когда среди ночи был включён свет только на 15 минут. Всё это говорит о том, что для осуществления фотопериодической реакции у короткодневных растений темнота в течение определённого отрезка времени должна быть непрерывной. У длиннодневных растений фотопериодическая реакция в условиях короткого дня может быть осуществлена только в том случае, если тёмный ночной период прерывается светом. Эти данные пред-

ставляют большой интерес как в теоретическом, так и в практическом отношении. Они позволили сделать вывод, что процессы, протекающие в темноте, у короткодневных растений идут очень медленно и быстро нарушаются на свету. Вместе с тем они показали, что при выращивании длиннодневных растений с дополнительным электросветом нет необходимости давать дополнительный свет в течение всей ночи, а достаточно для получения цветения прервать тёмный период одним или несколькими светлыми интервалами.

Последующие работы показали, что для короткодневных растений не только тёмный период должен иметь определённую длительность, но и число светлых часов в сутки является также решающим для осуществления фотопериодической реакции, причём важно не только абсолютное число светлых и тёмных часов в сутки, но также и их точное соотношение.

Очень наглядно это представлено в опыте с хризантемой: листья одного растения подвергались фотопериодическому воздействию, а листья другого — сплошной темноте. Цветение наступило только у того растения, листья которого подвергались фотопериодическому воздействию. Требуется определённое количество света и темноты в сутки для прохождения фотопериодической реакции, говорит о том, что процессы при фотопериодическом воздействии протекают в две фазы — световую и темновую. Между этими процессами существует тесная зависимость, и нарушение условий, благоприятных для одних процессов, влечёт за собою задержку других.

Работы советских физиологов в области фотопериодизма дали очень много для понимания ряда вопросов, связанных с развитием растений.

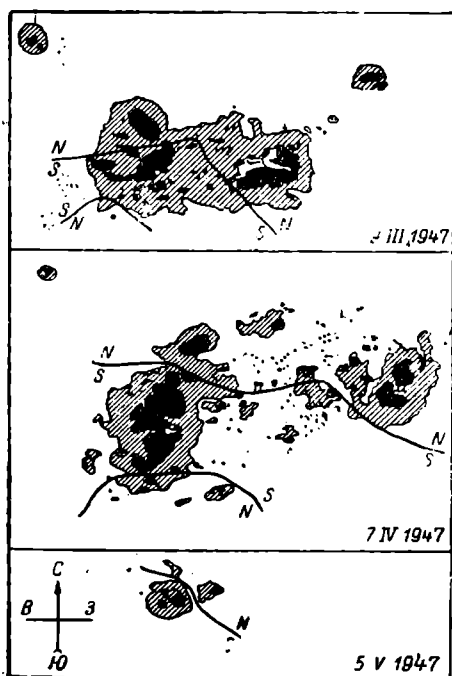
Дальнейшее внимание должно быть направлено на изучение световых и темновых реакций, в результате которых осуществляется фотопериодическая реакция, и растения от вегетативной фазы переходят к репродуктивной.

НОВОСТИ НАУКИ

АСТРОНОМИЯ

СОЛНЕЧНОЕ ПЯТНО РЕКОРДНЫХ РАЗМЕРОВ

На страницах нашего журнала в минувшем году не раз сообщалось о чрезвычайно высоком уровне, достигнутом солнечной активностью в течение последних двух лет. При этом была отмечена как очень большая общая запятнанность Солнца [1, 2], так и огромные размеры отдельных групп солнечных пятен, появившихся за это время [3, 4]. Большая группа, наблюдавшаяся в феврале 1946 г., имела наибольшую площадь из когда-либо измеренных площадей групп солнечных пятен, а площадь наибольшего пятна в ней превысила все Зарегистрированные до того площади индивидуальных солнечных пятен [4]. Однако пятно, наблюдавшееся в марте 1947 г., достигло ещё большей площади, и оно должно быть признано наибольшим из когда-либо зарегистрированных солнечных пятен.



Описание мартовской группы 1947 г. (до 15 марта) было дано в заметке А. П. Моисеева [5], к которой приложены также зарисовки. Эта группа впервые появилась на восточном краю Солнца 5 февраля в виде нескольких небольших пятен. Площадь её быстро росла, и 7 февраля она стала видимой

для невооружённого глаза. В следующее прохождение по диску, начавшееся 3 марта, восточная часть группы исчезла, а из западной развилось огромное пятно, которое и достигло наибольшей площади в 4300 миллионов долей солнечной полусферы.

В апреле, в третье прохождение по диску, группа стала менее компактной (в марте она состояла из одного большого пятна и нескольких маленьких спутников), но общая площадь её ещё увеличилась. Группа расчленилась на более мелкие пятна и растягивалась вследствие собственного движения предшествующего члена к западу, как обычно наблюдается в группах солнечных пятен. Четвёртое прохождение по диску было последним. Площадь группы заметно уменьшилась. Западный член исчез ещё на видимой стороне Солнца, а остаток больше не возвращался после того как скрылся за западный край диска 11 мая. Таким образом, группа просуществовала больше 96 суток.

Интересно проследить за изменениями магнитного поля в группе. Обычно напряжённость поля тем больше, чем больше площадь пятна. В описываемой группе наибольшая напряжённость магнитного поля была 3800 гаусс, что не составляет рекордной цифры (зарегистрированы напряжённости до 4500 гаусс). Повидимому, это объясняется наличием ядер с противоположной полярностью в пределах одного пятна. На рисунке нанесены линии, отделяющие области с северной магнитной полярностью (N) от областей с южной полярностью (S), по данным обсерватории Моунт-Вилсон [6]. Между двумя ядрами (теми) с противоположной полярностью наблюдалось сильное магнитное поле, силовые линии которого были направлены параллельно солнечной поверхности. Любопытно, что за время от 9 марта по 5 мая ядро с северной магнитной полярностью в восточном члене группы повернулось вокруг ядра с южной полярностью по часовой стрелке на угол около 90°.

В группе не отмечено сильных извержений и не наблюдалось связанных с нею больших геомагнитных возмущений.

Литература

- [1] Б. Н. Гиммельфарб. Природа, № 2, 39, 1947. — [2] А. М. Бахарев. Природа, № 9, 51, 1947. — [3] А. П. Моисеев. Природа, № 6, 43, 1947. — [4] Б. Н. Гиммельфарб. Природа, № 5, 45, 1947. — [5] А. П. Моисеев. Природа, № 7, 49, 1947. — [6] E. R. Hoge. Publ. Astr. Soc. Pacific, 59, № 348, 109, 1947.

Б. Н. Гиммельфарб.

ТУМАННОСТЬ ОКОЛО СПУТНИКА АНТАРЕСА

Антарес представляет собою, как известно, двойную звезду, составляющие которой — красная звезда первой величины и голубая шестой величины — разделены расстоянием в 3". Яркая звезда — красный сверхгигант, по диаметру в 450 раз больше Солнца, спутник — гелиевая звезда (спектр В4п), по яркости несколько слабее нормальных звёзд этого типа; диаметр её, ориентировочно, 1—2 солнечных.

В 1937 г. Вильсон и Сэнфорд^[1] нашли в спектре спутника необычные для этого типа эмиссионные линии — запрещённые линии ионизованного железа [Fe II], в остальном же спектр был нормальным для типа В4, но пониженной яркости.

С целью выяснить, где возникают эти эмиссионные линии, в атмосфере спутника или в слабом свечении, которое можно было предполагать в промежутке между яркой звездой и спутником, Свингс и Струве сфотографировали спектр спутника Антареса в исключительно хорошие ночи 20 апреля, 1 и 6 июля 1940 г. на 82" рефлекторе обсерватории Мак-Дональда. Было получено семь спектрограмм с дисперсией 40 Å/мм у линии К ионизованного кальция^[2]. Исключительное спокойствие атмосферы было необходимо для того, чтобы избежать попадания в щель спектрографа света яркой звезды — ведь расстояние между звёздами всего 3".

При экспозиции в 45 мин. на высокочувствительных панхроматических пластинках и при движении звезды вдоль щели спектрографа, был получен непрерывный спектр шириною в 1.4 мм, с хорошо выраженными эмиссионными линиями [FeII].

На спектрограммах же, полученных при неподвижном положении звезды на щели, обнаружилось очень интересное обстоятельство: сильно передержанный сплошной спектр имел ширину (в угловой мере) 3.9" из-за дрожания звезды и фотографических эффектов, а эмиссионные линии выступали по обе стороны его в виде тонких «стрелок» длиной в 1".

Эти «стрелки» можно было объяснить двояко: а) линии [FeII] возникают в туманности, имеющей заметные угловые размеры (около 5.6"), или б) появление «стрелок» — чисто фотографический эффект — при колебаниях звезды вдоль щели из-за беспокойства атмосферы большие отклонения от среднего положения редки и в моменты их звезда оставляет на пластинке следы лишь эмиссионных линий; для непрерывного же спектра экспозиция, в момент отброса, слишком мала, и он не оставляет следа на этом месте пластинки. Для решения этого вопроса вновь нужны были снимки спектра при идеальных атмосферных условиях.

Такие снимки Струве смог получить на том же рефлекторе только в ночь со 2 на 3 июля 1947 г., когда атмосфера была очень спокойна, и «диски дрожания» звёзд исключительно малы^[3].

Щель спектрографа была поставлена сначала перпендикулярно линии, соединяющей звёзды. Спектр, снятый с экспозицией 25 мин.

и движением слабой звезды по щели примерно на 2 мм, давал обычную картину для В4 и эмиссионные линии [FeII]. Экспозиция в 5 мин. при неподвижной звезде дала сильно передержанный непрерывный спектр шириною 0.18 мм (2.6") и выступающие линии [FeII], в особенности 4287.41 Å, в виде «стрелок» длиной 0.074 мм (1.1") по обе стороны его. Таким образом, картина, полученная в 1940 г., полностью повторилась.

Чтобы проверить, могут ли выступающие эмиссионные линии быть следствием редких далёких отбросов звезды атмосферными колебаниями от её среднего положения (предположение «б»), были сделаны снимки с экспозициями 5 сек., 15 сек. и 45 сек. Если верно это предположение, то снимки должны, в первую очередь, показать эмиссионные линии и не показать непрерывного спектра. Этого не случилось. Пятисекундный снимок показал лишь очень слабые следы непрерывного спектра, 45-секундный — достаточно отчётливый непрерывный спектр, но ни на одном из них не было и следа эмиссионных линий.

Таким образом было доказано, что запрещённые линии железа [FeII] возникают в газовой оболочке, окружающей спутник Антареса, т. е. доказана реальность туманности размером примерно 5".

Далее были сделаны снимки при положении щели спектрографа вдоль линии, соединяющей обе звезды. При экспозициях в 1 мин. и 5 мин. удалось получить спектры яркой и слабой звёзд отдельно, не слившимися. Эмиссионные линии FeII опять слегка «выдавались» у спектра спутника, не показывая удлинения в сторону красной звезды, что даёт основание считать туманность, окружающую звезду В4, примерно сферической.

Сравнивая её угловой диаметр 5" с измеренным Пезом угловым диаметром Антареса 0".040, видим, что линейный диаметр туманности превосходит диаметр Солнца по крайней мере в 50 000 раз, т. е. она в 10 раз больше всей солнечной системы. На границах туманности плотность излучения гелиевой звезды равна 10^{-9} плотности излучения в атмосфере самой звезды, чем и объясняется появление эмиссионных линий. Нужно заметить кстати, что, хотя в некоторой средней точке границы туманности красная звезда представляется диском в 200 раз большим голубого диска слабой звезды, более высокая температура последней (порядка 20 000°) приводит к тому, что излучение в ультрафиолетовой области определяется спутником.

Возникает вопрос — почему в спектре туманности видны лишь запрещённые эмиссионные линии ионизованного железа? Подсчёты показывают, что «дозволенные» линии ионизованного железа не могут появиться по условиям возбуждения, отсутствие запрещённых линий нормального железа указывает, что этот элемент практически полностью ионизован в туманности (потенциал ионизации железа равен 7.8 в).

Однако при такой высокой ионизации железа было бы ионизовано около 10% атомов водорода, что привело бы к появлению, благодаря процессу рекомбинации, ярких водородных линий, так как число атомов водорода

обычно в 10^4 раз больше числа атомов железа. Но нет и следа водородных линий...

Для объяснения этого обстоятельства приходится предполагать, что туманность, окружающая спутник Антареса, очень бедна водородом. Струве считает даже возможным, что она не чисто газовая, а содержит и твёрдые частицы типа метеорных частиц в солнечной системе, богатых железом, но потерявших водород. Считая, что такие частицы обуславливают появление зодиакального света, Струве проводит некоторую аналогию между свечением линий [FeII] под влиянием возбуждения ультрафиолетовым излучением звезды В4 и свечением комет под влиянием излучения Солнца.

Струве отмечает, что новая, наблюдаемая им, туманность, видимо, не связана с известной красноватой туманностью около Антареса, светящейся отражённым светом и имеющей гораздо большие размеры.

Л и т е р а т у р а

[1] O. C. Wilson and R. F. Sanford. *Public. astronom. Soc. Pacific*, 49, 221, 1937. — [2] O. Struve and P. Swings. *Astrophys. J.*, 92, 316, 1940. — [3] O. Struve. *Science*, 106, 149, № 2746, 1947.

П. П. Добронравин.

ФИЗИКА

ТОНКАЯ СТРУКТУРА ВОДОРОДНОГО СПЕКТРА И ТЕОРИЯ ЭЛЕКТРОНА

Современное состояние, теории электрона характеризуется своеобразной двойственностью. С одной стороны, эта теория, базирующаяся на уравнении Дирака и квантовой теории излучения, приводит к результатам, блестяще подтверждаемым на экспериментах, относящихся к широкому комплексу вопросов, связанных с поведением электронов (образование и аннигиляция позитронов, рассеяние света, тормозное излучение электронами, каскадные ливни в космических лучах и др.). С другой стороны, она содержит явно неудовлетворительные черты с точки зрения строгости и внутренней замкнутости теории. Так, будучи последовательно проведена, она приводит к бесконечному значению энергии или массы электрона и другим подобным нелепостям. Только не обращая внимания на эти «побочные продукты» теории, можно применять её к решению конкретных задач. Такой метод всегда приводил к правильным результатам, и поэтому сознание несовершенства теории электрона оставалось достоянием лишь узкого круга теоретиков.

Первый факт, в котором мы практически сталкиваемся с недостаточностью теории, относится к той области, где уравнение Дирака обрело свой первый триумф. Речь идёт о спектре атома водорода. Учёт спина электрона и эффектов теории относительности, содержащийся в уравнении Дирака, приводит к расщеплению энергетических уровней атома водорода (тонкая структура), которое количественно хорошо

подтверждалось оптическими измерениями. Правда, некоторые измерения приводили к расщеплению, несколько отличающемуся от теоретического, но этому не могло придаваться серьёзного значения, ибо величина разногласия находится на грани точности эксперимента.

Новые данные были получены в результате применения более совершенной методики измерений — радиоспектроскопии. Дело в том, что величина тонкого расщепления уровней энергии имеет порядок величины, отвечающий радиочастотам (например 10^{10} гц,¹ что соответствует длине волны 3 см). Таким образом, радиоспектроскопия может измерять частоты, возникающие в результате переходов между компонентами тонкой структуры, в то время как оптическая спектроскопия может определять величину расщепления лишь по разности оптических спектральных линий, что, естественно, даёт меньшую точность.

Чрезвычайно изысканные опыты для определения тонкой структуры были недавно приняты Лембом и Резерфордом [1] для измерения тонкой структуры уровней водорода с главным квантовым числом, равным 2. Таких уровней три: $2s_{1/2}$ (орбитальный момент количества движения равен 0, полный момент, включая спин, $1/2$), $2p_{1/2}$ (орбитальный момент 1, полный $1/2$) и $2p_{3/2}$ (орбитальный момент 1, полный $3/2$) (моменты выражены в единицах постоянной Планка $\hbar$). В нерелятивистской теории все эти три уровня совпадают; по теории Дирака, уровни $2s_{1/2}$ и $2p_{1/2}$ совпадают, а уровень $2p_{3/2}$ расположен выше на величину, соответствующую частоте $11\,000$ мгц². Упомянутые экспериментаторы использовали тот факт, что уровень $2s_{1/2}$ является метастабильным. Атом водорода находится в этом состоянии весьма долго, приблизительно $1/7$ сек., прежде чем перейдёт в своё основное состояние $1s_{1/2}$, в то время как продолжительность жизни атома в состояниях $2p_{1/2}$ или $2p_{3/2}$ составляет лишь 1.6×10^{-9} сек.

Эксперимент состоял в следующем. Выходящий из вольфрамовой печи пучок атомарного водорода бомбардировался сбоку электронами. При этом образовывались возбуждённые атомы, которые оказывались выбитыми из общего потока атомов. Из них только те атомы могли пройти сколько-нибудь заметное расстояние, оставаясь возбуждёнными, которые находились в состоянии $2s_{1/2}$; другие должны были практически мгновенно перейти в основное состояние с испусканием светового кванта. Индикатором возбуждённых атомов служила металлическая пластинка, попадая на которую, они могли передавать свою энергию возбуждения электронам; последние вылетали из пластинки и регистрировались при помощи лампового электрометра и чувствительного гальванометра. Этот электронный ток, таким образом, был пропорционален числу атомов в состоянии $2s_{1/2}$. Если, далее, облучать

¹ Герц.

² Мегагерц.

этот поток метастабильных атомов радиоволнами, частота которых в точности соответствует, например, разности уровней $2p_{3/2}$ и $2s_{1/2}$ то атомы будут возбуждаться из состояния $2s_{1/2}$ в состояние $2p_{1/2}$, а затем быстро переходить в основное состояние. Число возбуждённых атомов, достигающих индикатора, резко упадёт. Таким способом, подобрав частоту, при которой гальванометр даёт наименьшее показание, можно определить величину тонкого расщепления. Вместо изменения частоты, в указанной работе была использована зависимость положения уровня от магнитного поля (эффект Зеемана). Пучок метастабильных атомов находился в магнитном поле, частота радиоволн поддерживалась постоянной, а поле менялось. По наблюдаемому резонансу (минимуму тока) можно было определить положение уровня в отсутствие поля. Эти опыты привели к следующему результату. Уровни $2s_{1/2}$ и $2p_{1/2}$ в действительности не совпадают. Уровень $2s_{1/2}$ выше, чем $2p_{1/2}$ и чем указывает теория, на величину, соответствующую частоте 1000 мГц (волновое число на 0.033^{-1} см). Этот результат подтвердился также тем, что наблюдались тем же методом переходы $2s_{1/2} \rightarrow 2p_{1/2}$.

Бете [2] сделал попытку теоретического осмысления этого результата. Идея его состоит в том, чтобы учесть взаимодействие электрона в атоме с полем излучения. Это как раз то взаимодействие, которое приводит к бесконечному значению энергии. Бете предлагает, оставляя попрежнему без внимания самую величину энергии, вычислить разность её для электрона, находящегося в различных квантовых состояниях. Эта разность может оказаться конечной. Такие вычисления полностью ещё не выполнены, но предварительная оценка дала хорошее согласие с описанными выше опытами. Она позволяет, кроме того, предсказать величину эффекта для других уровней водорода и для других атомов.

Л и т е р а т у р а

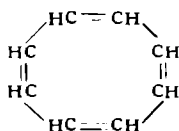
[1] Lamb a. Retherford. Phys. Rev., 72, 241, 1947. — [2] Bette. Phys. Rev., 72, 339, 1947.

В. Б. Берестецкий.

ХИМИЯ

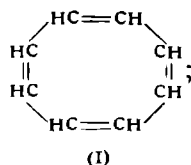
ЦИКЛООКТАТЕТРАЕН

Этот углеводород (сокращённо — ЦОТ) был впервые получен ещё в 1911 г. Вильштеттером. Его формула содержит восьмичленное кольцо

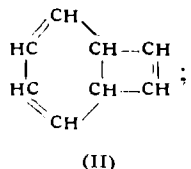


с чередующимися, как в бензоле, двойными и простыми связями, и он был синтезирован

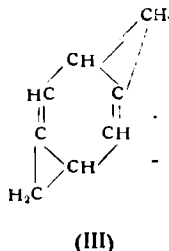
с целью посмотреть, будет ли и он, подобно бензолу, обладать ароматическим характером. Оказалось, что ЦОТ ведет себя, как глубоко непредельный углеводород, легко присоединяет галогены, окисляется и, следовательно, на бензол совершенно не похож. В своё время это считали даже серьёзным доводом против бензольной формулы Кекуле, но теперь мы полагаем, что в ЦОТ атомы углерода расположены не в одной плоскости, и это мешает образованию мезомерных структур, стабилизирующих бензольное ядро. Таким образом, с теоретической точки зрения, получение и исследование ЦОТ представило большой интерес. Но синтез его представлял очень большие трудности: из 100 кг коры гранатового дерева после ряда трудоёмких операций удавалось получить всего 3—4 г этого углеводорода. Не удивительно, что после его открытия 35 лет им никто не занимался. Но теперь найден новый способ получения ЦОТ, настолько удобный, что этот углеводород приобретает большой интерес для химической синтетической промышленности. Оказывается, его можно получить из ацетилена путём полимеризации в присутствии цианистого никеля. Реакцию ведут в растворе тетрагидрофурана при $70-100^\circ$ в атмосфере азота при общем давлении в 15—20 атм. В результате получается ЦОТ (36% на затраченный ацетилен), бензол (6%), купрен (12%) и смолистые вещества (36%). Доступность ЦОТ дала возможность подробнее его исследовать. Повидимому он может реагировать по трём формулам:



1, 3, 5, 7-циклооктатетраен



бицикло [0, 2, 4]-2, 4, 7-октатриен



1, 2, 4, 5 = диметилен = 2, 5 = циклогексадиен

При действии водяного газа в присутствии катализаторов, согласно формуле (I), получается циклооктанол, при окислении дающий пробковую кислоту. По той же формуле (I) при гидрогенизации в мягких условиях полу-

чается циклооктен, из которого также легко приготовить пробковую кислоту, или, при действии надбензойной кислоты, окись, количественно переходящую в фенилуксусный алдегид при обработке серной кислотой. Фенилуксусный алдегид получается также при обработке сернокислой ртутью и водой циклооктатетраена, который при этом, повидимому, реагирует по формуле (II). Примером реакции по формуле (III) является получение терефталевого алдегида и терефталевой кислоты при окислении хромовым ангидридом.

Таким образом, ЦОТ может служить исходным материалом для получения разнообразных продуктов, из которых многие представляют интерес для промышленности. Так, пробковая кислота и диамины, которые можно из неё получить, явятся материалом для приготовления волокна типа нейлона. Эфиры этой кислоты — хорошие пластификаторы. Возможно, что ЦОТ окажется полезным при синтезе фармацевтических продуктов. Даже в разбавленном растворе ЦОТ сильно поглощает ультрафиолетовые лучи, а потому может служить для увеличения светостойкости пластмасс. (Из *Indust. a. Engineer. Chemistry, Dec., p. 5a, 1947*).

Проф. Ю. С. Залькинд.

ГЕОЛОГИЯ

РАКОВИНЫ, ПЕРЕНЕСЁННЫЕ ПТИЦАМИ

Вторичное перемещение осадков часто ставит в тупик геологов, и иногда нужно много пропущенности и остроумия, чтобы выяснить истинный источник и механизм перемещения. Один из способов переноса органических остатков — животными и птицами — нередко упускается из виду. Между тем, животные и особенно птицы переносят на новые места и накапливают в значительном количестве кости и раковины, которые могут привести к серьёзным недоразумениям.

Недавно С. Тейхерт и Д. Л. Сервенти опубликовали интересную сводку о подобных переносах, производящихся в настоящее время птицами Австралии, Виктории и Тасмании.

Авторы описывают скопления раковин на о. Ротнест (Западная Австралия). Здесь, главным образом на низких утёсах и плоских каменных мысах, во множестве собраны раковины, среди которых преобладают оперкулюм *Turbo stamineus* и, в меньшем количестве, сломанные ракушки этого же вида, пателлиды, хитоны и др. Скопления раковин отмечены и далеко внутри острова, иногда возле солёных озёр и на разных высотах — от уровня моря до 20 м. Раковины *Turbo* всегда сломаны, в то время как открытые створки других раковин нетронуты.

Подобные же скопления раковин описываются многими наблюдателями на других островах вдоль берега Западной Австралии.

Раковины — главным образом различные виды *Turbo* — перенесены преимущественно крупной морской птицей *Gabianus pacificus* (из сем. *Laridae*).

Некоторые австралийские зоологи описывают, как эти птицы разбивают тяжёлые раковины *Turbo*, достигающие веса от 300 до 400 г. Птица с раковиной в клюве поднимается на высоту от 6 до 18 м над плоским утёсом и затем бросает раковину. Если последняя не разобьётся сразу, птица бросает её снова и снова. Иногда птицы бросают на утёсы больших морских ежей.

Отмечу, что мне самому удалось наблюдать подобный же способ разбивания раковин — но не на морском берегу, а на реке. В 1915 г. в верховьях Дона я видел, как обыкновенная ворона, поднявшись с раковиной в клюве метров на 30 над галечниками, бросала раковину на гальку и быстро спускалась вслед за ней. Раковины принадлежали пластинчатожаберным (*Anodonta* или *Unio*).

Подобные обильные скопления раковин в древних континентальных отложениях могут привести геолога к ошибочному заключению о морской трансгрессии; в том случае, если они будут встречены в молодых отложениях значительно выше современного уровня моря, они могут послужить ложным доказательством прежнего высокого уровня океана или молодых тектонических движений.

Характерным отличием подобных птичьих ракушняков от морских являются: очень небольшое количество видов моллюсков и непостоянство абсолютных высот залегания слоя; но в некоторых случаях — например на скульптурной террасе — и птички ракушники могут лежать на одном уровне на некотором протяжении вдоль берега моря.

Литература

[1] C. Teichert and D. L. Serventy. Deposits of shells, transported by birds. *Amer. J. of Sci.*, v. 245, № 5, pp. 322—328, May, 1947.

Проф. С. В. Обручев.

НЕФТЬ В ГЕРМАНИИ

Мобилизуя в период подготовки к мировой войне все внутренние ресурсы Германии, фашистское правительство обратило большое внимание на создание собственной базы жидкого топлива для самолётов, танков и автотранспорта. Наряду с расширением добычи жидкого топлива из бурных углей, были чрезвычайно форсированы разведочная работа и добыча в старых нефтеносных районах Германии и проведена разведка на новых площадях.

Эти меры дали в первое время значительные результаты — была очень сильно повышена добыча на старых площадях, открыто много новых нефтеносных участков.

В 1940 г. была достигнута рекордная добыча нефти — 1 056 187 т за год. К этому

времени выяснилось, что германские нефтеносные районы не могут дать дальнейшего быстрого роста добычи нефти, необходимой для планированных Гитлером грандиозных войн, и разведка в Германии была замедлена, а разведочное оборудование направлено в нефтеносные районы Австрии и стран Восточной Европы, более перспективные.

В дальнейшем добыча нефти в Германии начала снижаться, несмотря на открытие одиннадцати новых нефтеносных площадей: в 1944 г. добыто 721 936 т, в 1945 г. — 548 387. Успехи этой интенсификации добычи ясны из следующих цифр: из 85 лет существования нефтяной промышленности Германии, за последнюю декаду (1935—1945) добыто 62% общей продукции.

Нефтяные районы Германии расположены главным образом в Северной равнине в северо-западной части страны — в Шлезвиг-Гольштейне, Ольденбурге, Западном, Северном и Центральном Ганновере.

Из 33 районов только три лежат вне этой равнины — один в Тюрингии и два в долине Рейна на юге Германии. Добыча за 85 лет по отдельным районам такова (в тоннах):

Р а й о н	Число участков	Добыча до конца 1945 г.
Шлезвиг-Гольштейн	5	1029504
Ольденбург	1	7981
Западный Ганновер	3	62028
Северный Ганновер	3	1096848
Центральный Ганновер	18	8128530
Тюрингия	1	80984
Долина Рейна	2	93074
Итого	33	10498949

88% всей добычи Германии дали три участка — Ниенхаген и Витце в Центральном Ганновере и Рейтброок в Северном Ганновере; из них наиболее важен первый, который дал 38%. Хотя этот участок известен с 1860 г., но максимум добычи достигнут лишь в 1938 г. — 358 194 т. Витце, также один из старых районов, дал максимум добычи в 1908 г. — 110 535 т. Добыча в Рейтброоке началась в 1937 г. и достигла максимума в 1940 г. — 342 935 т.

С 1935 до 1944 г. было открыто 28 новых участков, которые к концу 1945 г. в общем дали больше трети всей продукции.

Нефть в Германии добывается из 25 нефтеносных горизонтов, начиная от перми до олигоцена, но основную массу добычи дают нижний мел (до 50%), верхний мел (15%) и юра (15%).

Большая часть нефти добывается из скоплений на склонах соляных куполов, которые образовались в результате складчатости верхней юры и мела и поднятия куполов пермских соленосных толщ. В Центральном Ганновере нефть обычно сосредоточена в узких зонах опрокинутых пластов по склонам соляных структур, и тонкие нефтеносные горизонты срезаны несогласным налеганием и сбросами.

Только один из важнейших районов — Рейтброок — имеет более надёжный источник нефти в слоях на кровле купола.

В начале 30-х годов благоприятные результаты, полученные при глубоком бурении соляных куполов, возбудили надежду, что германская равнина обладает такой же богатой нефтеносной фацией, как и юго-западные штаты США; поэтому ряд американских и британских нефтяных компаний принял участие в разведках. Но, несмотря на открытие 28 новых нефтеносных участков, продукция по сравнению с аналогичными месторождениями США была незначительной. Это объясняется меньшей величиной куполов в Германии, меньшей мощностью нефтеносных горизонтов, а также и тем, что в эпоху верхнего мела значительная часть нефтеносных свит юры и мела была уничтожена эрозией.

В связи с этим нет основания надеяться на дальнейшее повышение добычи в германских соляных куполах.

Некоторый интерес представляет открытие на границе с Голландией в 1942—1943 гг. нефти в пологих структурах, не связанных с соляной тектоникой. Поэтому в дальнейшем поиски нефти в подобных структурах являются актуальными. Кроме того, внимание привлекает Мюнхенский третичный бассейн, в котором обнаружены газы и тяжёлая нефть; бассейн этот ещё не подвергался интенсивной разведке.

Поиски нефти в среднем цехштейне (верхняя пермь) не дали хороших результатов, за исключением района Хейде в Шлезвиг-Гольштейне, где нефть из слоёв этого возраста была обнаружена на склоне соляного купола. Но и здесь продукция, достигшая максимума в 1940 г. (231 347 т), упала на 50% к 1944 г.; это объясняется сложностью структуры, обилием сбросов и незначительными размерами (по простиранию) срезанных сбросами пачек нефтеносных слоёв и сильным притоком воды.

Запасы нефти в Германии исчисляются всего в 3—4 миллиона тонн. Несмотря на разнообразие (по возрасту) нефтеносных горизонтов, отсутствие мощных коллекторов нефти и неблагоприятные структуры в главных нефтепроизводящих районах говорят о том, что вряд ли Германия может сделаться серьёзным поставщиком нефти. Энергичные разведки и добыча последнего десятилетия дали лишь временный эффект; существующие запасы будут быстро исчерпаны, и без открытия новых нефтеносных участков добыча вскоре сильно понизится, так как в прошлом добыча поддерживалась на высоком уровне только открытием новых участков.

Надежд же на открытие новых больших запасов нефти, как доказано разведочными работами последнего десятилетия, очень мало.

Л и т е р а т у р а

- [1] Frank Reeves. Status of German Oil Fields. Bull. of the Amer. Assoc. of Petrol. Geol. v. 30, № 9, pp. 1546—1584, 1946.
[2] J. B. Eby. Germany's Oil Fields and

Synthetic Plants. Oil Weekly, v. 120, № 10, pp. 13—18, February 4, 1946.

Проф. С. В. Обручев.

ПОЮЩИЕ ПЕСКИ

Способность песков некоторых пустынь и прибрежных дюн под влиянием ветра или при передвижении животных и человека издавать звуки — привлекала внимание людей уже много тысяч лет тому назад. Эти необыкновенные звуки, напоминающие то пение, то орган, то духовые инструменты, вызвали возникновение ряда легенд.

Легенды эти приписывают пение песков или сиренам, привлекающим путников в безводные пустыни, или колоколам погребённых песками городов, звучащих под землёй, или духам пустыни, или покойникам. Звуки, издаваемые песками, настолько необычны, что до сих пор вера в эти фантастические легенды не исчезла у местного населения во многих малокультурных странах.

Одно из первых описаний поющих песков было сделано китайцами более тысячи лет назад. В провинции Кансу уже с IX в. нашей эры был известен «холм поющих песков» высотой около 150 м. Между острыми вершинами этого холма находится будто бы отверстие, которое песок не может засыпать. Необыкновенные звуки пески издают сами по себе, но когда по ним ходят люди или лошади, звук усиливается и становится слышен издали. Эти пески служили предметом культа; в «пятый день пятой луны» в праздник дракона, мужчины и женщины взбирались на холм и скатывались вниз по песчаному склону; при этом звук песков был подобен грому.

Поющие пески в Китайском Туркестане вблизи города Тунванг («город песков») в пустыне Лоб-нора описаны женщинами-миссионерами Френч и Кэбл. Пески перед началом песчаных бурь издают звуки, подобные барабану. Если взобраться на бархан и скатиться по его склону, раздаётся мощный звук, как бы исходящий из центра бархана.

На перувианском побережье поющие песчаные холмы были изучены уже Гумбольдтом и Раймонди, но они приписали эти звуки подземным водам, которые начинают передвигаться ночью при падении температуры. Другое предложенное объяснение: морские бризы при некотором определённом направлении ветра заставляют пески передвигаться и звучать. Эти пески производят по ночам звуки, подобные барабанному бою или шуму моторной лодки. Индейцы считают это место заколдованным: «мертвецы из соседних могил по ночам пляшут под звуки барабана. Путник, которого ночь застигает в этих песках, подвергается их нападению и погибает».

В Англии поющие пески были открыты 60 лет назад на побережье Дорсета, в Стадленд-бэй, и позже в Северном Уэльсе. В Соединённых Штатах описаны 74 пункта

с поющими песками на Атлантическом побережье.

Очень интересны наблюдения над поющими песками, сделанные Б. Томас и Х. С. Д. Фильби, пересекавшими впервые пустыню внутренней Аравии. На стоянке каравана при подъёме одного из арабов на бархан начал звучать и гудеть, казалось, весь амфитеатр песков. Звук был похож на сирену или шум мотора аэроплана, но он был музыкальным, приятным, ритмическим, необыкновенной глубины. Фильби попробовал сам повторить движение араба и наблюдал, как звук начинался со скрипящего шума и, постепенно нарастая, превращался в музыкальное гудение, которое затем постепенно ослабевало и замирало. Фильби пробовал погружать бутылку в песок; при её вытаскивании раздавался вопль, подобный звуку тромбона. Когда Фильби бросался в двигающуюся массу песка вниз по склону, она гудела под ним, как орган. Арабы считают, что звуки эти производят «джинны» — духи пустыни, и говорят, что «вечером джины стреляют из пушек».

Р. А. Бэгнольд, изучивший поющие пески, указывает, что звук береговых дюн подобен свисту или пisku; свист этот происходит при любом смешении верхнего сухого слоя песка, в особенности песка, лежащего над высшим горизонтом воды, когда пески только что высохли после ливня. Звук раздаётся, если быстро провести ладонью по песку или слегка ударить концом карандаша. Песок, унесённый в лабораторию, быстро теряет свои звучащие свойства. Зёрна этого песка оказались весьма разнообразны по величине и довольно хорошо округлены.

Звук песков пустыни, который Бэгнольд удавалось наблюдать в Египте, совершенно отличен. Бэгнольд слышал его два раза в тихие безветренные ночи; звук начинался вибрирующим гудением, настолько сильным, что надо было кричать, чтобы сосед вас услышал. Вскоре присоединялись новые звуки, столь близкие по высоте, что отчётливо слышна была интерференция. Звучание продолжалось около пяти минут.

В описании других исследователей пение песков пустыни сравнивается с грандиозной арфой или с морской сиреной. Иногда нежные тона отсутствуют; звуки, издаваемые песками пустыни, значительно ниже, чем у прибрежных дюн, и на расстоянии в 550 м подобны грому.

Года два тому назад Л. Форт дал следующее описание пения песков большой пустыни, к югу от Сива (Египет). В тех случаях, когда сильный западный ветер дул в течение всего дня и наносил тонкий песок на острые гребни барханов, иногда вечером, после прекращения ветра, тонкий песок начинал скользить вниз по склону, сложенному крупнозернистым красным песком. Это скопление вызвало звуки, подобные отдалённому грому с примесью глубоких музыкальных звуков, напоминающих виолончель. Для звучания необходимы сухие жаркие дни и вечерняя тишина после ветра. Фильби отмечает, что утром, когда воздух холоден и песок влажен, нельзя добиться звучания песков; точно также после дождя пески не звучали.

Изучение поющих песков в лаборатории и в естественных условиях производилось А. Д. Льюисом (пустыня Калахари) и в особенности Р. А. Бэгнольдом (прибрежные дюны Англии и пустыни Египта). На основании их работ можно установить следующее.

Пока не удалось обнаружить какого-либо различия в форме песчинок и в составе песков — поющих и немых.

По мнению Льюиса, звучат только чистые кварцевые пески без примеси глинистых частиц, и эта точка зрения как будто подтверждается тем, что пески лучше звучат после дождя, когда глинистые частицы удалены. Но Бэгнольд установил, что поющие пески Ливийской пустыни загрязнены очень сильно и смачиваются редко — не чаще раза или двух в декаду.

Форма песчинок также не отличается какими-либо особенностями. Песчинки поющих песков обычно хорошо окатаны и более или менее одинаковы по размеру, но многие немые пески также обладают этими свойствами.

Очень интересна разница в звучании прибрежных дюн и барханов пустыни. Бэгнольд измерял высоту производимого звука при помощи осциллографа — маленького стального цилиндра в 2 см в диаметре, в котором были помещены две пластинки пьезокварца. Звук производился путём передвижения в песке цилиндра; прибрежные пески начинали звучать при минимальной скорости цилиндра 90 см в секунду; число колебаний равнялось при этом 800 в секунду и возрастало при возрастании скорости цилиндра до 1200 гц.

Пески пустыни Калахари при скорости передвижения погружённой в песок дощечки, равной 15 см в секунду, давали звук высотой 132 гц, а при скорости дощечки 60 см в секунду звук был на октаву выше; при скорости дощечки в 120 см в секунду издавался звук, подобный свисту бича.

Когда песок скользил сам со скоростью 15 см в секунду, он производил звук высотой 264 гц. Для Ливийской пустыни Бэгнольд оценивает высоту звука в 132 гц, и скорость свободного скольжения песка, вызывавшего звук, в 12 см в секунду.

Следовательно, звук прибрежных песков по высоте соответствует малой октаве рояля (от 13.6 до 261.1 гц), а звук песков пустыни приблизительно — границе между 2-й и 3-й октавами (1044.5 гц).

Звук прибрежных песков, как указано выше, похож на свист, а песков пустыни — на гудение, и не было случая, чтобы первые издавали такие низкие звуки. Тем не менее, диаметр частиц в обоих случаях одинаков: для первых он равен 0.3 мм, для вторых — от 0.2 до 0.35 мм. Пески береговых дюн производят звуки при лёгком передвижении верхнего слоя (например концом карандаша), даже если на глубине 2 см песок ещё смочен водой. Пески пустыни гудят только при более сильном давлении (например ладонью руки), приблизительно равном тяжести слоя песка в 8—10 см. В Ливийской пустыне, по наблюдению Бэгнольда, звучит нижняя часть потока песка, спускающегося с бархана; поток этот

(лавина) падает с бархана или во время бури или позже, когда изменение температуры сдвинет песок. Звучание начинается как только сдвигается нижняя часть потока.

А. Д. Льюис установил, что поющие пески, доставленные из пустыни Калахари в Преторию, сохраняли способность звучания только в том случае, если их держали в герметических сосудах. Но пески, потерявшие способность петь, снова приобретали её при нагревании до 200° С.

При опытах Бэгнольда, если песок был помещён в круглом стальном или фарфоровом сосуде, последний усиливал звук — играл роль резонатора. Бэгнольд удалось заставить звучать в таких резонаторах искусственный песок — маленькие стеклянные шарики; но последние не могли петь без резонатора.

Таким образом, идеальная чистота, равномерность и идеальная шаровидная форма искусственных песчинок — не достаточны для создания поющих песков.

Если условия, при которых поют пески, в общих чертах изучены, то причина и механизм звучания песка пока не могут быть ещё объяснены. Бэгнольд приводит три теории звучания: по первой из них звучащие пески двигаются подобно вязкой жидкости, и песчинки колеблются одновременно. При этом происходит расширение и сжатие песчинок, и вследствие этого увеличение и сжатие промежутков между ними; движение воздуха в эти промежутки и обратно и производит звук. По другой теории, перемещение песка происходит по мгновенно возникающей системе поверхностной разрыва. Наконец, третья теория связывает звуки с пьезо-электрическими свойствами кристаллов кварца. Если кварцевый шар катить между двумя сдавливающими его параллельными поверхностями, электрические заряды сосредоточиваются по концам некоторых осей кристалла; возможно, что при движении песчинок оси кристаллов получают параллельное положение, и заряды их объединяются.

Бэгнольд предполагает также, что звучание зависит от неизвестных нам особенностей молекулярного строения поверхности песчинок.

Интересные опыты Бэгнольда были только что начаты в 1939 г. и прерваны войной. Экспериментальное исследование этого явления очень сложно, и несомненно должно вести не только по линии физических опытов, но сопровождаться также петрографическим и кристаллооптическим изучением песчинок.

Л и т е р а т у р а

- [1] E. R. Y a r h a m. *Mystery of Singing Sands*. Nat. Hist., September, 1947. — [2] R. A. B a g n o l d. *The Physics of blown sand and desert dunes*. N. Y., 1946. — [3] A. D. L e w i s. *S. Afr. Geogr. Journ.*, v. 19, 1936. — [4] C u r z o n. *Tales of Travel* (на стр. 261—339 собраны легенды о поющих песках).

Проф. С. В. Обручев.

ТЕМПЕРАТУРНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ НА НОВОМ ВУЛКАНЕ ПАРИКУТИН В МЕКСИКЕ

Исследования действующих вулканов представляют выдающийся интерес для всех дисциплин геолого-минералогического цикла наук. Лавы, как производные магмы, доставляют сведения о материнском веществе горных пород, об источниках орудения и, наконец, о температурах внутренних частей земной коры. Для минералогов вулканическая деятельность интересна тем, что даёт возможность видеть, как образуются минералы прямо в присутствии наблюдателей, а также и потому, что позволяет получать непосредственные сведения о температурах минералообразования, связанных с магматическими процессами. Как известно, для исследования действующих вулканов созданы специальные вулканологические организации. В СССР при Отделении геолого-географических наук Академии Наук СССР существует Лаборатория вулканологии.

Сенсационным событием в области вулканологии было внезапное образование в феврале 1943 г. нового вулкана в Мексике, получившего название «Парикутин» (Parícutin). Известный исследователь вулканов Э. Дж. Цис (E. G. Zies) в декабре 1944 г. произвёл серию температурных измерений на Парикутине. О них он сообщает в недавно появившейся статье^[5]. Исследовались лавы вулкана и выделяющиеся из них газы. Работа вблизи двигавшегося лавового потока при угрозе выбрасываемых вулканом горячих частиц лавы была связана с большой опасностью. Поэтому вся аппаратура специально конструировалась в виде, удобном для быстрых передвижений.

Измерения осуществлялись при помощи хромель-алюмелевой термопары с потенциометром, градуированными до измерений и после них; на температуру холодных концов термопары вводились поправки.

Вулкан Парикутин имеет ту особенность, что при вообще обычной деятельности вулканического конуса, из его основания происходит совершенно спокойное излияние лавовых потоков. Лава вулкана относится к андезитовому типу, хотя внешне похожа на базальт.

Температурные измерения лавы производились в декабре 1944 г. на Агуанском лавовом потоке, который начал своё течение около 10 ноября 1944 г. из основания вулканического конуса, на его южном склоне, в 3 км от места истечения (это расстояние лава прошла за один месяц). С поверхности поток покрылся коркой, но при движении потока получались трещины, в которых видна была раскалённая до светло-жёлтого цвета жидкотекучая лава с температурой по глазомерной оценке в 1050—1250° и при измерениях оптическим пирометром — в 1200—1250°. В одной из таких более доступных трещин были произведены измерения термопарой. Вязкая лава показала температуру в 1020°. Измеренная в другом месте менее вязкая лава, при погружении термопары в неё на 10 см, была накалилась до 1110°.

Описывая эти измерения, автор замечает: «легко представить, что задача делать такого рода измерения не была особенно приятной, но она оправдывала все трудности».

Измерения температуры выделяющихся из лавы газов производились в тех лавовых нарывах, которые называются горнитосами, а также и в полостях среди отчасти затвердевшей лавы на том же Агуанском потоке. При этом был установлен очень важный факт, что газы этого вулкана не «горят», т. е. не окисляются при соприкосновении с воздухом, и их температура выше на глубине, чем у краёв выводящихся газов отверстий. Температура газов на глубине в 60 см достигла 1080°, а в месте выхода газов — около 890°. Наблюдавшееся иногда на вулкане мелькающее голубое пламя автор объясняет не горением вулканических газов, а вспыхиванием сухих деревьев при захвате их лавой.

Свежая лава выделяет газы непосредственно своей поверхностью и продолжает это делать до тех пор, пока не прекращается движение потока. К этому времени температура поверхности потока почти сравнивается с температурой воздуха, но в мощных потоках середина их продолжает оставаться горячей в течение многих месяцев. Если имеются пути сообщения внутренних частей потока с атмосферой, то на потоке развивается деятельность фумарол. На фумаролах также были произведены температурные измерения.

Все исследованные фумаролы были расположены на северо-восточной ветви потока Цапичу. Газы из фумарол спокойно выделялись в виде тонкой голубой, очевидно горячей, лёгкой дымки; некоторые из фумарол окружались влажной почвой, но непосредственного выделения пара не замечалось, за исключением одной фумаролы на краю потока. Газ с паром этой фумаролы на глубине 1 м показал температуру 105°. Все «голубые фумаролы» дали более высокие показания, колеблющиеся в пределах от 350 до 640°, и эти температуры наблюдались всего на глубине в 8 см. Отсюда ясно, что внутри потока сохранялась высокая температура, вероятно потому, что лава этого потока не растрескивалась, а, наоборот, цементировалась продуктами эманаций (инкрустациями) и тем самым термически изолировалась от воздуха.

Температуры лав Парикутина в общем оказались близкими к температурам лав других вулканов. Так, для базальтовых лав Килауа на Гавайских островах Дей и Шеферд и Джаггар нашли температуры 1185—1200°^[2,3]. По измерениям Ферхугена базальтовые лавы вулкана Ниамагира нагреты до 1160°^[4]. Новым является то, что измерения температур газов Парикутина вносят коррективы в вопрос о возможности перегрева лав за счёт «горения» газов. Защищаемое некоторыми исследователями представление о «вулканических топках» с горящими газами^[1] в температурных измерениях Циса на Парикутине не находит подтверждения.

Л и т е р а т у р а

[1] Р. О. Дэли. Изверженные породы и глубины земли, стр. 380, 1936. — [2] А. Л.

Day and E. S. Shepherd. Water and volcanic activity. Bull. Geol. Soc. Amer., v. 24, p. 573, 1913. — [3] T. A. Jaggar. Volcanic investigations at Kilauea. Amer. J. Sci., v. 44, p. 215, 1917. — [4] J. Verhogen. New data on volcanic gases. The 1938 eruption of Nyamagira. Amer. J. Sci., v. 237, p. 662, 1939. — [5] E. G. Zies. Temperature measurements at Paricutin volcano. Trans. Amer. Geophys., Unoin, v. 27, p. 178, 1946.

Проф. Д. П. Григорьев.

ГЕОГРАФИЯ

О ВОДОЁМАХ ПОЙМЫ

Наблюдения в долинах рек северо-востока СССР (Печора, Вычегда) показали, что особенности рек и водоёмов поймы теснейшим образом связаны со структурой поймы; последняя, в свою очередь, обуславливается современной геологической деятельностью русла.

В процессе изменений структуры поймы происходит неоднократная смена пойменных водоёмов, что вызывается разными этапами развития русла. Одни из них засыпаются отложениями, на смену им в пойме образуются новые водоёмы иного генезиса.

В начальных стадиях формирования поймы не дифференцирована на зоны и поверхность её крайне непостоянна. В этот период основные типы водоёмов поймы сменяются в следующей последовательности:

1. Протоки и озёра эрозионного происхождения. Вначале вся поверхность пойменной террасы носит прирусловый характер, водоёмы её образуются размывом песчаного аллювия и подстилающей породы.

2. Межгривные озёра.¹ С накоплением аллювия при блуждании русла и развитии излучин река размывает пойму боковой эрозией; в результате перемещения русла остаётся гривистая поверхность переотложенного аллювия с многочисленными озёрами, занимающими межгривные понижения. Это ещё не старицы русла, но остаточные водоёмы.

3. Меандровые озёра. Первые старицы русла, образующиеся при срезании первых для каждого участка реки излучин (в современном цикле).

Эти стадии установлены нами при сравнительном изучении участков поймы среднего течения р. Вычегды. Каждый тип водоёма характеризуется особенностями генетических рядов, что прослежено при гидробиологических исследованиях. Во всех трёх случаях пойма песчаная, глинисто-илистые отложе-

ния встречаются только в местах погребённых водоёмов. Иногда глины обнаруживаются у уреза воды, в виде слоёв, подстилающих песчаный аллювий поймы.

Поверхность поймы гривистая, но форма и расположение грив в разных случаях различны. Последнее с очевидностью указывает на происхождение данного гривистого рельефа. Это — следы эрозионно-аккумулятивной деятельности русла при передвижениях его по пойме.

После срезания меандров происходит частичное выравнивание гривистой поверхности с погребением большинства межгривных водоёмов и кажущееся поднятие поймы (вследствие врезания русла).

Системы меандровых озёр на значительном протяжении оказываются расположенными в притеррасье. Это объясняется тем, что р. Вычегда в обследованном районе образует свои излучины, размывая не только пойму, но и бортовую террасу, и тем самым ещё значительно расширяет свою долину.

Старицы, расположенные непосредственно у склона террасы, в летний период отличаются особенностями химизма воды. Следовательно, уже на этой стадии развития поймы становится заметной большая роль дополнительного водного питания водоёмов притеррасья (начало обособления притеррасной зоны). Весной вся система стариц заполняется водами Вычегды. Основным тальвегом вод половодья служит здесь ещё в значительной мере русло бывшей излучины. В этом большое отличие условий поймы р. Вычегды от многих других рек, где основным тальвегом половодья служат понижения центральной области поймы [1—4].

В долинах рек с дифференцированной поймой, именно в центральной области поймы, которая на р. Вычегде ещё не выражена, обнаружены богатейшие водоёмы. Биомасса населения дна пойменных озёр Волги у Саратова исчисляется десятками тысяч килограмм на га [4]. В лучших озёрах р. Вычегды биомасса бентоса не превышает 200 кг/га. Бедность водоёмов Вычегды мы объясняем относительной молодостью её пойменной террасы и связанными с этим особенностями аллювиального режима. Здесь ещё преобладают водоёмы руслового характера и в их низкой продуктивности повинны и отложения поймы. В поймах рек, покрытых глинистым аллювием, в течение многих тысячелетий копились органические вещества, в пойме р. Вычегды, из-за песчаности аллювия и подвижности русла, происходит ещё постоянное перемирование отложений. Кажется вероятным, что климатические условия имеют в данном случае второстепенное значение. Блуждающие русла рек разных климатов, повидимому, низки по продуктивности. Для уточнения роли этих двух факторов весьма интересны были бы исследования пойм рек Севера в районах, оставшихся вне влияния последних оледенений. Здесь необходимо упомянуть ещё и то, что Вычегда в обследованном районе протекает по заселённой территории Коми АССР, пойма её издревле эксплуатируется населением и сейчас представляет собою основ-

¹ Наименование даётся нами в отличие от следующего генетического типа — меандровых озёр.

ную полосу землепользования колхозов. Леса местами уже вырублены. Однако это мало сказывается на общих условиях поймы в данной стадии её развития, так же как и на её водоёмах; решающее значение имеет здесь геоморфологический фактор.

К вопросам закономерности в стратиграфии отложений пойменной террасы и их генезиса, затронутым ещё акад. В. Р. Вильямсом^[5], в последние годы усилилось внимание специалистов разных областей^[6-8]. Необходимо учитывать их и при гидробиологических работах.

В настоящее время можно считать установленным, что в большинстве случаев, независимо от геоморфологического района, в котором протекает река, при нормальном длительном развитии её русла слои песчанистого аллювия поймы в известной стадии начинают покрываться слоями глинисто-илистого аллювия. Подтверждением этого служит строение многих надпойменных террас, также двуслойное^[6]. Большой интерес в этом отношении представляют наблюдения за постепенным смещением зон поймы при старении русел, а также изучение мощных отложений аллювия древних пойм^[6-10].

До сего времени на геоморфологическом факторе внимание гидробиологов останавливалось мало. Между тем, не менее важно учитывать его и при изучении рек. Наличие хорошо выраженных районов верхнего, среднего и нижнего течения, со свойственными им типическими чертами, можно ожидать только у рек, заканчивающих древний цикл эрозии. В омоложенных реках, или реках с синтетическими руслами, могут встретиться совсем иные условия. Так, например, р. Вычегда в районе нижнего течения, повидимому, сравнительно недавно прошла стадию срезания меандр-процесса, который мы изучаем теперь в среднем течении этой реки. Об этом свидетельствуют отдельные ещё сохранившиеся старицы (у Сольвычегодска). Пойма и водоёмы её в нижнем течении Вычегды ещё не изучены, здесь можно было бы получить материалы для продолжения нашего ряда генотипов пойменных озёр.

Выше было указано, что вторым объектом нашего обследования была р. Печора. При гидробиологических работах в низовье этой мощной реки была установлена исключительно слабая заселённость дна водоёмов долины и особенно основного русла. Широкая пойма этого района Печоры прорезана многочисленными вытянутыми вдоль русла водоёмами, промываемыми мощными паводками. Местами она носит островной характер, иногда встречаются большие, ещё нерасчленённые массивы (у с. Бугаево).

Прибрежье Печоры загромождено мощными валами подвижных песков новейшего аллювия. Наряду с песками, у берегов русла часто встречаются глинисто-илистые «мели», спускающиеся характерными ступенями. Мы высказали предположение, что здесь имеет место не аккумуляция, а размыв глинистых отложений, что и подтвердилось при анализе всех условий долины. В строении поймы нижней Печоры обращает на себя

внимание следующая особенность — слоистый песчаный аллювий снизу подстилается здесь тёмным слоем глин, повидимому, ингого генезиса. Мощность этих глин над урезом воды при низком уровне Печоры достигает 1—1.5 м. Этот уступ свидетельствует о сравнительно недавней, может быть происходящей ещё и теперь, глубокой эрозии русла нижней Печоры, что не противоречит данным геологических исследований. Строение поймы, характер её растительности и водоёмов свидетельствуют о молодости террасы. При анализах проб грунта с упомянутых глинистых отмелей установлено ничтожное содержание органического вещества в печорских «илах».

Без учёта современной геологической деятельности реки материалы, полученные при гидробиологических исследованиях, в данном случае были бы трудно объяснимы.

Л и т е р а т у р а

- [1] V. I. Shadin. Arch. Hydrobiologie, 35(1932). — [2] В. Н. Беклемишев, А. А. Брюханова, Н. К. Шипицина. Предпосылки к эпидемиологии и профилактике малярии в Магнитогорске. 1931. — [3] Д. А. Ласточкин. ДАН СССР, XL1, № 3, 1945. — [4] Е. Ф. Гурьянова. Тр. Юбил. сесс. Ленингр. ун-ва. 1946. — [5] В. Р. Вильямс. Почвоведение, ч. II, 1926. — [6] С. С. Соболев. Журн. «Почвоведение», № 5—6, 1935. — [7] И. И. Плюсин. Тр. Инст. геолог. Саратов. ун-ва, в. 1, 1936. — [8] И. В. Гормонов. Природа, № 1, 1947. — [9] В. В. Ламакин. ДАН СССР, LVII, № 1, 1947. — [10] Г. Е. Гроссет. Журн. «Землеведение», XXXIX, в. 2, 1937.

О. С. Зверева.

МИНЕРАЛОГИЯ

ХАЛЬКОБОРНИТ И ЭВОЛЮЦИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ ВИДОВ

В минеральном мире, так же как и в мире органическом — животном и растительном, существует эволюция видов и даже то, что по аналогии с понятиями биологии может быть названо «вымиранием» видов.

Эволюция видов в минеральном мире совершается в течение геологического времени под влиянием разных факторов: химизма среды, температуры и, вероятно, в меньшей степени, — давления. О температурном факторе здесь нужно сказать несколько слов, прежде чем переходить к рассмотрению халькоборнита.

Дело в том, что некоторые минеральные виды образуются и существуют только в определённых пределах температуры, и при изменении температуры за эти пределы такие

минеральные виды или исчезают — «вымирают» или претерпевают эволюцию в сторону изменения их границ. Наиболее показательный пример «вымирания» в чистом виде представляет α -кварц (гексагональный). Этот минеральный вид образуется только при температурах выше 575° (плюс поправка на давление) в изверженных горных породах типа кварцевых порфиров. При охлаждении α -кварц неизбежно претерпевает параморфическое превращение в β -кварц (тригональный). И хотя α -кварц и числится в минералогической систематике, никто никогда не видел этого природного минерала, неспособного существовать в температурных условиях земной поверхности: α -кварц полностью «вымирает» — изменяется при понижении температуры, и нам известны только параморфозы по нему β -кварца.

Наилучше изученным примером эволюции с «вымиранием» одного минерального вида и с последующим изменением границ новообразующихся видов является тот минерал, который рационально назвать «халькоборнитом». Халькоборнит — минерал, промежуточный по химическому составу между халькопиритом и борнитом (почему мы и даём ему название, составленное из названий последних двух минералов), его состав, следовательно, колеблется от CuFeS_2 до Cu_5FeS_4 и выражается формулой Cu_xFeS_y , где $x = 1 \dots 5$, а $y = 2 \dots 4$. В природе он образуется только при повышенных температурах в рудных месторождениях.

Вообще, халькопирит CuFeS_2 и борнит Cu_5FeS_4 — два разных и самостоятельных минеральных вида. В условиях земной поверхности и близких к ним эти минералы не вступают во взаимодействие с образованием промежуточного соединения и кристаллизуются каждый вполне обособленно. Однако иногда в гипогенных рудных месторождениях встречаются своеобразные решётчатые прорастания халькопирита и борнита, которые, по ряду признаков, несомненно являются продуктом распада высокотемпературного твёрдого раствора халькопирита и борнита [1], т. е. минерала, обозначенного выше названием «халькоборнит». Халькоборнит образуется при повышенных температурах и при понижении температуры распадается с выделением халькопирита и борнита, причём халькопирит и борнит не сразу получают с теоретическими их формулами, а первоначально бывают представленными так же твёрдыми растворами, но ограниченного типа: именно членами структур распада сначала являются борнит с отклонением состава в сторону халькопирита и халькопирит с отклонением состава в сторону борнита. При понижении температуры смесь халькопирита и борнита уменьшается, и в конце-концов получают решётчатые прорастания чистых халькопирита и борнита.

Так уверенно трактовать эволюцию халькоборнита возможно ныне потому, что по этой проблеме в результате новейших исследований получены убедительные экспериментальные данные.

Экспериментальные данные показывают, прежде всего, что природные решётчатые прорастания халькопирита и борнита при нагре-

вании действительно превращаются в однородный новый минерал промежуточного состава, т. е. в наш халькоборнит. В СССР это доказано Д. П. Григорьевым [1], а за границей Дж. М. Шварцем [3, 5]. Далее установлено, что и в искусственных сплавах при высоких температурах замечается образование минерала с составом, промежуточным между составами халькопирита и борнита. По Н. Н. Ногинову [2], в расплавах Cu_2S и FeS при температуре 750 — 850° называемый нами «халькоборнитом» минерал по составу изменяется от чистого борнита до состава, который рассчитывается как 77% халькопиритового минерала и только 23% бор-



Решётчатая структура распада твёрдого раствора халькопирита и борнита с содержанием 90% халькопирита. Светлое — халькопирит, тёмное — борнит. Микрофотография в масляной иммерсии при увеличении в 500 раз.

нитового минерала. По Х. Э. Мервину и Р. Х. Ломбарду [4], в системе $\text{Cu} - \text{Fe} - \text{S}$ при 550° и при давлении паров серы в 455 мм получаются, с одной стороны, твёрдые растворы до 13.5% халькопирита в борните и, с другой стороны, твёрдые растворы до 48% борнита в халькопирите.

Наконец, экспериментально воспроизводится и распад халькоборнита при охлаждении на чистые халькопирит и борнит с образованием типичных решётчатых структур прорастания (опыты всех упомянутых выше исследователей). Искусственные, т. е. совершенно достоверные как результат именно распада халькоборнита, решётчатые прорастания халькопирита и борнита в литературе изображались только один раз и лишь для препарата с преимущественным содержанием борнита, имеющего вид борнита с пластинчатыми вросками халькопирита [6]. Морфология их очень важна для установления структур распада в природных образцах. Нами искусственно получены и структуры распада препаратов, содержащих до 95% халькопирита (см. микрофотографию). Замечательно, что в этом препарате не получилось обратной картины — вросками

борнита в халькопиритовой основной массе, а, как видно, халькопирит сохранил свою пластинчатую форму.

Таким образом восстанавливается картина образования при повышенных температурах несуществующего в условиях земной поверхности особого минерального вида — халькоборнита, включающего серию твёрдых растворов — от халькопирита до борнита, и последующий его распад на преимущественно халькопиритовый и преимущественно борнитовый твёрдые растворы с уменьшением их взаимной растворимости при понижении температуры, т. е. с эволюционным изменением границ этих минеральных видов.

Картина эта свойственна не только халькоборниту. Существуют и многие другие высокотемпературные минеральные виды, при охлаждении исчезающие или меняющие свой химизм. И способы изменения существуют разные: не только полиморфические превращения и распад твёрдых растворов, но и метамиктный распад и, несомненно, другие, ещё мало изученные, процессы. Эволюция минеральных видов должна привлекать большее внимание исследователей.

Л и т е р а т у р а

[1] Д. П. Григорьев. Борнит-халькопиритовые прорастания как признак условий рудообразования. Зап. Всеросс. минерал. общ., ч. LXXIII, в. 4, 1944. — [2] Н. Н. Ногин. Диаграмма плавкости синтетических сульфидов меди и железа. Тр. 1-го Совещ. химиков ГРУ, 1931. — [3] Г. М. Шарц. Структуры распада твёрдых растворов. Ст. в сб. «Критерии возрастных соотношений рудообразующих минералов по микроскопическим исследованиям», 1934. — [4] H. E. Merwin and R. H. Lombard. The system $\text{Cu}-\text{Fe}-\text{S}$. Econ. Geol., Suppl. to No 2, 1937. — [5] G. M. Schwartz. Intergrowths of bornite and chalcopyrite. Econ. Geol., XXVI, No 2, 1931.

Проф. Д. П. Григорьев.

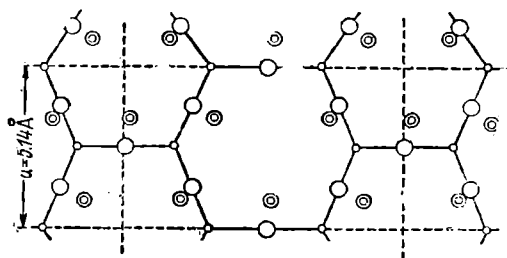
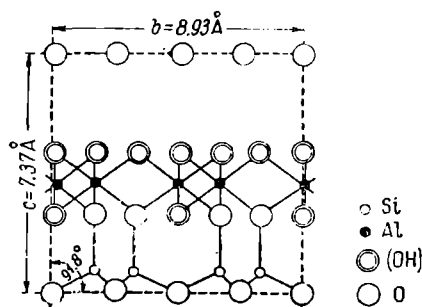
НОВЫЕ ДАННЫЕ ПО СТРУКТУРЕ КАОЛИНИТА

Каолинит является важным породообразующим минералом. Он часто входит в состав глин (каолиновые глины и др.). Структура каолина была впервые установлена Грунером [1] с помощью рентгеновских лучей в 1932 г.

В 1936 г. Гендрикс [2] подтвердил эту структуру с помощью электронографического анализа. Оба автора определяли структуру каолинита как моноклинную с размерами элементарной ячейки: $a = 5.14 \text{ \AA}$, $b = 8.90 \text{ \AA}$, $c = 14.51 \text{ \AA}$, $\beta = 101^\circ 30'$. Основу структуры образуют слои из кремнекислородных тетраэдров, соединённых со слоями из алюмогидроксильных октаэдров, распрощенные парал-

лельно базисной плоскости $\{0.01\}$. В элементарной ячейке связаны два тетраэдрических и два октаэдрических слоя.

Грунер, определяя структуру каолинита, основывался на 14 рефлексах, полученных им на рентгенограммах каолинита. Недавно Бриндлей и Робинзон [3], применив новую камеру, получили 20 рефлексов на рентгенограммах каолинита.



Структура каолинита по Бриндлею и Робинзону.

Это обстоятельство позволило Бриндлею и Робинзону более точно определить структуру каолинита. По их данным, структура каолинита не моноклинная, как это определял Грунер, но является триклинной. Элементарная ячейка имеет следующие размеры:

$$\begin{aligned} a &= 5.14 \text{ \AA} & \alpha &= 91.8^\circ \\ b &= 8.93 \text{ \AA} & \beta &= 104.5^\circ \\ c &= 7.37 \text{ \AA} & \gamma &= 90^\circ \end{aligned}$$

По оси c элементарная ячейка имеет лишь половину той высоты, которую установил для каолинита Грунер. По Грунеру, высота элементарной ячейки каолинита имеет $14.51 \text{ \AA}$, тогда как, по новым данным, она составляет лишь $7.37 \text{ \AA}$.

Элементарная ячейка содержит один тетраэдрический слой и один октаэдрический слой. Новая структура схематически представлена на рисунке.

Бриндлей и Робинзон изучили свыше 15 каолинов из разных мест и получили во всех случаях одни и те же результаты, подтверждающие их новые данные по структуре каолинита.

Л и т е р а т у р а

[1] J. W. Gruner. Ztschr. f. Krist., B. 83, p. 75, 1932. — [2] S. H. Hendricks. Ztschr. f. Krist., B. 95, p. 245, 1936. — [3] G. W. Brindley and K. Robinson. Nature, 156, p. 661, 1945.

И. Д. Седлецкий.

ГЕОФИЗИКА

НОВЫЙ ИНДЕКС СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ

Проблема солнечной деятельности, помимо большого научного значения, представляет огромный практический интерес. Определенная связь между явлениями на Солнце и в ионосфере (рисунок на стр. 49) является основой при составлении радиопрогнозов, которые, в свою очередь, позволяют планировать рабочие волны связи на ближайшие месяцы и годы.

Значительно сложнее обстоит дело с предвидением ионосферных возмущений как длительных, так и внезапных. Введенные в своё время немецким учёным Вольфом относительные числа солнечных пятен (числа Вольфа), определяемые простым подсчётом числа и групп пятен, не являются достаточно надёжными в деле предсказания условий радиосвязи. В 1945 г. доктор физико-математических наук проф. В. Н. Кессених в руководимом им семинаре при Московском Государственном университете им. Ломоносова высказал мнение, что радиоизлучение Солнца в будущем может явиться одним из наиболее удачных индексов солнечной активности.

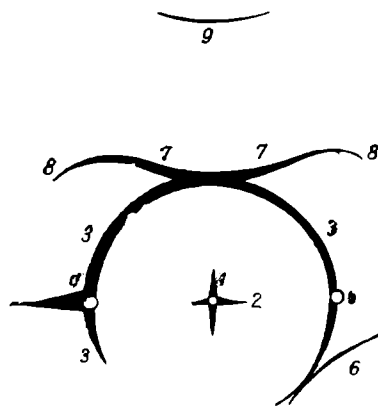
Последующие работы, проводимые как в СССР, так и за границей, показали, что аномальные явления в ионосфере — кратковременные и длительные возмущения — тесно связаны с радиоизлучением Солнца.

В. А. Баранулько и В. В. Стручков.

РЕДКАЯ ФОРМА СЛОЖНОГО ГАЛОСА

В г. Полтаве (УССР) 28 ноября 1947 г., вечером, мною наблюдался сложный галос вокруг Луны. Как видно из приводимого рисунка, Луна находилась в центре светлого, но не яркого креста, образованного столбом 1 и горизонтальными кругом 2, называемым паргелическим. Концы креста простирались от Луны не более как на 2° , постепенно сливаясь с фоном неба. Обычный 22-градусный круг 3 был наиболее ярким в своей верхней части и слева, т. е. с северной стороны; внизу он прерывался, сливаясь с общим фоном, причём чего, повидимому, служили более плотные массы слоистых облаков.

Справа и слева на 22-градусном круге были видны параселены, причём левый, северный 4, был вообще более ярким и достигал в диаметре около 1.5° . Благодаря паргелическому кругу, отходящему влево от параселена, эта часть галоса имела кометообразную форму, напоминавшую узкий треугольник, обращённый своим основанием к Луне. Правый параселен 5 был менее ярким и правильной круговой формы, диаметром около 1° .



В верхней части 22-градусного круга была заметна касательная дуга 7, своими концами 8 загибавшаяся книзу, что заметно отличало её от эллиптического вида.

Над касательной дугой можно было заметить слабую околозенитную дугу 9.

Справа внизу у 22-градусного круга можно было усмотреть нижнюю касательную дугу 6, неяркую, но вполне определённую.

Формы 3, 4, 5, 7 были заметно окрашены. Формы 8, 9 — слабо окрашены. Наиболее интенсивно окраска замечалась у левого параселена и верхней касательной дуги.

Толщины линий на рисунке показывают относительную яркость форм, именно — более толстым штрихом означены более яркие места явления.

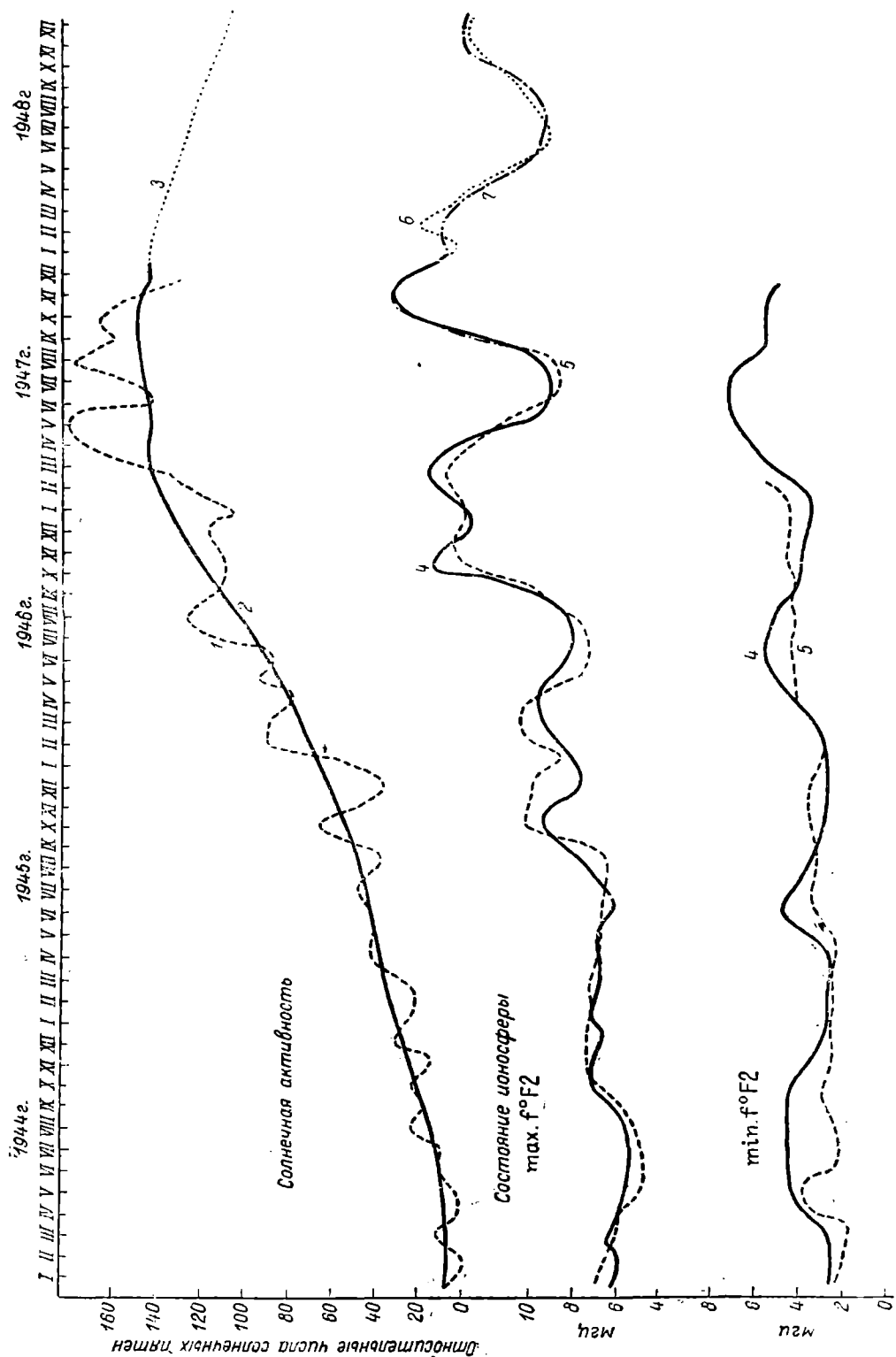
Начало галоса мною отмечено в 18 час. 30 мин. московского времени, конец — около 22 час. Явление заметно менялось в течение этого времени, и не все формы были видны в течение всего этого промежутка; постоянно продержались формы 3, 7, 4; формы 6, 9 были видны лишь от 19 час. 0 мин. до 19 час. 20 мин., когда явление достигло своего наибольшего развития.

Небо во время описываемых наблюдений было мутное, с облаками типа Ci—St и у горизонта — St.

Видимость ухудшалась, и к 22 час. небо покрылось облаками.

Температура в течение вечера наблюдений упала с $+2.5^\circ$ до $+1.7^\circ$. Давление держалось около 755.5 и было максимальным в данный вечер по сравнению с предыдущими днями (25 XI 740.0) и последующими (30 XI 750.5).

Формы галоса, означенные под номерами 6 и 9, являются довольно редкими. Указание



Фиг. 1. К статье «Новый индекс солнечной активности» (стр. 48). Солнечная активность и состояние ионосферы слоя F2 в период 1944—1948 гг. Солнце: 1 — сглаженные относительные числа солнечных пятен (наблюдения), 2 — средне-месячные относительные числа солнечных пятен (наблюдения), 3 — сглаженные относительные числа солнечных пятен (прогноз НИИЗМ); ионосфера: max. f°F2 — соответственно максимальные и минимальные значения критических частот слоя F2 по обыкновенному лучу; 4 — Тоже (наблюдения), 5 — Вашингтон (прогноз НИИЗМ), 6 — Тоже (прогноз НИИЗМ), 7 — Вашингтон (прогноз НИИЗМ).

на редкость этих форм мы находим у проф. П. Н. Тверского [1], в инструкции для наблюдений галосов, изданной Русским обществом любителей мироведения [2]. Мне очень редко удавалось видеть околзенитную дугу (форма 9), а нижнюю касательную дугу (форма 6) приходится видеть впервые за 28 лет.

Л и т е р а т у р а

[1] П. Н. Т в е р с к о й. Курс геофизики. 4-е изд., ГОНТИ, стр. 299, 1939. — [2] Указания для наблюдения галосов, РОЛМ, стр. 4.

С. В. Дроздов.

РАДУГА ЗИМОЙ

7 января 1948 г. со ст. Тарасовская, Ярославской ж. д., под Москвой можно было наблюдать редкое явление — зимнюю радугу.

6 января была довольно холодная и ветреная погода; 7 января утром температура поднялась до -2° , дул лёгкий ветер с юго-запада. Небо было покрыто тёмными слоисто-кучевыми облаками и лишь у горизонта чисто. После восхода солнца, около 10 час. 30 мин. по официальному времени, на северо-западе, на некоторой высоте над горизонтом появилось яркое радужное пятно, вскоре превратившееся в ленту радуги, протянувшуюся на синеватом фоне туч кверху. Затем радуга приняла форму полной дуги против солнца, основаниями несколько не доходившей до горизонта. Она была не очень яркой и продержалась недолго, так как спустя около 10 минут после начала явления солнце скрылось за сплошным покровом облаков.

Л. Н. Соболев.

БИОФИЗИКА

СВЕТ И ВИРУСЫ РАСТЕНИЙ

При работах по изолированию вируса, вызывающего некроз листьев табака, было замечено [1], что у здоровых растений существуют сезонные вариации в их реакциях на искусственное заражение указанным вирусом. В течение зимнего периода (ноябрь — февраль) растения всегда чрезвычайно тяжело реагировали на инфекцию. Их листья делались совершенно некротичными (омертвелыми) без применения какого-либо механического средства (абразива), облегчающего перенос инфекции. Наоборот, весной и осенью достаточно большие участки поражений получались только тогда, когда пользовались абразивами. Летом же получить даже относительно слабые некрозы удаётся лишь с помощью абразивов. Количество вируса в больном растении и лёгкость, с которой он может быть извлечён из растения, также зависят от сезона.

Например, литр сока, выжатого из зимних растений, может давать 100—200 мг этого вируса, к тому же легко получаемого в кристаллической форме. Весной и осенью выход вируса некроза табака падал до 0.1 зимнего выхода, и очистка этих препаратов была значительно затруднена. В период же май — сентябрь вообще невозможно было получать удовлетворительные результаты [2].

Эти факты обусловили постановку экспериментов, имевших целью выяснить с большей полнотой роль интенсивности света для растений при искусственном заражении их вирусами, распространив наблюдения на другие виды растений и другие виды вирусов [3].

В качестве объектов для указанных наблюдений были взяты два растения — табак и томат, а вирусы были представлены вирусом некроза табака, вирусом кустистой карликовости (bushy stunt) томата, вирусом табачной мозаики и вирусом аукуба — мозаики томата.

Опыты по заражению взятых растений были выполнены по такой схеме: 1) табак заражался вирусом некроза табака; 2) томат и *Nicotiana glutinosa* заражались вирусом кустистой карликовости; 3) табак и томат заражались вирусом мозаики табака, и, наконец, 4) табак и томат заражались вирусом аукуба.

Эксперименты были произведены между началом мая и концом сентября на Ротамедской опытной станции (Англия). Песочные культуры растений содержались в теплицах, интенсивность света в которых колебалась от 200 до 20 000 свечей на 0.09 м^2 . Во всех случаях эта интенсивность была приблизительно равна одной трети внешней интенсивности света, в то время как температура в теплицах отличалась от температуры наружного воздуха не более чем на один градус.

В результате произведенных опытов оказалось, что понижение интенсивности света, при которой росли растения летом, увеличивает на 33% их чувствительность к заражению всеми четырьмя видами вирусов, причём вирус некроза табака и вирус кустистой карликовости томата увеличивает средний выход патологических повреждений листьев у затеминенных растений более чем в 10 раз и более чем в 5 раз в случаях вирусов табачной мозаики и вируса аукуба.

Далее, этими же опытами удалось установить, что понижение световой интенсивности в теплицах резко увеличивает количества вирусов в листьях больных растений. Например, у вируса некроза табака увеличение превышало 20 раз. При этом происходит уменьшение сухого вещества в соке листьев на 50%, что облегчает извлечение и очистку вирусов. Кристаллические препараты вируса более легко получить из листьев затеминенных растений, но не из контрольных, хорошо освещаемых. Вместе с тем было обнаружено, что титры преципитинов здоровых растений явственно отличались от титров инфицированных растений табака и томата.

Аналогичный результат дали и другие вирусы, причём количество вируса в листьях больных растений было всегда прямой функцией числа некротических пятен на них.

Таким образом, наблюдения над действием света на чувствительность растений к вирусным инфекциям, объясняя неудачи опытов по искусственному заражению растений без тщательного учёта условий их роста, могут теперь быть использованными уже практически при культивировании растений в защищённом грунте.

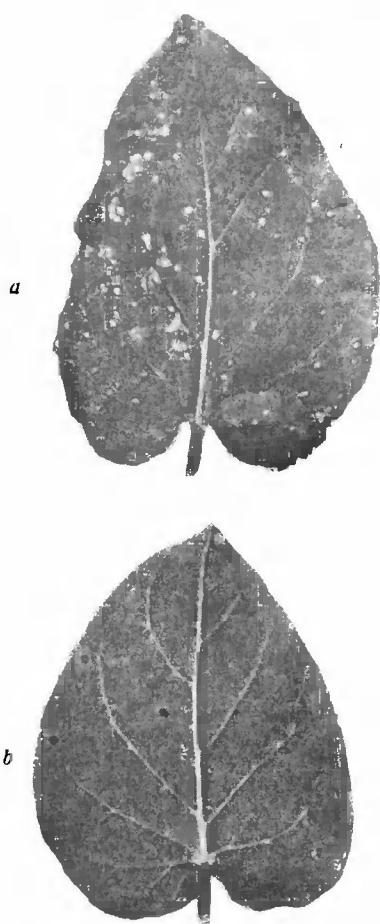
плываться вещества, угнетающие вирусы и тем самым прекращающие их размножение. При пониженной интенсивности света аккумуляция указанных веществ уменьшается, что создаёт благоприятную почву для размножения вирусных частиц.

Следовательно, можно считать, что какие-то продукты фотосинтеза действуют на манер,



Фиг. 1. Листья табака, заражённые в сентябре вирусом некроза табака: а — лист от затенённого растения; б — лист от незатенённого растения.

Что касается механизма защитного действия света, то тут можно сделать такое допущение. Известно, что вирусы легко связываются различными веществами, из которых многие являются очень эффективными ингибиторами вирусов. Возможно, что при вирусных инфекциях растений происходит соединение вирусов с некоторыми специфическими компонентами клеток растительных тканей. В условиях высокого уровня фотосинтеза, к тому же протекающего достаточно долго, могут нака-



Фиг. 2. Листья *Nicotiana glutinosa*: а — от затенённого растения, б — от незатенённого растения, заражённых в июле вирусом карликовой курчавости. В левую половину листьев вводилось 10^{-5} г/л вируса, а в правую 10^{-6} г/л.

аналогичный действию антител, т. е. чем большее количество этих продуктов находится в клетках растений, тем большие количества вирусов необходимы для их нейтрализации. А последняя обеспечивает активное размножение возбудителей болезни.

Л и т е р а т у р а

- [1] F. Bawden a. N. Pirie. Brit. J. exp. Path., 23, 314, 1942. — [2] F. Bawden a. N. Pirie. Ibid., 26, 277, 1945. —

[3] F. Bawdena. N. Pirie. *Ann. applied Biology*, 32, 286, 1947.

Проф. И. Ф. Леонтьев.

СКОРОСТЬ КРОВЕТОКА В ЛЁГОЧНЫХ КАПИЛЛЯРАХ

В литературе о малом круге кровообращения большинство работ, касаясь вопроса о времени циркуляции крови, затрагивало исключительно большие сосуды лёгких, и только немногие исследователи изучали кроветок в лёгочных капиллярах.

Однако во всех очень интересных исследованиях отсутствуют количественные данные о скорости потока в лёгочных капиллярах. Эта величина до сих определялась на основе математических расчётов.

Между тем, знание этой величины интересно и важно не только для уяснения процесса кровообращения вообще, но особенно необходимо при изучении динамики дыхания, так как скорость движения крови в капиллярах альвеол и длина этих сосудов позволяет определить время, которое требуется эритроциту, попавшему в контакт с воздухом альвеол, для того, чтобы насытиться кислородом.

Недавно [1] при модельных опытах с растворами гемоглобина было установлено, что для окисления пигмента красных кровяных телец необходимо несколько секунд, тогда как гемодинамические подсчёты [2] показывают, что для этого акта необходимо не более 0.1—0.3 сек.

Это различие между длительностью окисления гемоглобина *in vitro* и *in vivo* указывает, сколь значимо получение точных экспериментальных данных о скорости движения эритроцитов в лёгочных капиллярах [3].

Для новых, только что описанных опытов [3] были взяты кошки (различного возраста), наркотизированные 25%-м раствором уретана в количестве 15—30 мл, причём половина этой дозы давалась животным подкожно, а другая половина — со стороны прямой кишки. Такой способ наркоза лучше обеспечивал требуемую глубину сна, чем простая подкожная инъекция наркотика.

Животные всё время при проведении опытов лежали на операционном столике, подогреваемом электричеством. Помимо этого, были приняты соответствующие меры к тому, чтобы условия этих опытов максимально приближались к физиологически нормальному состоянию животных.

Для наблюдений за скоростью потока в лёгочных капиллярах, в грудную клетку животных вставлялось специально сконструированное «окно». Это «окно» позволяло при помощи оригинального аппарата, состоящего из микроскопа и ультраопака, регистрировать на плёнке кинематографа движение крупинки туши в капиллярах альвеол.

Фотосъёмка альвеол кошачьих лёгких показала, что альвеолы имеют форму неправильных многоугольников, размеры поперечников которых варьируют между 100—120 μ .

На этих же снимках было видно, что вокруг альвеол располагается сеть капилляров с различным числом их (от 2 до 40) и шириной в 6—15 μ . Средняя длина капилляра около альвеолы равнялась, приблизительно, 110 μ .

Эритроциты через лёгочные капилляры передвигались плотным потоком, часто в виде столбика монет. Это движение было очень быстрым и без пульсаций.

Естественно, что инъекции туши изменяли окраску наблюдаемой картины с жёлтокрасной в серую, но это не мешало должному наблюдению за быстро двигающимися тёмными крупинками (в 1—3 μ) туши и за передвигающимися эритроцитами.

В итоге вышеописанных наблюдений оказалось, что скорость тока крови в лёгочных капиллярах равна 1—2 мм/сек., а в артериолах и венах 3—7 мм/сек.

Эти цифры позволяют подсчитать, что время контакта эритроцитов с воздухом альвеол равно нескольким сотым долям секунды, причём 0.1 её представляют верхнюю границу этого соприкосновения.

Но эти данные не совпали с цифрами, полученными [2] простым подсчётом (см. таблицу).

Показатели	Вычислено [2] для человека	Измерено [1] на кошках
Длина капилляров .	200—300 μ	100—200 μ
Скорость потока . .	0.5 мм/сек.	1.7 мм/сек.
Время контакта . . .	0.1—0.3 сек.	0.1 сек.

Что касается расхождений между временем поглощения кислорода эритроцитами *in vitro* [1] и временем, найденным в описанных опытах, то можно думать, что в лёгочных капиллярах или в эпителии лёгочных альвеол имеются особые факторы, которые ускоряют процесс поглощения кислорода эритроцитами *in vivo*.

Л и т е р а т у р а

[1] L. Laszt. *Helv. physiol. Acta*, 3, 291, 1945. — [2] A. Muller. *Ibid.*, 3, 203, 1945. — [3] H. Vogel. *Ibid.*, 5, 105, 1947.

Проф. И. Ф. Леонтьев.

БИОХИМИЯ

ЭФФЕКТ ДЕЙСТВИЯ ПЕНИЦИЛЛИНА НА АССИМИЛЯЦИЮ ГЛУТАМИНОВОЙ КИСЛОТЫ ЗОЛОТИСТЫМИ СТАФИЛОКОККАМИ

Давно было замечено, что некоторые бактерии обладают способностью ассимилировать глутаминовую кислоту и концентрировать её

в свободном состоянии внутри своего организма, причём на основании большого числа обследований различных видов бактерий установлено, что эта способность характеризует Грам-положительные бактерии. Поэтому изучалось влияние пенициллина, как хемотерапевтического агента, обладающего активностью по отношению к Грам-положительным бактериям.

Чайн, Дьюте и Хирш в результате проведённых работ нашли, что пенициллин оказывает заметное действие на культуру *Staphylococcus aureus* в период её роста, причём в этот период клетки увеличиваются в своих размерах, но за всё время до прекращения роста имеет место лишь одно деление клетки, после которого обе половины её уменьшаются с увеличением времени, а через несколько часов наступает общий лизис. Параллельно найдено, что в присутствии пенициллина потребление кислорода растущей культурой нормально увеличивается лишь в течение некоторого времени, а затем уменьшается.

Для изучения ассимиляции глутаминовой кислоты пенициллин добавлялся к растущей культуре *Staphylococcus aureus* в среде нейтрального раствора соли, содержащей 0.1% «Magma» и 1% глюкозы. После прибавления пенициллина культура центрифугировалась, и определялось внутреннее содержание глутаминовой кислоты, а суспензия выращивалась при 37° С в солевом растворе, содержащем 0.5% глюкозы и 200 мл глутаминовой кислоты на 1 моль. По истечении одного часа, в течение которого достигалось равновесие, клетки снова центрифугировались, и опять определялось внутреннее содержание глутаминовой кислоты, причём увеличение его по сравнению с первым определением и является мерой ассимиляции глутаминовой кислоты в этих условиях. Клетки культуры *Staphylococcus aureus* до прибавления пенициллина содержали 560—700 мг глутаминовой кислоты или 100 мг в условиях данного опыта, а в результате добавления пенициллина эта ассимиляция уменьшилась в 200 раз. Уменьшение ассимиляции с увеличением времени характеризуется следующими данными: в течение первых 30 минут после прибавления 10 единиц пенициллина к растущей культуре ассимиляция падает до 14%, через час — до 4%, а после 90 минут она совсем прекращается.

Применение пенициллина в меньших концентрациях вызывает тот же эффект, но лишь увеличивает несколько время его наступления.

Имеется определённая зависимость между уменьшением ассимиляции глутаминовой кислоты растущей культурой *Staphylococcus aureus* и прекращением её роста.

Пенициллин действует на клетки растущей культуры *Staphylococcus aureus* таким образом, что 1) клетки становятся нежизнеспособными; 2) дыхательная способность клеток прогрессивно падает; 3) через несколько часов наступает лизис; 4) ассимиляция глутаминовой кислоты клетками прекращается.

В настоящее время механизм ассимиляции и концентрации глутаминовой кислоты внутри клетки Грам-положительной бактерии ещё не выяснен. Установлено, что ассимиляция

лизина Грам-положительными бактериями происходит благодаря диффузии заряженного иона в электрическом поле, но этот механизм не может объяснить ассимиляции глутаминовой кислоты. Из опытных данных видно, что ассимиляция лизина нормальной и пенициллированной клеткой одинакова, причём стенки клетки в обоих случаях остаются нетронутыми. То, что пенициллин не задерживает ассимиляцию глутаминовой кислоты в обычных клетках и уменьшает её в клетках во время роста *Staphylococcus aureus*, позволяет предположить, что пенициллин или образует соединение с клеткой или вызывает изменение клеточной стенки, задерживающее ассимиляцию.

Л и т е р а т у р а

1. Dr. E. F. Gale and E. S. Taylor. Nature, vol. 158, № 4019, November, № 9, p. 676—678, 1946.

Н. Град и И. Чижевская.

АМИНОКИСЛОТЫ В ЭРИТРОЦИТАХ ЦЫПЛЯТ

Эритроциты цыплят являются легко доступным и идеальным материалом для различных цитохимических и физиологических исследований. Кроме того, ядра эритроцитов птиц практически свободны от цитоплазмы и могут быть поэтому получены для анализов в достаточном количестве при помощи такой относительно простой процедуры, как гемолиз отмытых красных кровяных телец сапонином или другими веществами. В силу этого возможны сравнительные морфологические, химические и физиологические исследования ядерных и плазматических функций этих клеток, что значительно труднее выполнить с другими типами клеток.

К числу важнейших данных химии эритроцитов относятся, по вполне понятным мотивам, аминокислотный состав их. Между тем, эти данные совершенно отсутствуют.

Для решения этой задачи кровь цыплят (кур из породы уайт-рок) собиралась из их шейных вен и многократно (5 раз) промывалась так называемым физиологическим раствором хлорида натрия, содержащим фосфатный буфер.

Эритроциты, освобождённые таким путём от плазмы, высушивались в выпаривательных чашечках при температуре 105° С. Высушенные тельца растирались в порошок и затем гидролизировались соляной кислотой. Количественное содержание аминокислот в порошках определялось микробиологическим методом (R. Melampy. Proceed. Soc. expt. biol. a. med., 65, 213, 1947). Результаты анализов видны из таблицы.

Таким образом, отрицательная информация об аминокислотном составе птичьих эритроцитов в настоящее время в достаточной мере устранена сведениями по количествен-

Аминокислота	%
Гистидин	3.75
Аргинин	4.35
Лизин	6.81
Лейцин	9.20
Изолейцин	3.20
Валин	7.05
Метионин	1.25
Треонин	4.93
Триптофан	1.28
Фенил-аланин	4.25
Тирозин	2.60

ному содержанию аминокислот в эритроцитах кур из породы уайт-рок.

Проф. И. Ф. Леонтьев.

МИКРОБИОЛОГИЯ

АНТИБИОТИКИ И ЛЮМИНИСЦЕНЦИЯ

В поисках удобных, надёжных и быстрых методов определения антибиотической активности испытуемых веществ исследователи довольно давно уже обратились к изучению антилюминисцентного эффекта антибиотиков.

Впервые этот способ был применён Рэйком и другими [1, 2], установившими, что аспергилловая кислота подавляет, в отличие от пенициллина, биолюминисценцию, что даёт возможность обнаружить даже очень малые количества её в присутствии значительно большей массы пенициллина. В дальнейшем они же показали [3], что только часть антибиотиков обладает антилюминисцентной способностью.

Каванаг [4] предпринял широкое исследование антилюминисцентной активности 26 антибиотиков, используя две линии бактерии *Photobacterium Fischeri*. Испытанные им вещества он делит на четыре группы: 1) совершенно неактивные (6 антибиотиков, в том числе пенициллин); 2) вначале неактивные или вызывающие только слабое потемнение, но через 24 часа инкубации проявляющие активность (5 антибиотиков, включая стрептомицин, стрептотрицин и др.); 3) промежуточно активные, действие которых возрастает со временем (4 антибиотика, включая цитринин, патулин и др.); 4) быстро действующие, достигающие максимальной активности в течение часа или меньше (11 антибиотиков, в том числе аспергилловая кислота, биформин, сульфаниламид и др.).

Корреляции между типом антибактериального действия и антилюминисцентной способностью не обнаружено. Не установлено также её связи с определённым химическим строением.

Интересно, что пенициллин, не подавляя люминисценцию *Photobacterium Fischeri*, в то же время проявляет сильное антибиотическое действие на растущие культуры этой

бактерии. Бактерицидные концентрации аспергилловой кислоты, биформина, патулина значительно превосходят антилюминисцентные концентрации этих же антибиотиков.

Разнообразие химического строения антилюминисцентно-активных антибиотиков и различный ход погашения люминисценции указывают на то, что цель химических процессов в бактериальной клетке, приводящих к её свечению, может разрываться под воздействием антибиотиков в разных местах.

Исследование антилюминисцентного действия антибиотиков является ценным вспомогательным методом при их идентификации до выделения в чистом виде.

Л и т е р а т у р а

- [1] G. Rake, C. M. McKee a. H. Jones. Proc. Soc. Exp. Biol. Med., 51, 273, 1942. — [2] C. M. McKee, G. Rake a. C. L. Housk. Journ. Bact., 47, 187, 1944. — [3] G. Rake, C. M. McKee a. H. Jones. Proc. Soc. Exp. Biol. Med., 52, 136, 1943. — [4] F. Kavanagh. Bull. Torrey Bot. Club., 74, 414, 1947.

Д. В. Лебедев.

МОРСКАЯ МИКРОФЛОРА КАК ИСТОЧНИК АНТИБИОТИКОВ

Широкие поисковые работы по выявлению новых перспективных источников антибиотических веществ до последнего времени ограничивались представителями наземной флоры и в редких случаях пресноводными водорослями. Богатейший мир растительных организмов морей и океанов ещё почти не затронут исследованиями. Между тем, уже заранее можно предполагать, что и макроскопические и микроскопические обитатели морей в этом отношении, во всяком случае, не отстают от растений суши. Скорее наоборот, в условиях водной среды выделение антибиотиков приобретает для выделяющих их организмов особенное значение.

Бактерицидное действие морской воды известно давно [1, 2]. Красильников, исследуя образцы воды Чёрного моря [3], показал, что развитие некоторых бактерий в кипяченой воде идёт хуже, чем в морской, отношение же других видов иное. Эти особенности не могут быть сведены к физико-химическим свойствам, таким, как осмотическое давление, солёность и другие. Ещё Д'Эрелль предпринимал попытки выделения из морской воды бактериофага. Данные последующих исследователей были очень противоречивы. Крисс и Рукина [4] установили наличие бактериофага даже на больших глубинах Чёрного моря, причём было показано его действие и на морские бактерии. Но и этого фактора недостаточно для объяснения бактерицидной активности морской воды. Необходимо обратиться к исследо-

ванию антибиотических веществ, выделяемых морскими организмами, без учёта которых не может быть понята биология моря.

Розенфельд и Цо-Белл [5] исследовали 58 видов морских микроорганизмов Тихого океана. Из них 9 видов оказались выделяющими антибиотические вещества: 4 вида *Bacillus*, 3 вида *Micrococcus*, 1 вид *Actinomyces* и 1 вид *Serratia* (последние два относятся к Грам-отрицательным, первые к Грам-положительным). Чувствительностью к этим антибиотикам обладают Грам-положительные виды бактерий (*Bacillus*, *Micrococcus*, *Sarcina*, *Staphylococcus citreus* и др.), из трёх испытанных Грам-отрицательных видов ни один не дал положительной реакции.

Фильтрация культур-антагонистов приводила к значительному ослаблению антибиотической активности раствора. Это необязательно свидетельствует об интимной связи между антибиотиком и бактериальной клеткой, при потере которой уменьшается и действенность вещества. Возможно, что ослабление происходит за счёт адсорбции антибиотика фильтром.

Эти данные носят предварительный характер и не могут служить основанием для определения, какая доля бактерицидной активности морской воды должна быть отнесена за счёт антибиотических веществ. Очень существенно, однако, что установленные авторами факты сопоставимы с предшествующими наблюдениями. Так, уже раньше было показано, что наиболее чувствительны к морской воде Грам-положительные бактерии, а *Staphylococcus aureus*, по данным Красильникова, нормально развивающийся в морской воде, оказался совершенно невосприимчивым к антибиотикам, изучавшимся Розенфельдом и Цо-Беллом.

Растительный мир океана — безусловно богатейший потенциальный источник антибиотических веществ.

Л и т е р а т у р а

[1] G i a x a, de. Zts. Hyg. Infektionskrankh., 6, 162, 1889. — [2] С. Е. ZoBell. Marine microbiology. A monograph on hydrobacteriology. Waltham, 1946. — [3] Н. А. Красильников. Микробиология, 7, 329, 1938. — [4] А. Е. Крисс и Е. А. Руклина. ДАН СССР, 57, 833, 1947. — [5] W. D. Rosenfeld a. С. Е. ZoBell. Journ. Bact. 54, 393, 1947.

Д. В. Лебедев.

ЖИР ПРОСТЕЙШИХ И ТУБЕРКУЛЁЗ

Хорошо известно, что многие виды простейших поглощают и уничтожают мириады бактерий. Мечников был первым, кто указал на подобие между фагоцитозом у высших животных и внутриклеточным пищеварением у простейших, хотя механизм этих процессов в обоих случаях остаётся непонятным.

Недавно было обнаружено [1] присутствие протеолитических ферментов в фагоцитах, но ответственны ли они за гибель бактерий — пока неизвестно.

Возможность существования антибактериальных веществ в фагоцитах чрезвычайно вероятно, но все попытки извлечь эти вещества заканчивались [2] получением препаратов с очень слабыми бактерицидными и бактериостатическими свойствами. Поэтому бактерицидный эффект живых фагоцитов объясан скорее неблагоприятным факторам, имеющимся внутри их, как, например, низкой концентрации ионов водорода, чем специфическим антибактериальным агентам.

Совершенно ясно, что такие представления можно распространить и на простейших.

Для экспериментального доказательства этой идеи были взяты бактериологически чистые культуры следующих жгутиковых:

Astasia klebsiellae, *Chilomonas paramecium*, *Euglena gracilis* и *Tetrahymena geleii*, культивируемых на жидких средах.

Из этих культур микроорганизмы осаждались на холоду, затем они взвешивались в $1/10$ объёма прозрачного отстоя, повторно замораживались и оттаивались. Полученные лизаты испытывались на их антибактериальную активность против *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Mycobacterium phlei* и *Mycobacterium tuberculosis (hominis)*.

Эти испытания показали [3], что лишь *Mycobacterium tuberculosis* и *M. phlei* подавляются лизатами *Tetrahymena geleii*, но не лизатами из других жгутиковых. В зависимости от штамма этого микроорганизма действие лизатов колебалось в пределах разведений 1 : 300 — 1 : 860 в отношении *M. tuberculosis* и 1 : 200 — 1 : 670 в отношении *M. phlei*.

Но эти же лизаты оказались совершенно неактивными при апробации их с тремя другими видами тест-бактерий. Лизаты из *Tetrahymena* были также неактивны и в случае светящихся бактерий (*Photobacterium fisheri*).

Интересно, что фильтрация этих лизатов через асбестовые фильтры полностью снижала их активность.

Установленные факты естественно привели к получению более чистых и более активных препаратов антибактериального вещества из названного жгутикового. Соответствующими опытами было обнаружено, что эфир, ацетон, метиловый спирт извлекают активное начало из лизатов *Tetrahymena*. Эксперименты с такими препаратами выявили, что бактериальный спектр лизатов расширяется пневмококками и стрептококками. Причём антибактериальный эффект у пневмококка I и III типов лежал в пределах разведений: 1 : 6800 — 1 : 16000, у *Streptococcus viridans* 1 : 2500 — 4000 и у *Str. pyogenes* 1 : 1200 — 2000.

Однако активность рафинированных препаратов сильно понижалась кровью или сыроваткой.

Дальнейшими химическими исследованиями было установлено, что активное начало

лизатов заключено в жирах, изолируемых из тел данных простейших. Жировые вещества последних составляли 15—20% веса их твёрдого остатка. Причём почти 75% этой жировой фракции представляли свободные жирные кислоты и только 15% приходилось на нейтральный жир и нейтральное стероидоподобное соединение. Жирные кислоты были сложной (приблизительно 50/50) смесью насыщенных и ненасыщенных кислот. Одна из них — миристиновая — была получена в кристаллической форме.

Бактериостатический эффект жирных кислот *Tetrahymena* хорошо согласуется с данными об антибактериальном эффекте этих соединений, опубликованными ещё в 1931 г.

К сожалению, опыты *in vivo* (с мышами, заражёнными туберкулёзом или пневмонией и леченными жировой фракцией *Tetrahymena*) дали отрицательный результат.

Что касается механизма бактерицидного действия жирных кислот *in vitro*, то, поскольку они апробируются в щелочных или нейтральных средах, их соли действуют как агенты, понижающие поверхностное натяжение. Следовательно, они ведут себя подобно синтетическим детергентам. Отсутствие эффекта *in vivo*, вероятно, обязано тому, что жирные кислоты гуттиковых в организме животных связываются протеинами или же фосфолипидами.

Л и т е р а т у р а

[1] E. Orie. J. exper. Med., 8, 410, 1945. — [2] A. Rich. The pathogenesis of tuberculosis, p. 289, 1944. — [3] C. McKee et al. Proc. Soc. exper. biol. a. med., 65, 326, 1947.

Проф. И. Ф. Леонтьев.

БОТАНИКА

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО ФАКТОРА НА СОДЕРЖАНИЕ АЛКАЛОИДОВ В РАСТЕНИЯХ

В настоящей краткой статье мы не ставим себе задачу изложить всю сумму вопросов, касающихся влияния температурного фактора на накопление алкалоидов в растениях. Здесь мы рассматриваем только лишь влияние отрицательной температуры ниже 0° С на содержание в растениях алкалоидов в период конечных стадий их вегетации. Этот вопрос имеет не только существенное теоретическое, но и большое практическое значение, так как растительное сырьё многих алкалоидоносных растений заготавливается в конце их вегетации, а иногда и после завершения её. В практике заготовителей обычно полагается, что если растение признаётся алкалоидоносом и принято к заготовке, то установление точных,

для каждого растения соответствующих, согласованных с погодными условиями данного года времени и характера его уборки не является обязательным. Между тем, установление правильного срока уборки для алкалоидоносных растений является необходимым условием для получения доброкачественного растительного сырья, богатого алкалоидами.

Имеющиеся в специальной литературе сведения, а также наши экспериментальные данные, свидетельствуют, что содержание алкалоидов в растениях зависит и резко меняется от характера выпадения осадков, изменения температурных условий, особенно в сторону понижения t° ниже 0° С и т. д. Первый лёгкий заморозок (от 0° до -2° С) часто приводит к биохимическому преобразованию алкалоидов в растениях. Нередко достаточно одних суток или даже ночи, чтобы растение потеряло свою промышленную ценность, так как растительное сырьё, полученное от этого растения, будет содержать очень мало алкалоидов. Для нас вполне понятны случаи получения заготовительными организациями и промышленностью партий сырья заведомо алкалоидоносных растений, в которых, после анализов, содержание алкалоидов в установленных ранее нормах не обнаруживалось. Это объясняется тем, что заготовка сырья производилась или после сезона дождей или же после волны резкого похолодания. Кроме несвоевременной заготовки сырья, наблюдались случаи запозданий в его уборке. Сырьё, собранное в период сухой погоды, оставалось в кучах и подвергалось действию дождей, а также заморозков. Теперь следует считать установленным, что в растениях, которые уже подверглись заготовке, биохимические процессы происходят очень энергично и резко ускоряются при изменении внешних условий. Так как алкалоиды в растениях содержатся обычно в виде солей, достаточно легко растворимых водой, то из частей растительного материала эти соли могут выщелачиваться.

О влиянии отрицательной температуры на степень алкалоидоносности растений в специальной литературе есть некоторые указания. Так Сухоруков^[4], Ольшевский^[5], Босхарт и Бергольд^[1] приходят к заключению, что влияние температур ниже 0° С на алкалоидоносность растений проявляется весьма отрицательно. Босхарт и Бергольд, исследуя влияние заморозков на алкалоидоносность дурмана (*Datura*), установили, что в его листьях, убитых морозом, количество алкалоидов понижалось на 53,3% в сравнении с растениями, уцелевшими от мороза. Таким образом, «побитые» морозом растения содержали 0,252% алкалоидов, а неподвергавшиеся действию мороза — 0,462%. Сухоруков, в своих опытах на Саратовской станции, получил аналогичные результаты. Он также обнаружил, что в листьях дурмана, убитых морозом и после этого собранных, количество алкалоидов заметно понизилось.

Ольшевский подвергал стебли и корни дурмана воздействию нескольких морозных ночей и в результате этих опытов получил почти полное исчезновение алкалоидов в указанных частях растения.

Наши исследования по затронутому вопросу, относящиеся к целому ряду алкалоидоносных растений, произраставших как на севере (Ленинградская область), так и на крайнем юге (в песчаных пустынях Средней Азии), вполне подтвердили данные вышеупомянутых авторов (табл. 1).

1940 г. объясняется, повидимому, более длинным вегетационным периодом в указанном году; несмотря на этот частный факт, всё же падение алкалоидоносности всех растений и в 1940 г. произошло под влиянием заморозков почти в такой же степени, что и в другие годы.

ТАБЛИЦА 1

Динамика алкалоидоносности черкеза (*Salsola Richteri* Kar.) (Ферганская долина, Кокандский лесхоз, 1940)

Фазы развития растений	Сумма алкалоидов в % к весу воздушно-сухого растения	В том числе	
		% сальсолина	% сальсолидина и др. алкалоидов
Образование семян	1.22	0.65	0.57
Созревание семян	1.26	0.73	0.53
Плодоношение до заморозков	1.18	0.62	0.56
Плодоношение после первых заморозков	0.75	0.44	0.31

Из табл. 1 видно, что после заморозков содержание алкалоидов в черкеше заметно понизилось. Обращает на себя внимание также, что понижение содержания алкалоидов в растениях (правда весьма незначительное) имело место ещё до заморозков и наступило в начале плодоношения. Этот факт свидетельствует о том, что по мере завершения вегетации растений, в особенности с началом образования плодов и семян, начинаются процессы, ведущие к постепенному понижению алкалоидоносности. Такой процесс наблюдается у целого ряда растений и носит характер определённой закономерности. Материал, показывающий влияние заморозков на содержание алкалоидов в некоторых растениях, сведён нами в табл. 2.

Следует, однако, заметить, что интенсивность реакции различных алкалоидоносных растений на понижение температуры далеко не одинакова. Не имея возможности приводить в настоящей краткой статье все имеющиеся у нас данные, считаем необходимым указать, что белладонна — *Atropa belladonna* L., *Thermopsis lanceolata* R. Br. и *Sophora alopecuroides* L. — являются, видимо, такими растениями, алкалоидоносность которых уже при действии первых лёгких заморозков значительно снижается.

Veratrum album L., *Lobelia sessilifolia* Lam., *L. siphilitica* L. и, в особенности, *Datura stramonium* L. оказались более стойкими, вследствие чего их алкалоидоносность после первых заморозков снизилась менее значи-

ТАБЛИЦА 2

Алкалоидоносность растений в условиях Севера
(Интродукционный питомник отдела растительных ресурсов Ботанического института им. В. Л. Комарова АН СССР, Ленинград, 1939 и 1940 гг.)

Название растений	Содержание алкалоидов в % к весу воздушно-сухого растения			
	в конце вегетации, до заморозков		после сильных заморозков (до —5°C)	
	1939	1940	1939	1940
<i>Atropa belladonna</i> L.	0.410	0.405	0.080	0.122
<i>Datura stramonium</i> L.	0.280	0.547	0.038	0.180
<i>Lobelia sessilifolia</i> Lam.	0.20	0.333	0.147	0.126
<i>Lobelia inflata</i> L.	0.140	—	0.020	—
<i>Lobelia siphilitica</i> L.	—	0.205	—	0.10
<i>Veratrum album</i> L.	0.078	—	0.008	—
<i>Thermopsis lanceolata</i> R. Br.	—	0.440	—	0.101
<i>Sophora alopecuroides</i> L.	—	1.040	—	0.550

Представленные в табл. 2 данные наглядно показывают отрицательное влияние заморозков на накопление алкалоидов в растениях. Этот факт может считаться бесспорным. Несколько повышенное содержание алкалоидов у дурмана — *Datura stramonium* L. — и лобелии — *Lobelia sessilifolia* Lam. — в

отношении устойчивости её алкалоидов к воздействию биохимических процессов, возникающих в растениях вследствие заморозков, особенно выделяется *Lobelia inflata* L. Факты различного поведения алкалоидоносных видов растений в отношении утери ими алкалоидов при пони-

жении температуры представляют, как нам кажется, большой научный и практический интерес. Как мы полагаем, причины этого явления могут быть различными. Возможно, что здесь имеют значение морфолого-анатомические особенности самих растений, а вероятнее всего, стойкость тех или других алкалоидов, заключённых в растениях, против различных биохимических процессов, возникающих в растениях вследствие заморозков, представляется здесь более существенной. Во всяком случае, этот вопрос настоятельно требует дальнейшей проверки и изучения.

Из всего сказанного уже вполне ясно, что для заготовителей лекарственно-технического сырья учёт влияния отрицательной температуры на алкалоидоносность растений весьма актуален. При этом следует заметить, что Босхарт и Бергольд [3] установили, что собранные алкалоидоносные растения, подвергавшиеся воздействию заморозков, а затем высушенные, также очень быстро и значительно теряют свою алкалоидоносность, даже при нормальных условиях хранения. Последнее обстоятельство придаёт рассматриваемому нами вопросу ещё большую важность. Необходимо также указать, что даже в лучших руководствах по заготовке лекарственно-технических растений этому вопросу должного внимания не уделяется. Это объясняется, в известной степени, тем, что пути преобразования алкалоидов в растениях вообще ещё далеко не изучены и, в частности, не ясен вопрос о преобразовании алкалоидов под влиянием низкой температуры. Пока здесь возможны только лишь общие соображения, позволяющие предполагать, что процессы, протекающие в растениях под влиянием различных ферментов, после воздействия на них низких температур ещё более ускоряются. Однако следует подчеркнуть, что отрицательное влияние температуры ниже 0°C на степень алкалоидоносности растений является фактом, который должен учитываться заготовителями лекарственно-технического сырья. Также несомненно, что этот вопрос должен быть освещён и в специальных руководствах.

Рассмотренный нами материал имеет ещё и другое значение. Дело в том, что ядовитость многих растений, по своим кормовым данным являющихся весьма ценными, обусловлена содержанием в них алкалоидов. В обычное время скот эти растения не поедает. Таким образом, после воздействия на эти растения осенних заморозков, они могут оказаться вполне безвредными и использоваться как высокопитательные травы в качестве корма.

Общеизвестно, например, что ядовитое растение — чемерица, по наблюдениям на Кавказе, после осенних заморозков прекрасно поедается скотом без предных последствий. Известно также, что *Anabasis arylla* (итсегек), содержащий весьма токсичный алкалоид анабазин, после заморозков хорошо поедается верблюдами, также без вредных последствий.

Из всего сказанного выше возможно сделать следующие выводы:

1) Отрицательное влияние температуры ниже 0°C на алкалоидоносность растений является несомненным фактом и должно учи-

тываться заготовителями лекарственно-технического сырья.

2) Представляется весьма важным выявление морозостойкости отдельных видов растений в смысле стойкости в них алкалоидов во время биохимических процессов, возникающих в растительном материале при низких температурах. Это позволит производить отбор наиболее подходящих форм растений для культуры на Севере.

3) Потеря после заморозков алкалоидоносными растениями своих вредных, ядовитых качеств может рассматриваться как путь превращения вредных трав в корм для животных.

4) Вопрос о влиянии температуры ниже 0°C на алкалоидоносность растений требует дальнейшего изучения. Это позволит ещё более приблизиться к пониманию роли алкалоидов в растениях, а также будет содействовать лучшему разрешению некоторых народно-хозяйственных задач.

Л и т е р а т у р а

- [1] K. Boshart und M. Bergold. Der Alkaloidgehalt freier Stechapfel-Blätter. Heil und Gewürzpflanzen, 1925—1926. — [2] K. Boshart und M. Bergold. Der Alkaloidgehalt der Stechapfelblätter zu verschiedener Tageszeiten und bei verschiedener Trocknung. Ibid., IX, Lief. 3, 1926—1927. — [3] В. Н. Минервин. Кормовые свойства и особенности ядовитых растений. Тр. Туркмен. фил. АН СССР, IV, 1942. — [4] В. Н. Минервин. Ядовитые растения, их роль и значение в развитии животноводства. Тр. Туркмен. фил. АН СССР, I, 1941. — [5] В. Ольшевский. Дурман. Журн. «Сов. фармация», № 9—10, 1931. — [6] К. Т. Сухо-руков. Содержание алкалоидов в белладонне и дурмане в условиях Нижневолжского края. Журн. опыт. агроном. юго-востока, VI, № 1, 1928. — [7] В. С. Соколов. Некоторые вопросы динамики накопления алкалоидов в представителях семейства *Scrophulariaceae*. Сб. научн. раб. Ботан. инст. им. Комарова АН СССР, выполн. в Ленинграде за три года Отеч. войны (1941—1943 гг.). Лениздат, 1946.

В. С. Соколов.

ФИТОПАТОЛОГИЯ

ПОВРЕЖДАЕМОСТЬ РАЗЛИЧНЫХ ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД ДРЕВЕСНИЦЕЙ ВЪЕДЛИВОЙ

Древесница вьедливая (*Zeuzera pygmaea* L.) является полифагом, повреждающим большое количество разных лиственных пород. По литературным данным и на основании наших непосредственных наблюдений в природе в этот

список должны быть включены следующие древесные породы: клёны (*Acer campestre*, *A. dasycarpum*, *A. macrophyllum*, *A. platanoides*, *A. rubrum*, *A. saccharum* и *A. negundo*), конский каштан, ольхи — чёрная и серая, берёзы (*Betula verrucosa* и *B. pubescens*), самшит, граб, каркас, лещина, боярышники (*Crataegus toponogyna*, *C. oxyacantha* и *C. orientalis*), айва, ракитник, бересклеты — бородавчатый и европейский, бук, ясени (*Fraxinus excelsior*, *F. pubescens*, *F. viridis*), грецкий орех, бирючина, мушмула, черёмуха, вишня, груша, яблоня, фисташник, тополи — белый и чёрный, гранатник, дубы (*Quercus alba*, *Q. pedunculata*, *Q. sessiliflora* и *Q. suber*), маслина, смородина, акация белая, ивы (*Salix alba* и *S. fragilis*), бузина — чёрная и красная, рябина, волжанка, сирень, липы (*Tilia americana* и *T. cordata*), ильмы (*Ulmus campestris*, *U. effusa* и *U. montana*), гледичия и виноград. Из 62 пород списка свыше 30 произрастают в естественном состоянии или вводятся в лесные культуры в лесах, парках, садах и популяционных лесных полосах Европейской части СССР.

Издавна замечено, что не все древесные породы повреждаются древесницей в одинаковой степени. Так, например, ещё И. Шевырев [1] отметил для Велико-Анадольского лесничества Сталинской области УССР, где в конце прошлого столетия имело место массовое размножение древесницы въедливой, следующую последовательность в степени повреждения этим вредным насекомым отдельных пород (ясень, вяз, берест, клён, дуб).

Однако до последних десятилетий цифровых данных о заражённости древесницей различных древесных пород, основанных на соответствующих подсчётах, в литературе не было.

В 1931—1935 гг. в Тимирязевском лесхозе Сталинской области и Ворошиловском лесхозе Северо-Кавказского края нами были произведены перечёты на визирах и пробных площадях, давшие следующие средние результаты (табл. 1).

ТАБЛИЦА 1

Название пород	Тимирязевский лесхоз			Ворошиловский лесхоз		
	количество деревьев		‰ заражённости	количество деревьев		‰ заражённости
	обследованных	заражённых		обследованных	заражённых	
Ясень	3555	1142	32	7158	2441	34
Ильмовые	989	34	3	1092	89	8
Дуб	1451	34	2	743	18	2
Липа	513	5	1	—	—	—
Клён	1394	0	0	—	—	—

Хотя в разные периоды времени в разных районах заражённость отдельных пород колебалась в известных пределах, но общая последовательность в степени повреждения главнейших пород оставалась для всех обследованных районов одной и той же, а именно: ясень, ильмовые, дуб, гледичия, липа, клёны и другие породы. Наиболее излюбленной породой для древесницы является ясень, в связи

с чем Календер [2] ещё в 1874 г. предлагал называть её не «*Zeuzega rugina*», а «*Z. fraxini*».

До последнего времени заражённость древесницей разных видов ясеней не исследовалась. Первую попытку в этом отношении сделал В. Я. Парфентьев [3], указавший для Камышина, что древесница въедливая в большей степени повреждает ясень обыкновенный по сравнению с ясенем американским, который таким образом и рекомендуется для введения в лесные культуры. По данным Б. М. Сидорченко [4], из американских видов ясеней в условиях УССР наиболее распространён ясень пенсильванский (*Fraxinus pensylvanica* Marsh.), затем идёт ясень ланцетолистный (*F. lanceolata* = *F. viridis* Michx), введение которого за последние годы в лесные посадки значительно возросло; собственно же американский ясень (*F. americana*) встречается очень редко.

Сравнительные учёты заражённости, проведённые нами в Велико-Анадольском лесхозе Сталинской области и в Вознесенском лесхозе Одесской области, указывают, что в условиях лучшего увлажнения ясень пенсильванский (по определению С. С. Пятницкого) бывает заражён древесницей в меньшей степени по сравнению с ясенем обыкновенным, а в условиях большей сухости почвы ясень пенсильванский бывает заражён в такой же степени, как и ясень обыкновенный.

Совершенно нет данных о повреждаемости древесницей ясеня ланцетолистного, который в новейшей литературе [5, 9] рекомендуется для широкого введения в популяционные лесные полосы.

Кроме количественной характеристики отношения древесницы к разным породам, важно также знать и качественную характеристику отдельных пород как кормовых растений древесницы. В этом отношении показательно изучение плодovitости бабочек древесницы на разных породах.

Летом 1937 г. нами были произведены обмеры и взвешивания куколок древесницы, добытых из ясеня и дуба (табл. 2).

Куколки (как самцов, так и самок) из дуба отличались значительно меньшей величиной и меньшим весом по сравнению с куколками из стволов ясеня, что указывает на лучшие кормовые свойства ясеня по сравнению с дубом.

В литературе накопились данные [6, 7, 8], определённо указывающие на прямую зависимость между размерами и весом куколок бабо-

ТАБЛИЦА 2

Порода	Куколки самцов				Куколки самок			
	количество экземпляров	средние данные (в мм)			количество экземпляров	средние данные (в мм)		
		длина	ширина	вес		длина	ширина	вес
Ясень	20	26	5	620	25	35	7	1240
Дуб	16	19	3	400	21	26	4	600

чек и количеством откладываемых ими яиц, что даёт возможность уже а priori утверждать наличие такой зависимости и у древесницы вьедливой. Таким образом ясень, являющийся в условиях обследованных районов наилучшей кормовой породой для древесницы вьедливой, не только заселяется ею чаще, но и даёт в таких случаях наиболее плодovитых бабочек.

Изучение плодovитости бабочек древесницы вьедливой из всех повреждаемых ею пород даст возможность выявить, какие древесные породы повреждаются лишь в исключительных случаях и не имеют значения, как кормовые растения.

Большая плодovитость древесницы, развивающейся в ясеню, по сравнению с древесницей, развивающейся в дубе и, возможно, в других породах, объясняет тот факт, что многие породы повреждаются только в смеси с ясенем; при отсутствии же ясеня в составе этих насаждений древесница их вовсе не трогает, поэтому очаги массового размножения древесницы и приурочены к чистым ясеневым насаждениям. К числу пород, не повреждаемых древесницей вьедливой как в чистых насаждениях, так и в смеси между собой, относятся дуб, гледичия, клёны и другие породы.

Это указывает на целесообразность замены ясеня, для предупреждения появления очагов древесницы, этими породами, особенно в южных районах и на сухих экспозициях, где находит особенно благоприятные условия древесница вьедливая.

Л и т е р а т у р а

[1] И. Ш е в р е в. Вредные насекомые южных степных лесничеств. 1892. — [2] K a l e n d e r. Entomologische Zeitung. Stettin, 1874. — [3] В. Я. П а р ф е н т ь е в. Древесница вьедливая в Камышинском опорном пункте Саратовской агролесомелиоративной станции. Защита растений, № 13, 1937. — [4] Б. М. С и д о р ч е н к о. Ясени, их систематика, распространение, культура и использование. Рукопись Весело-Боковеньской дендростанции, 1934. — [5] П. В. Б ы к о в и Ф. С. Е ф е т о в. Полезахисні лісові смуги. 1937. — [6] М. М. Л е в и т. Мінливість лялечок та плідність метеликів прядки-недопарки (*Porthetria dispar* L.). Тр. Инст. Зоолог. та Біолог. ВУАН, т. 2, 1935. — [7] Н. С. С к о б л о. Питание и плодovитость. Сб. ВИЗР, № 7, 1933. — [8] Н. С. С к о б л о. Питание и плодovитость бабочек лугового мотылька. Защита растений, № 11,

1936. — [9] Б. И. Л о г г и н о в. Полезахисні лісові насадження ДВСУ, стр. 19—32, 1946.

М. А. Анфинников.

ЗООЛОГИЯ

РЕЧНЫЕ БОБРЫ НА КОЛЬСКОМ ПОЛУОСТРОВЕ

В конце XVII и начале XVIII в. речные бобры встречались во многих районах западной части Кольского полуострова. Они были распространены в бассейнах рек Туломы и Колы, на Вороньей, по Б. и М. Лице, Уре, а также в речках бассейна оз. Имандры. Хищнический промысел к началу 1880-х годов привёл к полному истреблению бобров на Кольском полуострове [2].

В 1934 г. в СССР были начаты первые опыты по реакклиматизации речных бобров в районах их бывшего обитания. Летом того года партию в восемь бобров, отловленных в Воронежском заповеднике, доставили на Север и выпустили на р. Чуне в Лапландском заповеднике. В 1937 г. ещё шесть бобров было выпущено на соседней реке — Нявке (фиг. 1).

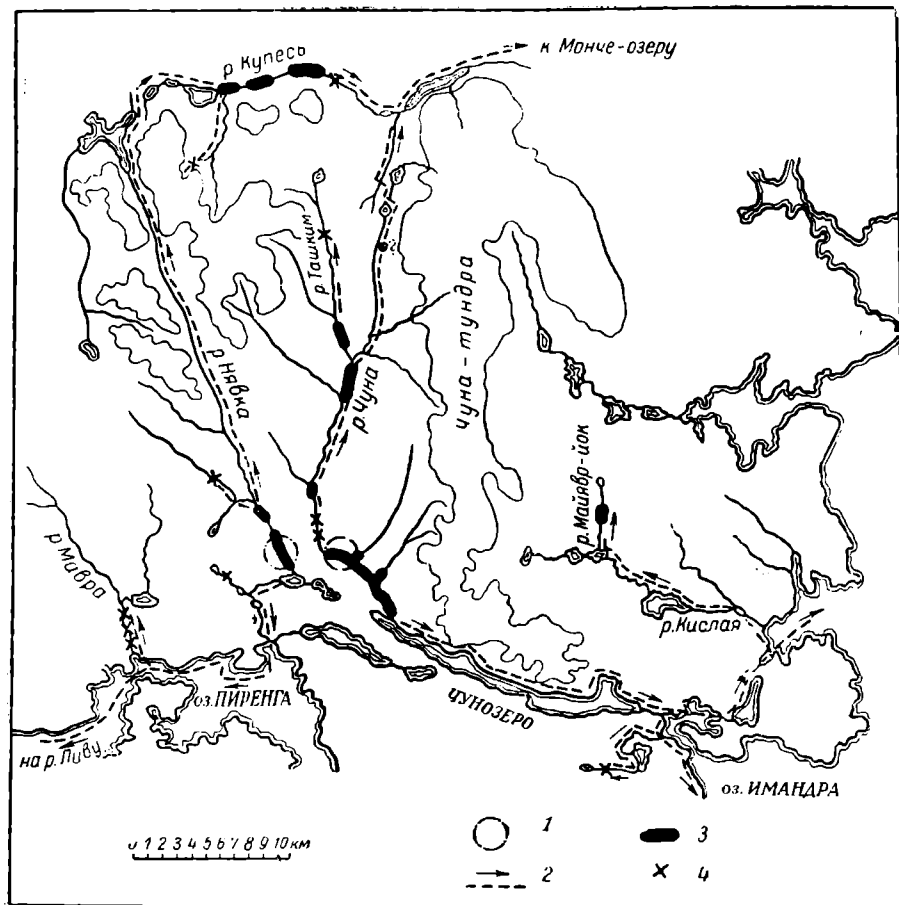
С 1934 по 1939 г. экология бобров на Кольском полуострове служила предметом деятельного изучения со стороны ряда сотрудников Лапландского заповедника (О. Семенов-Тянь-Шанский, 1938; М. Владимирская, 1938; А. Пономарев, 1940), описавших свои наблюдения в серии очерков. Из них опубликована лишь небольшая часть. В 1941 г., временно зоологические исследования в заповеднике были прекращены и о дальнейшей судьбе лапландских бобров долгое время почти ничего не было известно.

Летом 1947 г. нам пришлось обследовать большую часть рек Лапландского заповедника.¹ Это обследование вместе с материалами, собранными в заповеднике за ряд предвоенных лет, позволяет подвести некоторые итоги реакклиматизации бобров на Кольском полуострове.

Территория заповедника хорошо знакома автору, так как он работал здесь в течение 1938—1941 гг.

За прошедшие 10 с лишним лет численность бобров в заповеднике сильно возросла. В 1947 г. мы нашли в заповеднике более 30 семейных поселений бобров, с общей численностью поголовья, включая одиночек, свыше 100 штук.¹ Особенно хорошо заселённой (более 60 бобров) оказалась р. Чуна и её притоки — Ташким и мелкие ручьи. Здесь мы нашли

в 1940 г. была обнаружена ещё одна хатка. Заметим, что и в прошлом бобры на Кольском полуострове также рыли норы. А. Миддендорф [1], охотившийся в середине прошлого века на бобров в бассейне оз. Имандры, приводит, как редкий случай, указание одного путешественника на встречу им в Лапландии трёхрусной бобровой постройки.



Фиг. 1. Схема расселения бобров в Лапландском заповеднике.

1 — места выпуска бобров, 2 — пути расселения бобров, 3 — жилые поселения бобров, 4 — покинутые поселения.

самые мощные бобровые поселения, одновременно обнаружив следы «строительной деятельности» бобров: хатки из веток и берёзовых чурок, а также каналы.

Бобры в заповеднике живут почти исключительно в норах и до нашей находки лишь

Из осторожности семейное поселение бобров мы приравниваем только к трём головам. В Воронежском заповеднике, где условия для бобров более благоприятны, В. Хлебович [3] принимает, что семья состоит, в среднем, из четырёх бобров.

Один из каналов, найденных нами близ устья Сылл-уая, притока р. Чуны, имел длину до 60 м, при глубине до 0.4 м и ширине 0.3 м. Он был проведён бобрами по болоту, обильно заросшему ивняком, и одним из концов упирался в высокую бровку берега, через которую к реке вёл короткий, хорошо натёртый вылаз. Канал лишь местами был наполнен водой, но в дожди её уровень, очевидно, стоял много выше. По каналу бобры подтаскивали к реке ивняк, обильно постриженный в окрестностях.

На другой реке, Нявке, мы нашли лишь семь семейных поселений бобров. Река эта

отличается порожистостью, уровень её резко колеблется. Поэтому неудивительно, что уже в 1937 и 1938 гг., т. е. непосредственно вслед за выпуском здесь бобров, часть их выселилась в другие районы.

Заметим, что условия жизни для бобров на р. Купесь не менее благоприятны, чем на Чуе.

Р. Купесь видимо послужила вторичным очагом для расселения бобров. В 1941 г. было



Фиг. 2 Бобровая плотина на ручье.
Фото О. И. Семенова-Тян-Шанского.

Так, в 1937 г. один из бобров спустился по реке до оз. Пиренги и отсюда озёрами и реками проник далеко к западу от границ заповедника на р. Ливу, проплыв в общей сложности более 80 км. Бобр здесь перезимовал, но осенью 1938 г. свежих следов его пребывания уже не нашли. Однако, по собранным нами сведениям, бобры на р. Ливе укоренились и теперь живут оседло.

Другой бобр, видимо летом 1938 г., поднялся к верховьям Нявки,¹ преодолев при этом десятки больших порогов. Через Нявкозеро и неширокий болотистый водораздел он проник отсюда на р. Купесь, по которой проходит северная граница заповедника. Поселение бобра здесь было найдено в конце 1938 г. В последующие два года бобровые погрызы находили во многих участках р. Купесь, а также на её притоках.

Пройдя всю реку Купесь в 1947 г., мы обнаружили шесть семейных поселений. Очевидно, уже в 1939—1940 гг. в этот район проникло ещё несколько бобров, послуживших родоначальниками новых колоний. Зверь могли заходить сюда не только с Нявки, но и через верховья Чуны,² к которым близко подходят истоки одного из притоков р. Купесь.

получено сообщение от опытного охотника саама И. Герасимова, что осенью предыдущего года он нашёл следы пребывания бобра на р. Колне. Река эта принадлежит к бассейну р. Туломы, имеющей сток к Баренцову морю. Колна вытекает из Колнозера, в которое впадает р. Колныш, своими истоками близко подходящая к ручьям, текущим в р. Купесь.

В 1947 г. пришло известие о нахождении бобров на речках к северу от Монче-озера. К сожалению, оба последних сообщения проверить не удалось.

С р. Чуны бобры расселялись не только через её верховья, но и вниз по течению. Уже в 1934 г. был отмечен случай выхода бобра в Чунозеро. В 1940 г. один бобр, проплыв всё Чунозеро (18 км), через ряд озёр и рек проник на небольшой ручей Мертъявр-уай, к югу от заповедника. Бобр здесь перегородил ручей (2,5—3 м) плотиной, подняв уровень воды с 0,5 до 1,5 м. Ниже плотины на берегу была возведена хатка. На этом ручье бобр прожил несколько лет, но в 1947 г. его здесь уже не было.

Зато летом 1947 г. поселение бобра нашли на ручье Майявр-йок,¹ впадающем в р. Кислую. Вероятнее всего, бобр зашёл сюда с р. Чуны, пройдя длинный путь более чем в полусотню километров по Чунозеру, оз. Вочеламбине и Имандре. При обследовании ручья,

¹ Погрызанную бобром осину здесь обнаружили много времени спустя, только в 1939 г.

² Старые бобровые погрызы найдены здесь летом 1939 г. В этом же районе свежие следы пребывания бобров обнаружены летом 1947 г.

¹ По-саамски это значит «ручей бобрового озера».

наряду с совсем свежими, найдены погрызы берёз давностью до года. Таким образом, в последние годы бобры начали осваивать и восточную часть заповедника, и теперь на его территории из сравнительно больших рек только р. Мавра не имеет постоянного бобрового населения.

Успешное расселение бобров по заповеднику и соседним районам делает вероятным, что со временем большинство водоёмов Лапландии вновь окажется заселённым. Однако, чтобы ускорить этот процесс, желателен выпуск новых партий из Воронежского заповедника в те водоёмы, где их ещё нет.

В 1935 и 1936 гг. на юге Кольского полуострова на р. Оленице (впадает в Канда-лакшский залив между реками Умбой и Варзугой) и ее притоке — Лай-ручей, в общей сложности, было выпущено 19 бобров.

Об их судьбе после 1941 г. в течение долгого времени ничего не было известно. Уже после составления заметки, мне стало известно, что летом 1947 г. этот район обследовали студенты московского пушно-мехового института. По любезному сообщению одного из участников экспедиции — А. С. Рыковского, на р. Оленице и её притоках имеется 3 бобровых поселения (одно с плотиной) с общим поголовьем до 25 штук. На р. Варзугу, к которой близко подходят верховья Оленицы, бобры до сих пор не проникли.

Л и т е р а т у р а

[1] А. Миддендорф. Путешествие на север и восток Сибири, ч. II, отд. 5. Прим. к стр. 72, 1869. — [2] О. Семенов-Тянь-Шанский. Опыт реакклиматизации

речного бобра в Лапландском заповеднике. Тр. Япландск. заповедн. т. I, 1938. — [3] В. Хлебович. Материалы по экологии речного бобра. Тр. Воронежск. заповедн., т. I, 1938.

А. А. Насимович.

ПОЯВЛЕНИЕ ЗОЛОТИСТОЙ ШУРКИ В ЖИТОМИРСКОЙ ОБЛАСТИ

В 1947 г. впервые появилась в Житомирской области шурка золотистая (*Meops aria-ster* L.).

25—30 мая можно было наблюдать стайки по 20—50 этих птичек, которые с громким криком кружились в воздухе, то поднимаясь на значительную высоту, то стремглав опускаясь. В первых числах июня стайки исчезли и лишь отдельные пары остались для гнездовий. Последние держались преимущественно оврагов, поросших отдельными деревьями и кустарником, и в норках крутых обрывов устроили свои гнезда. Улетели во второй половине августа (числа 20—25). Весной 1948 г. прилетели снова 22 мая.

Это первый случай появления указанного вида в Житомирской области. Добытые экземпляры хранятся в коллекциях Житомирского областного музея.

В. И. Бруховский.

ИСТОРИЯ и ФИЛОСОФИЯ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ НАСЛЕДИЕ ЧЕБЫШЕВА

В. Е. ПРУДНИКОВ

На протяжении всего XIX в. русские математики успешно выполняли две задачи, которые были поставлены ещё Петром I: «производили» свою науку и внедряли её в широкие народные массы.

Этому успеху в значительной мере способствовало развитие у нас математики как учебного предмета. Вопросами преподавания своей науки в школах всех разрядов русские математики всегда интересовались. Исключением не были и те из них, которые стояли в первом ряду научных деятелей своего времени. Выдающиеся русские математики прошлого века не замыкались в круг своих узких научных интересов, а значительную долю своего времени и сил отдавали делу народного образования, понимали всю важность этого великого дела и сочувствовали ему, что в значительной степени характеризует их общественное лицо.

Известна широкая деятельность по народному образованию академиков Румовского и Фусса, особенно их участие в составлении и обсуждении проекта гимназического устава 1804 г., в составлении первого каталога учебных руководств по математике и другим предметам для гимназий и т. д.

Оба они, кроме того, были авторами сочинений, служивших в своё время учебными руководствами по математике для гимназий. Известна также широкая педагогическая деятельность акад. Гурьева и проф. Осиповского; по инициативе первого, между прочим, была создана в самом начале XIX в. специальная математическая комиссия при Морском корпусе, ставившая себе целью найти наиболее рациональные методы обучения математике; по учебнику математики второго училась молодежь нашей страны в первое десятилетие XIX в. Великий русский геометр Лобачевский, подобно своим предшественникам, с большим интересом относился к педагогическому делу, в частности, к преподаванию элементарной математики. Одно время (в начале 1830-х годов) он сам руководил преподаванием алгебры в Казанской гимназии, а по его запискам в этой гимназии преподавалась математика.

Академики Остроградский, Буняковский и Сомов, внесшие ценные вклады в сокровищницу математической науки, находили для себя возможным вникать в постановку преподава-

ния арифметики, алгебры, геометрии и тригонометрии, писали и издавали учебники по этим наукам и методические указания к ним.

Знаменитый для своего времени астроном и выдающийся профессор Московского университета Перовшиков, педагогическую деятельность которого высоко ценил Чернышевский, в течение всей своей долгой жизни уделял живое внимание средней школе. По его «Ручной математической энциклопедии» учились математике Гоголь, Лермонтов, Милютин и другие знаменитые люди нашей страны. Перовшикова, даже когда он был ректором Московского университета, нередко можно было видеть на экзаменах в 1-й Московской гимназии, воспитанники которой долгое время учились по его «Курсу чистой математики для гимназий».

Трудам Лобачевского, Остроградского, Буняковского, Сомова, Гурьева, Перовшикова, Румовского и Фусса преподавание элементарной математики в низших и средних школах и было обязано тем высоким уровнем, на каком оно находилось в середине прошлого века. Намеченный ряд русских математиков продолжал Чебышев. В последние годы о нём писали сравнительно много; но главное усилие при этом было направлено на то, чтобы познакомить советских читателей с научным наследием великого русского математика. Сейчас найдены новые материалы, позволяющие говорить о педагогическом наследии Чебышева, что значительно расширяет сложившееся обычное представление о нём. Подобно своим упомянутым выше предшественникам, Чебышев был не только академик и великий учёный, обогативший математическую науку рядом выдающихся открытий, но и крупный деятель в области народного просвещения, много поработавший на пользу русских школ всех разрядов, начиная с воскресных и кончая университетами и специальными институтами.

Найденные новые материалы свидетельствуют, что Чебышев с живым интересом относился к вопросам методики и дидактики, в частности к вопросам преподавания элементарной математики в низших и средних училищах.

Как известно, он не писал и не издавал своих школьных учебников по математике, не преподавал эту науку в школах. Тем не менее он оказал большое влияние на поста-

новку преподавания элементарной математики в гимназиях, прогимназиях, уездных и приходских училищах и даже воскресных школах.

Обстоятельства, которые привели Чебышева к деятельности по народному просвещению, вкратце, были таковы. В 1856 г. правительство решило восстановить Учёный комитет Главного управления училищ, упразднённый в 1836 г., и ввести в его состав лиц, пользовавшихся особым авторитетом в науке. Среди математиков того времени оно остановило свой выбор на Чебышеве, учёном с европейским именем, адъюнкте Академии Наук, действительном члене артиллерийского отделения Военно-учёного комитета и ординарном профессоре Петербургского университета.

Чебышев принял это предложение правительства. Он был назначен членом Учёного комитета по математическим наукам в 1856 г., а оставил службу там только в 1873 г., беспрерывно и непрестанно проработав, таким образом, 17 лет — срок сам по себе достаточный для суждения о плодотворности его работы в указанном Комитете.

Обязанности Чебышева в Учёном комитете были самые разнообразные; на него возлагалось: 1) участие в разработке уставов низших, средних и высших школ; 2) рецензирование математических учебников, предназначавшихся в качестве руководств и пособий для приходских, уездных училищ и гимназий; 3) постоянное наблюдение за тем, в каких учебных руководствах по математике нуждаются школы для более успешного преподавания и нахождения средств для удовлетворения этой нужды; 4) составление и рассмотрение программ по математике, и т. д.

Эти обязанности Чебышеву пришлось выполнять в наиболее трудный период в жизни Учёного комитета: надлежало подготовить и осуществить на деле одну из важнейших реформ в нашей стране — школьную.

Ни один из математических вопросов, связанных с этой реформой, не был решён без участия Чебышева, влияние которого было весьма значительным. Нужные сведения обо всём этом и дают найденные новые материалы, распадающиеся по своему содержанию на следующие группы:

1) отзывы об учебных руководствах по математике для низших и средних училищ; 2) программы для этого рода училищ по математике с объяснительными записками к ним; 3) доклады об учебных руководствах по математике и инструкции об объёме преподавания математики в этого рода училищах; 4) проекты объявления конкурсов на составление учебников по математике и космографии для гимназий, прогимназий и начальных народных школ; 5) мнения о проектах уставов высших учебных заведений (университетов и специальных институтов); 6) мнение о проекте устава Московского математического общества и о первом томе «Математического сборника», изданного в 1867 г. этим Обществом; 7) мнение о преподавании в начальных народных школах арифметики по способу Грубе; 8) записка о реальных классах в уездных училищах; 9) доклад о математических рукописях, поступивших на объявленный в 1865 г. конкурс; 10) мнение

об отчётах кандидатов, отправленных за границу для усовершенствования в науках: Ермакова, Лигина и Андреевского (будущих профессоров математики); 11) мнения об изменении порядка испытаний по математике лиц, желающих приобрести звание учителя; 12) некоторые другие материалы, не имеющие особенно важного научно-педагогического значения.

Главной и наиболее обширной из перечисленных групп является первая — отзывы об учебных руководствах по элементарной математике. Таких отзывов Чебышев дал свыше двухсот, сохранившихся до наших дней. Эти отзывы характеризуют участие Чебышева в таком важном для учебного дела вопросе, как оценка учебников; с другой стороны, эти отзывы сами по себе составляют весьма ценный материал для библиографии учебно-математической литературы и, особенно, для установления взгляда Чебышева на преподавание элементарной математики.

Мы не будем приводить сейчас полностью перечень тех руководств по математике, о которых дал отзыв Чебышев. Ограничимся только следующими:

I. Арифметика

- 1) Курс арифметики (Серре);
- 2) Руководство к арифметике (Назарова);
- 3) Методика арифметики (Евтушевского);
- 4) Сборник задач по арифметике для приготовления к курсу систематического курса (его же);
- 5) Практическая арифметика (Полякова);
- 6) Руководство к арифметике для средних учебных заведений (Андреевского);
- 7) Арифметика (Лёве).

II. Алгебра

- 8) Начальные основания алгебры (Тихомандрицкого);
- 9) Основания алгебры (Перевощикова);
- 10) Курс начальной алгебры (Краевича);
- 11) Начальная алгебра (Пржевальского);
- 12) Руководство алгебры и собрание алгебраических задач (Малинина и Буренина);
- 13) Сборник примеров и задач, относящихся к курсу элементарной алгебры (Бычкова).

III. Геометрия

- 14) Основания геометрии (Руше и Комбурса);
- 15) Начальная геометрия для средних учебных заведений (Беренса);
- 16) Начальная геометрия. Опыт методического руководства (Полякова);
- 17) Начальная геометрия (Воленса);
- 18) Собрание геометрических задач (Ритта).

IV. Тригонометрия

- 19) Начальные основания прямолинейной тригонометрии (Дмитриева);
- 20) Тригонометрия (Серре);
- 21) Руководство прямолинейной тригонометрии (Малинина);

22) Элементарная теория тригонометрических линий и прямолинейная тригонометрия (Соколова);

23) Прямолинейная тригонометрия и сборник тригонометрических задач (Пржевальского).

V. Космография

24) Руководство космографии для гимназий (Малинина);

25) Начала космографии (Краевича).

VI. Таблицы логарифмов

26) Сокращённые логарифмические таблицы (Буссе);

27) Пятизначные таблицы логарифмов (Пржевальского).

Из перечисленных 27 книг Чебышев для употребления в гимназиях и народных училищах одобрил: в качестве учебных руководств:

1) Арифметику (Лёве);

2) Алгебру (Тихомандрицкого);

3) Тригонометрию (Малинина);

4) Тригонометрию (Соколова);

5) Космографию (Краевича);

6) Алгебру (Малинина);

в качестве учебных пособий:

1) Алгебраический задачник (Бычкова);

2) Тригонометрию (Дмитриева).

Тригонометрия Пржевальского не была одобрена даже в качестве учебного пособия, но признана полезной, по богатству материала, для гимназических библиотек.

Остальные книги не были одобрены по разным причинам, из которых главными являлись: несоответствие гимназическому курсу и нестрогость доказательств.

Чтобы иметь представление о характере отзывов Чебышева о математических руководствах, приведём следующий из них:

«Практическая арифметика (в 3-х частях), П. Полякова (Москва, 1871 год).

«Курс арифметики г. Полякова содержит в себе эту науку в полном составе: кроме учения о целых числах и дробях, в нём заключаются и пропорции с тройными правилами и корни кв. и куб.

«По содержанию своему этот курс даже выходит за пределы программы преподавания арифметики в гимназиях, где извлечение кв. и куб. корней отнесено к алгебре, но по изложению своему арифметика г. Полякова далеко не соответствует требованию гимназического курса, так как в ней многие доказательства предложений особенно важных изложены неудовлетворительно. Чтобы показать, до какой степени в этом отношении страдает арифметика г. Полякова, приведу здесь доказательства, предлагаемые автором относительно различных предложений. На стр. 21 читаем: „Неизменяемость произведения от перестановки производителей: 5×4 значит 5 повторить четыре раза в сложении, т. е. $5+5+5+5=20$. 4×5 значит 4 повторить в сложении 5 раз, т. е. $4+4+4+4=20$.

„Итак, все равно, что 5×4 или 4×5 ;

следовательно, от перемены порядка производителей произведение не меняется“.¹

Приведя ещё несколько подобных примеров, Чебышев сделал своё заключение о том, что «Курс арифметики» Полякова не может быть одобрен для употребления в гимназиях ни в качестве учебного руководства, ни в качестве учебного пособия. Учёный комитет согласился с заключением Чебышева.

Мы привели этот отзыв, с одной стороны, потому, что он характерен для Чебышева, требовавшего доказательной формы изложения арифметики. С другой стороны, этот отзыв имел свои интересные последствия, которые мы вкратце позволим себе привести.

П. А. Поляков — преподаватель математики 1-й Московской гимназии, видный педагог своего времени, автор ряда учебных руководств по математике.

Неудовлетворительный отзыв Чебышева о «Практической арифметике», выдержавшей в 1871 г. уже четвёртое издание,² заставил Полякова написать на имя министра народного просвещения докладную записку, поддержанную Московским учебным округом, где членом попечительского совета по математике был проф. А. Ю. Давидов.

В этой записке Поляков просил Учёный комитет отменить свой «строгий приговор» о его арифметике и включить её, если не в число полезных руководств, то, по крайней мере, в число пособий.

Записка Полякова была передана министром народного просвещения на рассмотрение Учёного комитета, который, в свою очередь, передал её Чебышеву. Вот что докладывал последний Учёному комитету по поводу этой записки в марте 1872 г.

«Касательно замечаний, сделанных Учёным комитетом о том, что некоторые заключения, выводимые г. Поляковым, не имеют надлежащей строгости, он в своей объяснительной записке говорит следующее: „В объяснительной прежней записке, представленной вместе с учебником, я сам сознавался в таком недостатке и приводил тому следующую причину: первая часть практической арифметики и начало второй (статья о делителе), содержат в себе не совсем точные определения и доказательства по той причине, что строгие научные определения и доказательство недоступны для детей того возраста, в котором обыкновенно проходит арифметика. Поневоле приходится жертвовать строгою точностью в пользу ясности и доступности предмета. Впрочем, такая необходимая жертва не может несколько повредить делу, потому что арифметика, при повторении её учениками 7-го класса гимназии, излагается в строго научной форме по учебникам совершенно различным с теми, какие употребляются в низших классах“.

«Такой взгляд на преподавание арифметики положительно неверен. Доказательства,

¹ Центральный Государственный исторический архив в Ленинграде. Фонд № 734, опись № 3, 1872 г., дело № 18, стр. 187—193.

² Девятое издание «Практической арифметики» Полякова вышло в 1897 г.

лишённые надлежащей строгости, ничего, кроме вреда, принести не могут. Не говоря уже о напрасной потере времени, употреблённого на изучение таких доказательств, нестрогие доказательства вредно действуют на умственные способности учеников, приучая их видеть там достаточную причину, где её нет. Если что-либо не может быть строго доказано, необходимо это прямо сказать ученикам, а не вводить в заблуждение, предлагая им нестрогое доказательство: пример этого нам дал сам Евклид в своей геометрии.

«Г. Поляков также ошибается, утверждая, что при повторении арифметики в VII классе гимназии она излагается по учебникам, совершенно различным с теми, какие употребляются в низших классах. Не говоря уже о том, что нельзя с успехом проходить алгебру с учениками, не вполне усвоившими арифметику, преподавание арифметики в гимназиях потребовало бы слишком много времени, если бы её стали проходить два раза по двум разным учебникам и предлагали различные доказательства на те же самые истины».¹

Учёный комитет и на этот раз согласился с мнением Чебышева, оставив в силе своё прежнее заключение о неудовлетворительности «Практической арифметики» Полякова.

Весь изложенный инцидент важен тем, что послужил поводом для Чебышева высказать свой взгляд на преподавание арифметики.

Мы видим, таким образом, что в этом преподавании он обращал особое внимание на объяснение в школьной обстановке закона коммутативности произведения. Изложение этого закона в учебнике Полякова, как и в некоторых других, представлявшихся на рассмотрение, Чебышев находил недостаточным со стороны полноты и убедительности.

Представляет особый интерес вопрос: какое же объяснение этого свойства при изучении арифметики Чебышев считал «достаточным»? Само собой разумеется, что он не имел в виду объяснение аксиоматическое или при помощи принципа математической индукции, для чего потребовались бы знаменитые алгебры. Он, повидимому, имел в виду «надлежащее» объяснение при помощи прямоугольной схемы закона коммутативности при умножении двух конкретных чисел, например $5 \times 4 = 4 \times 5$, затем распространение этого закона на два любые конкретные числа ($8 \times 7 = 7 \times 8$, $4 \times 3 = 3 \times 4$, и т. д.), а дальше распространение свойства переместительности при перемножении трёх и более сомножителей (в связи с законом сочетательности).

К сожалению, непосредственных высказываний самого Чебышева по этому вопросу найти не удалось. Но косвенный ответ на поставленный вопрос дают те учебники арифметики, которые были одобрены Чебышевым в качестве руководств в гимназиях и прогимназиях. К числу их относятся: «Арифметика» Буяковского, «Руководство к арифметике»

Буссе, «Руководство к арифметике» Воленса, «Арифметика» Симашко. Особенными научными и методическими достоинствами обладало первое из перечисленных руководств, тщательно обсуждённое в своё время специальной математической комиссией во главе с Остроградским.

В «Арифметике» Буяковского (3-е изд., СПб., 1849, стр. 21—22) закон коммутативности произведения доказывается в тесной связи с пифагоровой таблицей умножения и при помощи прямоугольника (для произведения 5×6):

$$\begin{array}{r} 5 \times 6 = 1+1+1+1+1 \\ 1+1+1+1+1 \\ 1+1+1+1+1 \\ 1+1+1+1+1 \\ 1+1+1+1+1 \\ 1+1+1+1+1 \\ 1+1+1+1+1 \\ \hline \text{сумма } 6+6+6+6+6=6 \times 5=30. \end{array}$$

При доказательстве подчёркивалось, что «если бы вместо множителей 5×6 взяли какие ни есть другие, то подобным образом увидели бы, что произведение их одинаково, в каком порядке ни производилось умножение». Затем объяснялась неизменяемость произведения в случае трёх сомножителей при перестановке их местами.

Или вот как доказывалось упомянутое свойство произведения у Воленса (11-ое изд. СПб., 1878, стр. 37—38):

«Рассматривая действие умножения отвлечённых чисел, мы легко заметим следующее свойство: если множимое сделать множителем, а множителя множимым, то получится, то же самое произведение, как и прежде: так, 7, умноженное на 5, даёт то же число, что и 5, умноженное на 7. Объясним себе это свойство. Пусть, например, дано 4 умножить на 3; если 4, умноженное на 3, равно 12, то и 3, умноженное на 4, равно 12. Действительно, 4 умножить на 3, значит 4 единицы сложить сами с собою 3 раза, т. е.:

$$\begin{array}{l} 1+1+1+1 \text{ сложенные с} \\ 1+1+1+1 \text{ сложенные ещё с} \\ 1+1+1+1 \end{array}$$

Всего же в произведении будет 12 единиц, что окажется, если сосчитать число единиц первой строки, потом второй и потом третьей. 12 единиц мы должны получить и тогда, когда сосчитаем единицы в другом порядке, т. е. считая справа единицы 1-го вертикального столбца, потом единицы второго вертикального столбца, потом третьего и четвертого; в последнем случае мы найдем, что в 1-м столбце 3 единицы, во 2-м тоже 3, в 3-м тоже 3 и в 4-м 3; следовательно, во всех столбцах будет единиц: $3+3+3+3$ или 3×4 , и это произведение должно быть равно 12, точно так же, как 4×3 . Свойство это выражается словами так: произведение не изменяется, в каком бы порядке мы ни перемножали сомножителей».

Такое объяснение закона коммутативности произведения удовлетворило Чебышева, который нашёл указанное сочинение Воленса по изложению заслуживающим внимания и одобрил его.

¹ Центральный Государственный исторический архив в Ленинграде, фонд № 734, опись № 3, дело № 18, стр. 95—96.

Вообще Чебышев считал, что в арифметике надо давать такие объяснения, чтобы «ученик понял, почему при вычислении поступают так, а не иначе. Бессознательное заучивание различных приёмов, предлагаемых в арифметике, не может принести никакой пользы».¹

В своём проекте объявления конкурса на составление лучшего учебника по арифметике, геометрии, алгебре, тригонометрии и космографии Чебышев подчёркивал следующее: «при изложении означенных руководств должно быть обращено особенное внимание на ясность и определительность выражений, на устранение таких оборотов речи, при которых является возможность различного понимания смысла. Все объяснения должны быть вполне строги, без излишних подробностей и с крайней осмотрительным употреблением слов: очевидно, само по себе понятно и т. п., которые нередко употребляются авторами именно там, где доказательства представляют особенные затруднения. Из различных приёмов для доказательства теорем желательно, чтобы предпочтение было сделано тем приёмам, которые наиболее естественны; там, где могут быть употреблены одинаково способ доказательства от противного и способ пределов, употреблять последний».²

Надо заметить, что подобного рода принципиальных высказываний в найденных материалах о деятельности Чебышева в Учёном комитете — много, и касаются они всех предметов, входящих в состав элементарной математики. Они дают исследователю возможность установить до известной степени взгляд Чебышева на преподавание арифметики, геометрии, алгебры, тригонометрии и космографии в низших и средних училищах. Особенно ценны в этом отношении его отзывы об учебных руководствах по математике. Эти отзывы не пристрастны, но очень строги по своему характеру.

Решительное ограждение школ от плохих учебников по математике, стремление поднять преподавание этой науки в низших и средних училищах на надлежащую высоту путём одобрения для них только хороших руководств, которые излагали математику с надлежащими объяснениями и доказательствами, а не ограничивались только правилами и примерами на них, — это были главные задачи, которые поставил перед собой Чебышев, возглавляя математические науки в Учёном комитете.

Рукописи и книги всевозможного математического содержания текли широким потоком в Министерство народного просвещения, а оттуда в Учёный комитет к Чебышеву. Последний каждую рукопись и книгу прочитывал весьма внимательно, некоторые из них были настолько недоброкачественны, что Чебышев в своих отзывах иногда ставил вопрос о нормальности тех авторов, которые подобные рукописи представляли.

Вот, например, одна из таких рукописей: «Арифметика», составленная учительницей при-

ходского училища Флоринской (1866). По отзыву Чебышева, записка, которую Флоринская назвала «арифметикой», представляла набор фраз тёмных, сбивчивых и лишённых смысла, вроде следующих: «У нас есть счёты, деньги и доска с мелом; всё это не составляет арифметики, но когда будем уметь считать деньги просто, на счётах или письменно — это будет арифметика. Посмотрим на деньги — ничто иное как деньги, на счёты — ничто иное как счёты, на доску с мелом — ничто иное как доска с мелом...» и т. д.

Или вот сочинение обоянского землемера Богуславского: «Арифмография и арифметика» (1862), о которой Чебышев докладывал Учёному комитету следующее:

«Это сочинение г. Богуславского представляет чрезвычайно тёмное и сбивчивое изложение учения о числах целых отвлечённых и именованных. Не составив себе ясного понятия о том, что должно собственно составить арифмологию, автор в сочинении своём многие предметы полагает вдвойне, но несмотря на такое повторение объяснения одного и того же, у него всё остаётся не вполне ясным, и это, как можно полагать, происходит от того, что сам автор имеет сбивчивые понятия. Так в самом начале своего сочинения г. Богуславский, смешивая понятия величины вообще с величинами конечными и счёта предметов с измерением величин, говорит так:

„Конечною величиною называется всё, что только способно в нашем представлении и на самом деле увеличиваться и уменьшаться; например, стол, доска, перо, тетрадь и пр.: отсюда мы видим, что каждая конечная величина подвержена перемене или изменению; рядом же с понятием о перемене величины стоят числа. Числа нам знакомы с того времени нашей жизни, с которого мы начали определительно сличать или сравнивать между собою и различать величину одного от другого“. Подобные недостатки встречаются у автора очень часто».

Наряду с подобными недоброкачественными сочинениями, на отзыв Чебышева часто поступали весьма содержательные работы по элементарной математике молодых талантливых русских математиков (Жбиковский, Козлова и др.) и опытных преподавателей (Красевича, Малинина, Лёве, Симашко и др.).

Что касается остальных групп найденных материалов, то здесь наибольший интерес имеет проект программы преподавания математики для гимназий, составленный Чебышевым в 1858 г. По этому проекту, преподавание математики в гимназиях предполагалось значительно расширить включением в курс учебных предметов, кроме арифметики, алгебры, геометрии и тригонометрии, — основ аналитической и начертательной геометрий, механики, оптики, сферической тригонометрии и некоторых разделов анализа (понятие о функциях, производные, формула Тейлора и т. д.).

Намеченный в проекте Чебышева объём преподавания математики на много превышал не только существовавший в гимназиях того времени, но и объём, установленный уставом 1804 г., по которому, наряду с частями чистой математики до аналитической геометрии вклю-

¹ Там же, опись № 3, 1867 г., дело № 6, стр. 32.

² Там же, опись № 3, 1865 г., дело № 2, стр. 1180.

чительно, полагалось изучать прикладную математику (статику, гидравлику и т. д.).

Очень любопытна судьба указанного проекта. На протяжении шести лет, в течение которых обсуждалась в широких общественных и учительских кругах школьная реформа, этот проект подвергся многократным изменениям, отразившим в себе борьбу двух господствовавших тогда направлений в школьной политике — «классического» и «реального». Победило, в конце концов, первое из них, почему программа Чебышева по математике для гимназий была сведена на уровень программ 1852 г. с некоторым её расширением в «реальных» гимназиях. Удалось разыскать и собрать воедино все те многочисленные возражения, которые сделали педагогические советы гимназий и отдельные деятели народного просвещения в связи с обсуждением проекта программы преподавания математики 1858 г.

Интересна программа Чебышева по математике для уездных училищ, составленная в 1857 г. Особенность её та, что впервые в практике этого рода училищ обращалось внимание на доказательную форму изложения математики и на решение задач при изучении теории. Упомянутая программа снабжена методическими указаниями, дающими возможность ознакомиться с целями и приёмами преподавания элементарной математики в конце 1850-х годов.

Сохранилась подлинная записка Чебышева о том, как, по его мнению, следовало бы организовать «реальные курсы» при уездных училищах, чтобы придать им жизненный характер и вывести их из того безнадёжного тупика, в котором эти курсы, а вместе с ними и уездные училища, очутились в конце первой половины XIX в. Уездные училища предназначались для лиц «промышленного и торгового сословий». Вот как любопытно характеризовал Чебышев особенности этих людей:

«1. Недостаток умственного развития, вследствие чего собственными соображениями они не в состоянии выводить из общих начал науки те частные результаты, которые одни имеют непосредственное приложение в их практической деятельности.

«2. Отсутствие любознательности и преданность материальным выгодам, вследствие чего они не видят интереса в том, что не обещает никакой материальной выгоды».¹

¹ Там же, опись № 2, 1857 г., дело № 2, стр. 143.

При таких слушателях для успеха реальных курсов при уездных училищах Чебышев рекомендовал «избрать для чтения предметы из той сферы практической деятельности, которая в нашем отечестве может быть значительно улучшена введением приёмов более совершенных», т. е. механические производства и сельское хозяйство. Кроме этого Чебышев рекомендовал изучать гигиену в уездных училищах, так как «в народе до сих пор удерживаются предрассудки, весьма губительные для их здоровья. Уничтожение этих предрассудков должно иметь значительное влияние на уменьшение смертности в низшем классе».

Надо заметить, что эти весьма дельные рекомендации Чебышева были приняты Учёным комитетом и положены в основу «дополнительных курсов», которые намечались к открытию в широком масштабе как при уездных училищах, так и при гимназиях.

Впоследствии, с развитием у нас систематического промышленного и вообще профессионального образования мысль о «реальных курсах» была оставлена, как отжившая своё время.

Мы не будем останавливаться на характере других групп найденных материалов: они имеют также большую ценность и свидетельствуют о широкой общественно-педагогической деятельности Чебышева.

Все эти материалы по количеству весьма значительны (около 250 рукописных страниц) и на много превышают всё то, что было оставлено нам в этом направлении другими знаменитыми русскими математиками прошлого века.

Опубликование их с надлежащим историческим освещением принесёт неоспоримую пользу для установления путей, по которым развивалась в нашей стране элементарная математика как учебный предмет.

Роль Чебышева в этом развитии была прогрессивного характера, так как он много сделал для того, чтобы изжить в русских низших и средних школах рецептурную форму преподавания математики и заменить её доказательной, приспособленной к возрасту учащихся.

Само собой разумеется, что Чебышев, несмотря на свои гениальные способности, не мог предвидеть всех возможностей дальнейшего развития математической науки. Поэтому некоторые из его методических взглядов не могут быть полностью приняты сейчас. Однако все его высказывания методического характера полны глубокого интереса и имеют для нас не только историческое значение.

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ СИЛИКАТОВ В ТРУДАХ РУССКИХ УЧЁНЫХ XVIII в.

Проф. М. А. БЕЗБОРОДОВ

Член-корр. Академии Наук БССР

Физическая химия силикатов, как самостоятельная дисциплина, выделилась из общей физической химии совсем недавно — лишь около 20—25 лет тому назад. За последнее время она сделала серьёзные успехи и заняла подобающее ей место среди других отраслей науки.

Этому способствовало то, что за истекшие два десятка лет был накоплен богатый экспериментальный материал, и выполнены многочисленные теоретические исследования в этой отрасли физической химии. Примерно на протяжении уже полутора десятков лет специальный курс физической химии силикатов преподается во многих высших учебных заведениях Советского Союза (Москва, Ленинград, Минск, Новочеркасск, Томск, Харьков, Киев и др.). На силикатных кафедрах этих вузов ведётся большая и разносторонняя научно-исследовательская работа. За последние годы было опубликовано русскими авторами несколько монографий и учебников (А. И. Августиник, Л. М. Блюмен, О. К. Ботвинкин, А. С. Гинзберг, Б. С. Швецов и др.), а также большое число статей в периодических изданиях. Наконец, недавно состоялось решение Президиума АН СССР о создании отдельного Института силикатов в составе Академии Наук.

Следует отметить, что современному состоянию этой науки предшествовала долгая и кропотливая работа по накоплению знаний, опирающихся на многочисленные экспериментальные исследования. Прежде чем выкристаллизоваться в самостоятельную дисциплину, физическая химия силикатов испытывала длительное развитие в «эмбриональном» состоянии, со всеми особенностями, свойственными всякому развитию: устаревшие взгляды и положения, опиравшиеся на старую лабораторную технику, сменялись новыми, построенными на новом, более надёжном эксперименте. Таким образом современное её состояние обуславливалось длительным предшествующим развитием и может быть понято лишь в связи с её прошлым.

В своём труде «Материализм и эмпириокритицизм» В. И. Ленин писал, что в «теории познания, как и во всех других областях науки, следует рассуждать диалектически, т. е. не предполагать готовым и неизменным наше познание, а разбирать, каким образом из **незнания** является **знание**, каким образом неполное, неточное знание становится более полным и более точным.»[1]. Это положение В. И. Ленина целиком распространяется и на физическую химию силикатов.

Ознакомление с русской химической литературой XVIII в. показывает нам, что элементы физической химии силикатов мы находим в трудах русских учёных уже двести лет тому назад. Отдельные представления и понятия о силикатных материалах (стекло, фарфор и др.), о физико-химических процессах, происходящих с ними, обсуждаются по тому или иному поводу в русских научных изданиях уже в XVIII в. Они разбросаны в различных сочинениях и возникали по тому или иному поводу при обсуждении вопросов, касающихся свойств или производства силикатных продуктов. Часто они были результатом собственных наблюдений авторов в связи с их опытными работами и рождались таким образом непосредственно из практики.

Как мы уже ранее писали, основоположником русской силикатной науки следует считать М. В. Ломоносова [2, 3]. Элементы физической химии силикатов мы встречаем у него в «Курсе истинной физической химии», относящемся к 1752 г. и представляющем собой, как известно, первую физическую химию в истории науки.

Приступая к изложению этого курса, читанного им в 1752—1754 гг. для академических студентов, Ломоносов, прежде всего, определяет задачи этой науки. В первом параграфе первой главы, которая имеет название «о физической химии и её назначении», он пишет так:

«Физическая химия есть наука, объясняющая на основании положений и опытов физики то, что происходит в смешанных телах при помощи химических операций» [4, стр. 388]. Через несколько страниц далее мы узнаем, что понятие «смешанного тела» целиком может быть отнесено к силикатной шихте, из которой получают при обжиге керамическую продукцию. Главу четвёртую этого курса Ломоносов посвятил описанию химических операций. Перечисляя их, он останавливается на различных родах «конкреции» («сращения»). К ним относится в частности «спекание», называемое Ломоносовым по-латыни «petrification» (окаменение). «Конкреция состоит в том, — пишет Ломоносов, — что частички смешанного тела из состояния слабого или разрушенного сцепления переводятся в состояние более тесной взаимной связи. Зачастую размягчение составляет начало всего опыта, а конкреция — конец его; первое открывает, вторая заключает его. Родов конкреции (сращения), которые по большей части состоят в перемене места частичек смешанного тела, мы насчитываем девять: застывание, отвердевание, выпарива-

ние, кристаллизация, свёртывание, закаливание, спекание, остеклование и отжиг» [4, стр. 400–401].

Далее Ломоносов даёт представление обо всех этих перечисленных выше девяти операциях. Остановимся на некоторых из них, имеющих прямое отношение к физической химии силикатов. В § 69 главы IV он даёт определение того, что следует понимать под «остеклованием». «Остеклование происходит, — говорит он, — когда тело в виде порошка сплавляется силою огня, ожижаясь в прекрасном состоянии, делается мягким и может вытягиваться в нити. Примеры можно видеть у стеклоделов и в лабораториях пробирных мастеров; а затем у золотых дел мастеров, которые таким путём украшают эмалью ожерелья, кольца и т. д. При помощи этой операции многие разнородные смешанные тела совокупляются прочной связью».

Следует отметить, что во времена Ломоносова стёкла относили к твёрдым телам и только значительно позже стекло стали рассматривать как жидкое состояние вещества. Называя стекло «твёрдым» телом, Ломоносов мог говорить о нём так, лишь подразумевая его механические свойства при комнатной температуре. Не лишена интереса ломоносовская характеристика стекла с точки зрения его способности вытягиваться в нити — особенность, действительно, весьма характерная для него. Несовершенство лабораторной техники во времена Ломоносова не давало возможности процесс остеклования понимать, как изменение структуры вещества и утрату им кристаллического состояния.

В следующем параграфе (§ 70) Ломоносов переходит к спеканию как процессу, предвещающему остеклование.

«Спекание есть перевод порошкообразного тела, замешанного с водой в тесто, которому по желанию придана известная форма, затем медленно высушенного, силою огня в каменное вещество. Эта операция отличается от остеклования тем, что при этом материя не ожижается, и этот каменистый продукт при прокаливании не размягчается и не вытягивается в нити. Примеры весьма обыкновенны у гончаров и кирпичников, но наилучшие — у изготовляющих фарфоровые изделия. Результаты, в смысле образования смешанных тел, в общем, напоминают получаемые при остекловании».

Работая над получением фарфора, Ломоносов убеждался, что процесс «спекания» фарфора напоминает остеклование, но не равен ему полностью изготовлению стекла. В его «Лабораторном журнале», относящемся к 1752 г., мы встречаем записи, из которых видно, что Ломоносов сам на опыте сталкивался с постепенным переходом «спекания» в «остеклование» [5, стр. 52–55]. Фарфор напоминал ему стекло особенно тогда, когда происходил перегрев проб. В одном из опытов, когда фарфоровые «пробы пропали» из-за плохого качества муфеля, Ломоносова нашёл в печи куски, которые были «как шпат слоеваты», а другие «мелкими ноздрями роздуты». Всё это доказывает, что процесс обжига фарфоровых проб зашёл

слишком далеко, и вместо спекания получалось остеклование.

Опыт показывал, что спекание есть процесс неполного остеклования; какая-то часть (какие-то компоненты) фарфорового черепка, фарфоровой массы перешла стеклообразное состояние, а другая осталась ещё твёрдой, образовав смешанное тело, или, как мы сказали бы теперь, гетерогенную систему, состоящую из стеклообразной и кристаллической (твёрдой) фаз. Достаточно отчётливо Ломоносов выразил мысль о роли и значении стеклообразного вещества в фарфоровом черепке в своём «Письме о пользе стекла» [6].

Мы должны здравия и жизни часть стеклу: Какую надлежит ему принести хвалу!

Хоть вместо оного замысловаты Хины¹ Сосуды составлять нашли из чистой глины; Огромность тяжкую плода лишённых гор Художеством своим преобразив в фарфор, Красой его к себе народы привлекают, Что, плавая, морей свирепость презирают. Однако был бы он почти простой горшок, Когда бы блеск стекла дать помощи не мог. Оно вход жидких тел от скважин отвращает, Вещей прекрасных вид на нём изображает, Имеет от стекла часть крепости фарфор.

Два достоинства сообщает стекло фарфору, находясь в структуре последнего. Стекло придаёт фарфору часть крепости его, и «оно вход жидких тел от скважин отвращает». Действительно, сплавленный, остеклованный черепок фарфора отличается от пористого гончарного или фаянсового черепка большой механической прочностью и практически отсутствием пористости, т. е. неспособностью поглощать в себя жидкость. Фарфор обязан этим стеклу, как бы «пронизывающему», «пропитывающему» всё его тело.

Эти взгляды Ломоносова есть не что иное, как несформулированное признание им двойственной природы фарфора, которое позже развито было в представлении о его двухфазной структуре. Как известно, учение о фазовом составе силикатных тел и равновесии фаз есть одна из важнейших глав физической химии силикатов. Можно считать, что идея о двухфазной природе такого силикатного материала, как фарфор, уже отражалась в примитивной форме в трудах Ломоносова в середине XVIII в.

В следующем параграфе той же главы (§ 71) Ломоносов говорит об отжиге, играющем, как известно, важнейшую роль в физической химии стекла. Содержание этого параграфа таково: «Отжиг происходит, когда тело, переведённое в состояние стекла или камня, подвергается действию меньшей степени жара, чем применявшаяся для его накаливания, и охлаждается очень медленно и постепенно, чтобы обеспечить равномерное сцепление частей и уменьшить хрупкость. Кроме того, при помощи этой операции многое производится для получения окрашенных стёкол не без приятного зрелища».

Здесь, как видно, Ломоносов даёт совершенно правильное объяснение процесса отжига

¹ Китайцы.

и указывает, в чём заключается его цель. Не анализируя глубоко сущность явлений, происходящих в стекле при процессах его отжига или закалки, мы могли бы и в настоящее время присоединиться к Ломоносовской формулировке отжига, изложенной им в «Курсе истинной физической химии».

Заслуживает особого внимания то, что Ломоносов правильно представлял себе физический смысл процесса: необходимо охлаждать стекло медленно и постепенно, чтобы «обеспечить равномерное сцепление частей», которое, в свою очередь, будет уменьшать его хрупкость. Интересно сопоставить эти формулировки Ломоносова с современными. Возьмём для этого стабильный учебник по технологии стекла для силикатных факультетов высших технических учебных заведений издания 1939 г. [7]. В нём говорится следующее: «В стеклянном изделии, отформованном из вязкой стекломассы и после этого свободно остывшем, остаётся большое количество напряжений. . . Напряжения в свободно остывающем изделии распределены неравномерно, что сильно снижает его прочность. . . Процесс прототравления возникновения остающихся напряжений в стекле, а также процесс уничтожения напряжений называется отжигом стекла».

Значение отжига «для получения окрашенных стёкол не без приятного зрелища», по Ломоносову, становится понятным после ознакомления с его работой по получению стёкол, относящихся к «золотому рубину», т. е. окрашенных соединениями золота. Об этой работе можно составить представление по его «Лабораторному журналу», упоминавшемуся ранее [5, стр. 47]. Как мы недавно убедились на основании чтения рукописей Ломоносова, он специально изучал роль отжига при изготовлении рубиновых стёкол. На основании собственных практических наблюдений в своей химической лаборатории он мог, следовательно, убедиться в значении отжига для того процесса, который носит сейчас название «набегания» окраски и который объясняется ныне ростом коллоидальных частиц растворённого в стекле золота [8, 9, 10]. Таким образом Ломоносовская формулировка отжига стекла содержит в себе два явления: уничтожение неравномерно распределённых натяжений и набегание окраски у цветных стёкол.

Перейдём теперь к другому автору — И. Г. Гмелину (1709—1755), который в своих трудах также освещал отдельные вопросы, относящиеся непосредственно к физической химии силикатов.

В 1731 г. в «Примечаниях» к «Санктпетербургским ведомостям» появляются первые статьи на русском языке, посвящённые фарфору и написанные И. Г. Гмелиным, получившим в том же 1731 году в Петербургской Академии Наук звание профессора химии и натуральной истории. Этот год следует считать временем появления в русских академических изданиях первых специальных работ по химии и химической технологии [11].

На протяжении нескольких номеров «Примечаний» И. Г. Гмелин опубликовал пять

статей, посвящённых физико-химии и технологии фарфора; небезинтересно заметить, что эти статьи были вообще первыми статьями по химической технологии, опубликованными в изданиях Академии Наук СССР [12].

В статье «О делании фарфора» И. Г. Гмелин даёт описание физико-химической природы его и сопоставляет со стеклом.

«Понеже фарфор сам собою ломок, — говорит он, — и сквозь него отчасти видеть можно, того ради имеет он некоторые свойства с стеклом. Но что сквозь него нельзя так видеть, как сквозь стекло, к тому ж он еще тяжелее есть, и когда разобьется шароховат становится, он не совершенно таков как стекло».

«Понеже фарфор отчасти земляной, а отчасти стеклянной материи подобен: то можно верить, что он из такие материи сделан, которая очень мало соли, но много земли имеет. А что он тяжелее стекла есть, то знатно, что он из zelo густые земли делается. И ежели земля хороша, то у нея и фарфор хорошей бывает, а ежели она плоха, то и фарфор не лучше удастся. В сей материи надлежит быть не много соли, чтоб она чрез огонь стеклянной подобно учинилась, но тем больше земли, чтоб она на земляную походила».

Под термином «земля» здесь следует понимать глину, которая придаёт фарфору его специфические «земляные» свойства. «Соли» — обозначают плавни, облегчающие остеклование черепка. Большое содержание соли в «материи» может превратить вещество в стекло; поэтому нужно иметь такую «материю», которая содержит много глины — «земли». Говоря о том, что «фарфор отчасти земляной и отчасти стеклянной материи подобен», И. Г. Гмелин выражает мысль о его двоякой природе. Имея в себе «соль», он содержит стеклообразную или жидкую фазу, как сказали бы сейчас: «земля» (глина), не переходящая «через огонь» полностью в расплав, представляет в нём «твёрдую фазу».

«Дабы фарфор и в самых малых частях равен был, — пишет далее Гмелин, — то требуется, чтоб сия соль с землею очень хорошо смешалась. Но, надобно, чтоб сие смешение или прежде зачатия фарфорового дела, или в самое то время, когда фарфор делается, в огне, да еще в жестоком учинилось. Сие последнее смешение без плавки сделаться не может. Но известно, что фарфор в то время, когда он делается, в плавку не приходит, но на огне отправляющаяся работа вся горшечной подобна. Понеже в глине, из которые горшки делаются, земля с малою солью еще прежде так смешалась, что на огне смешению никакому быть не надлежит: то сие заключение исправно быть кажется, что и той земле, из которые фарфоровая посуда делается, с своею солью уже так смешаться надлежит, что огонь к сему больше не требуется. . .»

Рассуждения Гмелина, находящие полное своё основание в тогдашней физике и химии, выражают достаточно правильную мысль. Она сводится, вкратце, к тому, что исходная материя для получения фарфора должна быть двоякая: одна часть её должна быть огнеупорной, стойкой в огне, другая, напротив, должна плавиться при нагревании. Расплав, будучи

жидкотекучим, заполняет промежутки между частицами огнеупорного вещества и должен связывать, цементировать их. Значительное содержание легкоплавкой части (плавней, или «солей» по Гмелину) требует непродолжительного нагревания фарфора. В случае, если плавней будет очень много, то фарфор может расплавиться и превратиться в стекло. По Гмелину, весь процесс фарфорообразования весьма прост, а схема его такова: 1) исходная материя для получения фарфора состоит из огнеупорного вещества («земли») и плавней («солей»); 2) при нагревании плавни переходят в жидкое состояние (плавятся), а огнеупорное вещество остаётся твёрдым и неизменившимся; 3) плавни благодаря жидкотекучести заполняют промежутки между твёрдым веществом и образуют сплошную массу, которая при застывании делается «отчасти земляной, отчасти стеклянной материи подобна», по выражению Гмелина.

Примитивность представлений Гмелина о процессе фарфорообразования и о двойственной природе фарфора заключается в том, что они целиком сводятся к чисто физическому явлению плавления и застывания и не учитывают весь тот сложный комплекс химических, физических и физико-химических явлений, в результате которых образуется фарфор, состоящий из двух фаз. Состояние науки во времена Гмелина было таково, что требовать больше было нельзя.

Высказывания о природе фарфора мы встречаем также в трудах выдающегося русского керамика XVIII в., создателя первого русского фарфора — Д. И. Виноградова (1720—1758). Мысли о природе фарфора и стекла изложены в его рукописи «Обстоятельное описание чистого порцелина»^[13].¹ Эта рукопись, написанная в 1752 г. и хранящаяся в Архиве древних актов в личных делах Д. И. Виноградова, не была известна его современникам, так как после смерти автора все его личные дела были опечатаны. Отдельные выдержки из этой первой не только русской, но и вообще европейской технологии фарфора, стали известны лишь в самое последнее время [14, 15, 16].

В «теоричной» части её Д. И. Виноградов пишет так: «что порцелин есть прозрачен и ломок, то можно б было его равным стеклу почесть, которое всем почти тех свойства имеют, но он от стекла весьма отменен...» И далее автор перечисляет свойства того и другого, стараясь не столько подчеркнуть их сходство, сколько указать различие между ними. Объясняется это особой целью, которую преследовал Виноградов. Он отстаивал понятие «чистого порцелина» (т. е. по нашему «твёрдого фарфора»), что весьма важно было в середине XVIII в., когда понятия о фарфоре были весьма неопределённые и расплывчатые, когда плохо разбирались в разнице между фаянсом, разными сортами фарфора, и, наконец, белым глухим, или закристаллизованным стеклом.

Вспомним хотя бы то, что во времена Виноградова ни в Англии ни во Франции ещё

не умели изготавливать настоящий («твёрдый») фарфор и не знали ни его состава ни свойств. Французы вместо настоящего фарфора умели фабриковать лишь фриттованный фарфор, представлявший в действительности лишь глухое (непрозрачное) стекло белого цвета. В Германии, где с 10-х годов XVIII в. было поставлено в Мейссене производство твёрдого фарфора, теоретические высказывания о его природе вовсе не имели места на протяжении всего того столетия.

Помимо мыслей о природе стекла и фарфора, мы встречаем в трудах Виноградова его высказывания о роли и влиянии различных материалов и способов их обработки на свойства фарфора. Так, например, в своей рукописи «О сущности фарфора», относящейся к 1745 г., он касается роли алебастра в образовании фарфорового черепка. В 1756 г. в своих «Записках каждах работ, происходящих повседневно при порцелиновой мануфактуре» он обсуждает влияние кварца на свойства фарфора: кварц увеличивает белизну, плотность и чистоту порцелина и его прозрачность; но зато порцелин делается «крупчае» (хрупкий, — М. Б.) «и к малым вещам способен; ... а к большим сосудам для своей крупкости такая масса опасна, разве которая гораздо улежалась»^[17].

Русский академик В. М. Севергин (1765—1826), много сделавший для развития русской науки, в своих трудах также касался вопросов, относящихся непосредственно к физической химии силикатов. В своей статье «О свойствах и признаках различных пород глин»^[18] он описывает физико-химические свойства глин и продуктов их переработки. Особенно интересны его высказывания о сущности фарфора, весьма напоминающие мысли Ломоносова и Гмелина о том же. В. М. Севергин пишет следующее:

«Фарфор есть существо, в полустекло обращённое. Следовательно, по теории должны в нём быть два существа: одно совершенно в огне постоянное, а другое, которое бы с ним помощью огня слиться могло. Оба должны быть существа весьма чистые; и наименее способные к сему вещи суть в первом случае самая чистая глина, а во втором самый чистый и мелкий кварцевый песок. И так сия глина, как уже упомянуто, в огне совершенно бела становится, в стекло совсем не обращается, соляного спирта совсем не окрашивает, и никаких оному частей не сообщает, кои бы от купоросной кислоты, или от кровяного шёлока низвергались».

Можно с достаточным основанием утверждать, что идея двухфазной природы фарфора, получившая уже с XVIII в. развитие в зачаточной примитивной форме, как идея о «полустеклованном теле», содержащем два «существа» в своём составе, была разработана в значительной степени трудами русских учёных (Ломоносов, Виноградов, Гмелин, Севергин). Как мы уже упоминали ранее, в немецкой и английской печати XVIII в. мы не нашли отражения этих идей, так отчётливо представленных в русской химической литературе.

В других своих трудах, вышедших частью в самом начале XIX в., В. М. Севергин также закладывал основы будущей физической химии.

¹ Словом «порцелин» в XVIII в. часто называли фарфор.

силикатов. К ним можно отнести такие его сочинения, как «Начертания технологии минерального царства» (1821—1822), «Подробный словарь минералогический» (1807) и многочисленную серию его статей в созданном им «Технологическом журнале» Академии Наук (1804—1826). Среди этих его статей мы встречали, например, статью «о стекловатых, громовыми называемых трубках, находимых в песчаных холмах» (1817), в которой он обсуждает свойства и условия образования «фульгурита» — природного непрозрачного кварцевого стекла; «О рубиновом стекле» (1804); «О наведении металлической глазури на глиняные изделия» (1819) и др.

Мы упоминали ранее, что Д. И. Виноградов особенно резко подчеркивал разницу между стеклом и фарфором, опираясь, главным образом, на технологические различия между тем и другим. Его выступления можно рассматривать как протест против взглядов, высказывавшихся отдельными учеными в его время, которые предполагали, что фарфор может быть получен из стекла лишь при надлежащей термической обработке последнего в подходящих физико-химических условиях. Так, например, в 1744 г. проф. Вейтбрехт представил в Петербургскую Академию Наук диссертацию на латинском языке под названием «О превращении стекла в фарфор». 21 января 1745 г. он передал для хранения в Академию ящик с образцами «стекла, превращенного в фарфор», как приложение к диссертации. Для своих опытов Вейтбрехт использовал четыре стекла: голубое, светлозеленое, темнозеленое и черно-зеленое бутылочное. Он экспериментировал с навесками размером от 3,25 до 28,9 г и получил закристаллизованные стекла, хотя сам он был уверен, что получил фарфор [19, 20].

В 1781 г. в одном из журналов появилась анонимная заметка под заглавием «способ стеклянные сосуды превращать в некоторый род фарфора» [21]. Приведем её полностью, так как она имеет особый интерес.

«Сосуд, сделанный из простого зеленого стекла, становится в просторный плавильный горшок и обсыпается весь смесью из песка и алебаstra, которая смесь насыпается и во внутренность сосуда и угнетается коливо можно туже, потом накрывается горшок крышкой, обмывается и становится в обжигательную печь у горшечников, где должен он все продолжение обжигания у горшков стоять и весь жар вытерпеть. От сего получает сие стекло и все сделанное из него судно вид фарфора, а помянутая смесь песку с алебастром может употребляема быть опять на то же дело; сей фарфор в составе своем кажется так, как бы составлен весь был из шелковых жилок, и не имеет на себя нитяности и ничего на стекло похожего, и притом так тверд, что при бииии об огниво производит от себя как от кремня искры».

Теперь нам известно, что приведенный рецепт превращения стекла в «некоторый род фарфора» есть не что иное, как процесс кристаллизации обыкновенного бутылочного или посудного стекла и не представляет собой получение того, что называется фарфором.

В изложенной выше статье мы сообщили вкратце лишь некоторые выдержки из русской химической литературы XVIII в., свидетельствующие о том, что вопросы физической химии силикатов обсуждались русскими учеными уже двести лет тому назад; ими же велась и значительная экспериментальная работа (Ломоносов, Виноградов и др.), которая позволяла им на основании непосредственных наблюдений вырабатывать собственные взгляды и суждения по основным вопросам силикатной науки. Таким образом, можно утверждать, что от современной физической химии силикатов протягиваются нити к тем трудам наших соотечественников, которые были созданы два столетия тому назад.

Л и т е р а т у р а

- [1] В. И. Ленин. Материализм и эмпириокритицизм. Сочинения. Изд. 2-е, т. 13, стр. 84, 1931. — [2] М. А. Безбородов. Изв. Туркмен. фил. Акад. Наук СССР, № 3—4, стр. 12, 1945. — [3] М. А. Безбородов. Стекло и керамика, № 4, 1948. — [4] Б. Н. Меншуткин. Труды М. В. Ломоносова по физике и химии. М.—Л. 1936. — [5] Ломоносов. Сб. Акад. Наук СССР, 1940. — [6] М. В. Ломоносов. Стихотворения. Советский писатель, стр. 204—205, 1935. — [7] Технология стекла (специальный курс), т. 1, под общ. ред. И. И. Китайгородского, М.—Л., стр. 86, 1939. — [8] М. А. Безбородов. Докл. Акад. Наук СССР, 51, в. 7, стр. 525—527, 1946. [9] М. А. Безбородов. Природа, № 1, стр. 74, 1947. — [10] М. А. Безбородов. Статья в сб. «Ломоносов», т. III. Тр. Комисс. по ист. Акад. Наук СССР, 1948. — [11] В. П. Алексеева, О. А. Чичагова, К. И. Шафрановский. Химия в изданиях Акад. Наук СССР, в. 1, 1728—1930 гг. М.—Л., стр. 9, 1947. — [12] Исторические, генеалогические и географические примечания к ведомостям. СПб., стр. 309, ч. 76; стр. 313, ч. 77; стр. 321, ч. 79; стр. 325, ч. 80; стр. 411, ч. 101, 1731. — [13] Центральный Гос. Архив древних актов, фонд «Дворцовый отдел», разряд 1, опись 315, дело № 52405 (28), лист 173 об. и далее. — [14] Императорский фарфоровый завод. 1744—1904 гг. Юб. изд., СПб., 1906. — [15] М. А. Безбородов Д. И. Виноградов — создатель первого русского фарфора. Природа, № 7, стр. 74, 1946. — [16] М. А. Безбородов. История возникновения первого русского фарфора. Тр. Инст. ист. естествозн. АН СССР, т. II, 1948. — [17] Центр. Гос. Архив древних актов, фонд «Дворцовый отдел», разряд 1, опись 315, дело № 52384. — [18] В. М. Севергин. Тр. Вольного экон. общ., ч. XV, СПб., стр. 40—60, 1792. — [19] Протоколы заседаний конференции импер. Академии Наук с 1725 по 1803 г., т. II, 1744—1770, СПб., стр. 47—49, 1899. — [20] Архив Академии Наук СССР, разряд 1, опись 3, № 19 и опись 1, № 73. — [21] Экономический магазин, ч. VII, стр. 143—144, М., 1781.

ЖИЗНЬ ИНСТИТУТОВ и ЛАБОРАТОРИЙ

ВСЕСОЮЗНОЕ НАУЧНОЕ ОБЩЕСТВО ЭНДОКРИНОЛОГОВ

Всесоюзное научное общество эндокринологов, организованное в мае 1947 г., в план своей работы включило ряд актуальных вопросов современной эндокринологии.

В работу Общества включены: организация эндокринологических обществ и отделений в союзных республиках; вопросы просмотра и изучения планов научных работ эндокринологических институтов, лабораторий и кафедр; вопросы производства эндокринных препаратов; организация сбора материалов по эндокринопатиям в разрезе изучения санитарных последствий войны; установление постоянной связи с правлениями других научно-медицинских обществ и Эндокринологическим комитетом Учёного медицинского совета Министерства здравоохранения СССР; оказание помощи в изучении эндокринных эндемий; вопросы повышения квалификации врачей в области эндокринологии; изучение программ преподавания эндокринологии в институтах усовершенствования врачей и по кафедрам медвузов; разработка плана лекций для участия Общества в курсовых мероприятиях и докладах для отдельных лечебных учреждений с целью повышения квалификации врачей разных специальностей по эндокринологии; организация по радио научно-популярных лекций по эндокринологии; консультативная помощь органам здравоохранения в планировании производства оргопрепаратов и научной проблематики по эндокринологии; организация сбора материалов о состоянии эндокринологической помощи в клиниках, больничных и поликлинических учреждениях; идеологическая работа среди членов Общества; оказание помощи членам Общества по приёму их в Марксистско-Ленинский университет и прочее.

В 1947 г. Всесоюзное научное общество эндокринологов провело ряд заседаний, в числе которых были торжественные заседания, посвящённые 800-летию г. Москвы и 30-летию Великой Октябрьской Социалистической революции.

В числе докладов, сделанных в Обществе в 1947 г., были следующие:

1. Пути развития отечественной эндокринологии (проф. Д. М. Российский);
 2. Основные проблемы и очередные задачи современной эндокринологии (проф. Б. М. Завадовский);
 3. Значение эндокринологии в психиатрии (проф. М. Я. Серейский);
 4. Вегетативно-эндокринные явления в патогенезе травматического шока (проф. С. М. Павленко);
 5. Первые московские эндокринологи и их значение в развитии отечественной эндокринологии (проф. Д. М. Российский);
 6. К вопросу об эндокринном и церебральном истощении (Я. Е. Шапиро);
 7. Отечественная эндокринология к 30-летию Великой Октябрьской Социалистической революции (проф. Д. М. Российский);
 8. 30 лет советской экспериментальной эндокринологии (действ. член Академии сельскохозяйственных наук проф. Б. М. Завадовский);
 9. Достижения клинической эндокринологии за 30 лет советской власти (проф. Н. А. Шерешевский);
 10. Витамины и эндокринная система (проф. М. Д. Рохлина);
 11. Эндокринопатии военного времени (д-р И. Г. Барнблат).
- Председателем Правления Всесоюзного научного общества эндокринологов избран заслуженный деятель науки проф. Д. М. Российский, заместителями председателя — заслуженный деятель науки проф. В. М. Коган-Ясный и проф. Б. М. Завадовский, учёным секретарём — В. С. Киселев, казначеем — проф. Я. М. Кабак. В состав Правления входят: проф. С. М. Павленко, проф. М. Я. Серейский, проф. Г. П. Сахаров, проф. Н. А. Шерешевский, проф. М. Я. Брейтман, проф. М. Г. Сердюков, проф. С. Г. Гепес, проф. В. П. Комиссаренко, проф. Р. И. Белкин и др.

Проф. Д. М. Российский.

СЪЕЗДЫ и КОНФЕРЕНЦИИ

МИРОВОЕ ЗНАЧЕНИЕ СОВЕТСКОЙ АСТРОНОМИИ

В течение двух дней, 5 и 6 марта 1948 г. происходила конференция Ленинградского отделения Всесоюзного Астрономо-геодезического общества (ЛОВАГО), посвящённая подведению итогов достижениям советских учёных, определившим мировое значение отечественной астрономической науки. Конференция собрала многочисленную аудиторию астрономов и геодезистов, специалистов и любителей. Среди гостей было много молодежи.

Открывая конференцию, председатель ЛОВАГО проф. П. М. Горшков указал, что советские учёные сделали большой вклад в развитие астрономической науки. Нам есть чем гордиться, потому что наша Родина выдвинула ряд первоклассных учёных, прославивших на весь мир отечественную астрономическую науку. Во всех важнейших отраслях астрономии советская наука не уступает западноевропейской и американской, а по целому ряду проблем наша отечественная астрономия занимает ведущее место в мировой науке.

Затем слово предоставляется директору Института теоретической астрономии Академии Наук СССР члену-корр. АН СССР проф. М. Ф. Субботину.

Доклад проф. М. Ф. Субботина был посвящён современным задачам небесной механики. Небесная механика — старейшая отрасль астрономии. Поэтому наиболее общие задачи в ней давно решены. Докладчик напомнил, что небесная механика в течение ряда столетий стимулировала развитие математики. Появление анализа бесконечно-малых и теории дифференциальных уравнений было вызвано потребностями небесной механики.

Задача определения орбит по данным наблюдений долгое время составляла всё содержание теоретической астрономии. В классическом мемуаре Гаусса эта задача казалась исчерпанной, но в дальнейшем к ней стали возвращаться. Большой вклад сделала киевская школа астрономов-теоретиков, основанная в конце минувшего столетия М. Ф. Хандриковым и В. И. Фабрициусом. Появление новых вычислительных средств — счётных машин вызвало необходимость пересмотра методов, которые в классической форме были приспособлены к пользованию таблицами логарифмов. Пересмотр методов не только привёл к значительному ускорению вычислений, но и позволил решить задачу глубже. Встречающиеся в практике вычислений трудности представляют и поныне заниматься этой задачей.

Существенные усовершенствования были внесены харьковским астрономом Баженовым.

От задачи определения орбиты по малому количеству наблюдений отличается задача о вероятнейшей орбите, т. е. о нахождении орбиты, наилучшим образом представляющей движение небесного тела, которое наблюдалось долго и многократно.

Другой важнейшей математической задачей небесной механики является теория движения Луны. Эта задача была особенно актуальной в XVIII столетии в связи с её значением для мореплавания и с имевшимися тогда сомнениями в возможности точно представить движение Луны при помощи закона тяготения. В основе теории движения Луны лежат фундаментальные труды Л. Эйлера, члена Петербургской Академии Наук. Исследования Эйлера были в дальнейшем развиты Хиллом и Брауном, составившим таблицы, по которым вычисляются эфемериды Луны для ежегодников. В дальнейшем предпринимались попытки упростить эту чрезвычайно сложную теорию. Много новых идей содержится в работе А. В. Краснова. Замечательный, безвременно погибший русский учёный М. А. Вильев извлёк из забвения первую теорию Эйлера и показал, что она не менее интересна, чем вторая, которая, главным образом, получила развитие. Знаменитый русский математик А. М. Ляпунов в определённой части теории Луны доказал сходимость рядов и оценил ошибку, которая получается при отбрасывании членов ряда. Это исследование, непревзойденное до сих пор, хотя уже прошло больше 50 лет со времени его опубликования, к сожалению, мало известно у нас и за границей. Прежде задачи небесной механики решались последовательными приближениями, причём сходимость рядов и погрешности вследствие отбрасывания членов ряда не исследовались, а результаты проверялись по наблюдениям. В настоящее время существуют достаточно хорошие таблицы движения Луны, но этим проблема не исчерпывается. В современном её виде теорию нельзя перенести на движение спутников планет и на системы тройных и кратных звёзд.

Проблема движения планет отличается от теории движения Луны тем, что если для Луны было трудно получить первое приближение, и даже возникали сомнения в применимости закона всемирного тяготения, а дальнейшее развитие теории уже не встречало принципиальных трудностей, то в отношении планет как раз наоборот, первое приближение

получается легко, но точная теория чрезвычайно сложна, и эта задача в полной мере стоит перед современной наукой. Серьёзные проблемы представляют разложение пертурбационной функции в ряд и вековые возмущения. Выполненное Лагранжем разложение в тригонометрический ряд казалось доказательством устойчивости солнечной системы. Но затем обнаружились недостатки в этом доказательстве, до сих пор не получившие разрешения.

К малым планетам неприменимы методы, разработанные для больших планет, так как число астероидов превышает 1500. Даже приближённое определение возмущений для них всех требует очень громоздких вычислений. Актуальной является задача разработки методов быстрых приближённых вычислений возмущений, чтобы хотя бы не терять из виду уже открытые малые планеты.

Не касаясь задач небесной механики, граничащих с геофизикой и космогонией, докладчик привёл несколько примеров чисто астрономических задач из области изучения движения отдельных членов солнечной системы. В этой связи следует упомянуть об определении астрономических постоянных, даваемых наблюдениями. Далее, до сих пор не выяснена природа ускорения суточного движения кометы Энке, наблюдения которой не укладываются на орбиту, даваемую законом Ньютона. Разработкой теории движения кометы Энке занимается уже несколько поколений пулковских астрономов: Е. Астен, затем О. А. Баклунд и в наше время Л. Л. Маткевич.

Таким образом, небесная механика в нашей стране имеет давние славные традиции. В советское время создан специальный Институт теоретической астрономии, обладающий средствами для массовых вычислений, вычислительными машинами большой мощности. Поэтому ему доступны такие проблемы, какие были не по силам разбросанным по университетам дореволюционным теоретикам. Институт издаёт «Астрономический ежегодник», не уступающий лучшим заграничным эфемеридам. После окончания второй мировой войны, по решению Международного астрономического союза, вычисление орбит и предсказание положений малых планет поручено Институту теоретической астрономии Академии Наук СССР. Этот факт свидетельствует о признании в международном масштабе ведущей роли советских учёных и научных учреждений.

Проф. М. С. Эйгенсон (ГАО) выступил с докладом о звёздной астрономии. Область астрономии, занимающаяся вопросом о строении Вселенной, имеет особенно большое принципиальное значение. Философы всех времён использовали в идеологической борьбе успехи и дефекты научных знаний об устройстве мира.

До конца XVIII в. о звёздном мире фактически не было никаких научных знаний. Основание звёздной астрономии было положено В. Гершелем, который впервые применил систематические методы к изучению звёздной Вселенной. Через несколько десятилетий это новое тогда направление астрономической науки было подхвачено петербургским академи-

ком, создателем Пулковской обсерватории Василием Яковлевичем Струве. Обычно принято считать В. Я. Струве только основателем пулковской фундаментальной астрометрии, но действительные интересы его были значительно шире. В. Я. Струве сам считал себя звёздным астрономом. Он понимал, что в его время наиболее актуальной задачей является создание надёжного наблюдательного фундамента звёздной астрономии, а эта задача требовала развития точной позиционной астрономии. В. Я. Струве впервые, и несколько ранее, чем Бессель и Гендерсон, открыл годичный параллакс звезды. Это открытие не только позволило определить масштаб звёздных расстояний, но было в сущности первым надёжным наблюдательным подтверждением годичного движения Земли вокруг Солнца. В. Я. Струве и затем его сын и преемник О. В. Струве обогатили науку обстоятельными исследованиями двойных звёзд. Сведения о двойных звёздах особенно важны были для подтверждения приложимости закона тяготения вне пределов солнечной системы. Таковы важнейшие философские проблемы, интересовавшие В. Я. Струве: определение масштаба звёздных расстояний, доказательство системы Коперника, подтверждение универсального характера закона Ньютона. Но наибольшее значение имеет исследование В. Я. Струве, посвящённое строению Галактики.

В своём мемуаре «Этюды звёздной астрономии» В. Я. Струве, продолжая дело, начатое В. Гершелем, во многом опережает свой век и высказывает идеи, к которым развитие науки привело более, чем через 80 лет. До исследований В. Я. Струве звёзды вне полосы Млечного Пути нельзя было считать сочленами галактической системы. В. Я. Струве подтвердил существование галактической концентрации звёзд и нашёл, что звёзды вне Млечного Пути сгущаются к плоскости, находящейся к югу от Солнца так же, как и звёзды в Млечном Пути. Исследуя проблему пространственного распределения звёзд, он пришёл к выводу о существовании межзвёздного поглощения света, так как предположение о реальном уменьшении звёздной плотности с удалением от наблюдателя при отсутствии поглощения света приводит к исключительному положению Земли во Вселенной. Найденная им величина коэффициента поглощения хорошо совпадает с современными оценками.

После того как в 1930 г. было непосредственно открыто космическое поглощение света, советские астрономы занялись этой актуальной проблемой. Советская школа звёздной астрономии, продолжающая славные традиции В. Я. Струве, имеет своих представителей в разных местах Советского Союза. В. А. Амбарцумян и Ш. Г. Горделадзе показали облачный характер тёмной материи в Галактике. Диффузная материя образует неосвещённые туманности, причём было доказано, что таких тёмных туманностей очень много, и всё поглощение света в Галактике вызывается тёмной материей, образующей такие туманности. Тёмная материя была найдена советской наукой и во внегалактических туманностях. Исследования, проведенные на

Пулковской обсерватории в 1936 г., доказали физическое подобие нашей Галактики и других звёздных систем. Оптические свойства тёмной материи в спиральных туманностях оказались такими же, как свойства поглощающей свет материи в Галактике.

Ряд новейших исследований советских астрономов был посвящён пространственному распределению объектов различной физической природы. Было доказано, что физический тип светил определяет пространственный характер системы, образуемой ими. Большие успехи достигнуты советскими учёными в области внегалактической астрономии.

Этот, далеко неполный, обзор достижений советской звёздной астрономии показывает, что несмотря на ещё не вполне преодоленное отставание в инструментальном оснащении, советская звёздная и внегалактическая астрономия выделяется на фоне общего загнивания буржуазной науки, как наиболее идейная и передовая в мире.

Проф. В. В. Шаронов (ЛГУ) в докладе «Отечественное планетоведение» указал, что начало этой отрасли астрономии в России было положено ещё М. В. Ломоносовым. Наблюдая прохождение Венеры по диску Солнца, Ломоносов открыл наличие атмосферы у этой планеты.

Измерение радиусов больших планет и системы колец Сатурна, выполненные Г. О. Струве в 90-х годах прошлого столетия, лежат в основе значений этих величин, принятых в настоящее время. А. А. Белопольский впервые применил спектроскоп для исследования вращения планет. Изучение полученных спектрограмм привело к подтверждению теории о метеорном строении колец Сатурна и опровергло короткий период вращения Венеры.

Г. Н. Неуймин и С. И. Белявский открыли большое количество малых планет.

Докладчик особенно подробно остановился на изложении фотометрических исследований планет. Во время великого противостояния Марса в 1909 г. Г. А. Тихов получил великолепные фотографии Марса. Для объективного суждения об окраске деталей на поверхности Марса им были впервые в истории сделаны фотографии через светофильтры. Сравнение снимков Марса, полученных через светофильтры, со снимками земных ландшафтов, при фотографировании которых применялись те же светофильтры, позволяли Г. А. Тихову судить о физической природе деталей на поверхности Марса. Снимки были настолько удачны, что на них впервые в истории получились изображения каналов Марса.

Через 16 лет американец Райт повторил работы Г. А. Тихова, однако счёл возможным умолчать о приоритете русского учёного. Из различия диаметров изображений на снимках в синих и красных лучах Райт заключил о наличии мощной и плотной атмосферы у Марса. Но исследования В. Г. Фесенкова о рассеянии света газами показали в дальнейшем, что вывод Райта неправилен. Марс обладает весьма разреженной атмосферой, а различие диаметров на снимках через разные светофильтры объясняется погрешностями фотографии.

Г. А. Тихов продолжает развивать свои работы по фотометрии планет и в настоящее время. Е. Л. Кривым получены кривые спектральной отражательной способности земных ландшафтов, что открывает возможность количественных оценок. Г. А. Тихов также определил альбедо Земли по измерениям яркости пепельного света Луны.

В СССР создана выдающаяся школа планетной фотометрии. Н. П. Барабашев в Харькове предпринял подробную фотометрию деталей лунного диска и нашёл, что у всех лунных образований, в каком месте диска они бы ни находились, наибольшая яркость наблюдается при полнолунии. А. В. Марков обнаружил, что края лунного диска имеют одинаковую яркость с центром диска. Согласно теории Ломмеля — Зеелигера эти факты соответствуют рассеянию света матовым шаром. Но в лаборатории не удалось найти ни одного вещества, которое бы обладало таким законом рассеяния. О. Д. Хвольсон указал на неточность теории Ломмеля — Зеелигера, благодаря пренебрежению эффектом самоосвещения. В. А. Амбарцумян показал, что шар из рассеивающего свет материала непременно должен иметь потемнение к краю. Парадоксальные на первый взгляд фотометрические свойства лунной поверхности объясняются её шероховатостью. Это подтверждается сравнением отражательной способности Луны с отражательной способностью вспаханного поля. Сделанные в СССР измерения коэффициента яркости опровергли гипотезу германского учёного Фаута о ледяной поверхности Луны. В заключение докладчик отметил, что физические исследования планет имеют важное философское значение в связи с проблемой жизни на планетах.

Второе заседание конференции открылось докладом проф. К. Ф. Огородников (ЛГУ) об основоположниках русской астрофизики Ф. А. Бредихине и А. А. Белопольском. Первый русский астрофизик Ф. А. Бредихин прославился своими исследованиями комет. Он создал первую законченную теорию кометных форм и основал знаменитую школу кометной астрономии в нашей стране. Вскоре после 50-летнего юбилея Пулковской обсерватории, в 1890 г. Ф. А. Бредихин был приглашён на пост директора в Пулково. С этого времени началась новая эпоха в жизни Пулковской обсерватории. Дело в том, что когда Пулковская обсерватория начинала функционировать, в России не было ещё собственных астрономических кадров, и по необходимости пришлось пригласить иностранных учёных. Но с течением времени создавалась дурная традиция комплектовать штат обсерватории из иностранцев, русские же астрономы допускались в Пулково весьма неохотно и им предоставлялись только второстепенные должности. Если принять во внимание то, что одна только Пулковская обсерватория имела уникальные инструменты, а все остальные обсерватории в России имели более чем скромное оборудование, то легко себе представить, насколько подобное положение тормозило развитие отечественной науки.

Ф. А. Бредихин, вступив на пост дирек-

тора Пулковской обсерватории, прекратил комплектование штатов иностранцами и выдвинул на руководящую работу русских астрономов, а также открыл доступ в Пулково питомцам русских университетов для полного усовершенствования в науке. Второй важной реформой Ф. А. Бредихина было начало развития астрофизики в Пулковке. Пулковская обсерватория, занимавшая ведущее место в мировой астрономии, стала отставать, когда начали развиваться астрофизические методы. На должность астрофизика Ф. А. Бредихин назначил А. А. Белопольского, который вскоре сделался учёным с мировым именем, одним из создателей астроспектроскопии.

А. А. Белопольский начал свои спектроскопические исследования с изучения особенностей вращения больших планет. Затем он детально изучает спектры звёзд с переменными лучевыми скоростями. Открытое А. А. Белопольским периодическое изменение лучевой скорости у звезды δ Цефея легло в основу современной теории о пульсации переменных звёзд этого типа. Огромной заслугой А. А. Белопольского является лабораторное подтверждение применимости принципа Допплера — Физо к оптическим явлениям. Уже в советское время, после установки в Пулковке большого дифракционного спектрографа, А. А. Белопольский предпринял обстоятельное спектроскопическое исследование скорости вращения Солнца.

Оба основоположника русской астрофизики, Ф. А. Бредихин и А. А. Белопольский, получили признание на родине и за границей, оба были избраны в Академию Наук, оба были директорами Пулковской обсерватории, оба оставили много учеников и последователей. Лучшим памятником обоим корифеям русской астрономической науки будет восстановление Пулковской обсерватории, разрушенной фашистскими варварами, и всемерное развитие отечественной астрофизики.

В докладе «Ведущая роль советской астрометрии» доц. А. А. Н е м и р о (ГАО) отметил, что русская астрометрия ещё до основания Пулковской обсерватории занимала ведущее место в мировой науке. По свидетельству знаменитого французского астронома Лаланда, астрономическая обсерватория Петербургской Академии Наук в XVIII столетии была лучшей в мире по оборудованию и по значимости выполнявшихся на ней работ. Тогда же Россия занимала первое место в мире по количеству, точности и передовой методике определения астропунктов. Вишневецкий один определил 250 астропунктов, многие из которых находились в далёких и труднодоступных местах. Однако, с повышением точности наблюдений, Петербургская обсерватория, расположенная в черте города на высоком здании Кунсткамеры, перестала удовлетворять возросшим научным требованиям. Пулковская обсерватория вскоре после своего основания выдвинулась на первое место в мире.

Чёткость в постановке задачи и высокая точность в её выполнении создали Пулковской обсерватории славу астрономической столицы мира. Производимые наблюдения подвергались всегда самой тщательной обработке с учётом всех возможных инструментальных погрешно-

стей, в результате чего Пулковские каталоги звёзд лежат в основе наших современных представлений о собственных движениях звёзд и о расположении звёзд в пространстве. Влияние Пулковской школы было так велико, что в Пулково приезжали учиться иностранцы. Архитектуру Пулковской обсерватории копировали многие вновь строящиеся иностранные обсерватории.

В Пулковке постоянно развивались самые передовые методы. Основоположник русской астрофотографии С. К. Костинский перенёс в эту новую область астрономии высокую степень мастерства и тщательности работы, отличающие стиль пулковской школы. И здесь он обнаруживает и учитывает самые тонкие инструментальные эффекты. Симеизское отделение Пулковской обсерватории отличалось замечательными астрофотографическими работами, выполненными с весьма скромными средствами.

В Пулковке было установлено наличие суточного члена в колебании широты. Это тонкое явление было исследовано Н. В. Циммерманом.

В советское время организованы новые отделы, в частности важный для народного хозяйства отдел Службы времени, возглавляемый Н. Н. Павловым. Достижением мирового масштаба является успешное применение фотоэлемента для наблюдений на пассажном инструменте, за которое Н. Н. Павлову присуждена Сталинская премия. Дух коллективизма, господствующий в советских научных учреждениях, позволяет осилить огромные задачи, решение которых недоступно разрозненным одиночкам. Одной из таких коллективных работ было законченное в 1941 г. составление каталога геодезических звёзд. В этой важной для целей науки и для народного хозяйства работе принимало участие пять советских обсерваторий. Очередной задачей, также требующей коллективной организации, является составление каталога слабых звёзд. До сих пор фундаментальные системы фактически ограничивались только ближайшими звёздами. Каталог слабых звёзд будет заключать $16\frac{1}{2}$ тыс. звёзд, положение которых привязывается к внегалактическим туманностям.

Советские учёные продолжают вносить усовершенствования в методику наблюдений и конструкции астрономических инструментов. Л. А. Сухарев разрабатывает конструкцию пассажного инструмента, в котором вращающаяся труба заменена неподвижной. Эти усовершенствования резко отличаются от того, что делается за границей, где за последние годы не появилось ни одной свежей идеи, и все усовершенствования направлены только на достижение удобства, а не на повышение точности наблюдений.

Последний доклад, прочитанный проф. В. А. К р а т о м (ГАО), был посвящён успехам наиболее молодой отрасли астрофизики — физике Солнца. До Октябрьской революции в России не существовало гелиофизики как самостоятельной научной отрасли, хотя отдельные учёные выполнили ряд чрезвычайно ценных исследований. Необходимо упомянуть о работах А. П. Ганского, который открыл, что форма солнечной короны изменяется вместе

с изменением пятнообразовательной деятельности Солнца, и выполнил важное исследование солнечной грануляции, а также о спектроскопических исследованиях солнечных пятен А. А. Белопольского. В дореволюционной России не было инструментов, специально приспособленных для солнечных наблюдений. Поэтому уже в первые годы советской власти заказываются мощные солнечные инструменты — Литтровский спектрограф, спектрогелиоскопы. Замечательный конструктор Н. Н. Пономарёв создаёт превосходные по оптико-механическим качествам инструменты — целостаты, горизонтальный солнечный телескоп. В настоящее время получены два коронографа Лео для наблюдения солнечной короны вне затмений. В то время как крупнейшие солнечные инструменты в США не работают совсем или работают не на полную мощность из-за недостатка кадров, в Советском Союзе имеет место чрезвычайно интенсивный рост научных кадров.

Пулковские астрофизики впервые успешно применили спектрофотометрические методы к исследованию Солнца. Чрезвычайно обстоятельное исследование протуберанцев выполнено В. П. Вязанициным.

Наибольшие успехи советской гелиофизики достигнуты в организации комплексных экспедиций для наблюдения полных солнечных затмений, всесторонне охватывающих все проблемы. Г. А. Тихов получил важные данные о структуре и цвете короны и установил, что солнечная корона состоит из двух разнородных частей: диффузной шарообразной короны красного цвета и серебристой короны лучистого строения. Снимки короны в большом масштабе, полученные с помощью стандартных коронографов, позволили изучить тонкую структуру короны и связь корональных деталей с активными областями на поверхности Солнца (Е. Я. Богуславская). Получен ряд великолепных снимков спектра короны и хромосферы. Расширение эмиссионных линий доказывает наличие высокой температуры во внутренней короне. Фотоэлектрические измерения излучения короны выполнены В. Б. Никоновым. Во время экспедиции на полное солнечное затмение в Сортавала в 1945 г. впервые удалось получить хорошую стандартизацию снимков. Докладчику удалось получить спектр короны и хромосферы в ультрафиолетовых лучах вплоть до 3100 Å, тогда как лучшие снимки американского учёного Мензеля обрываются на 3300 Å. В этих спектрах найдено много новых линий. Большое значение имеют поляризационные наблюдения солнечной короны, произведённые М. А. Вашакидзе. А. А. Михайлов сконструировал оригинальную установку для наблюдения эффекта Эйнштейна

во время полных солнечных затмений. На снимках удалось обнаружить смещения изображений звёзд.

Важным организационным мероприятием было создание сети станций советской Службы Солнца. В ближайшие годы станции Службы Солнца будут оборудованы стандартным фотогелиографом — удобным инструментом, отличающимся высокими оптическими качествами. Этот инструмент сконструирован лауреатом Сталинской премии Д. Д. Максutowым.

Ряд ценных исследований солнечной активности и её влияния на геофизические явления выполнен М. С. Эйгенсом и его сотрудниками. Особенно интересны работы М. Н. Гневышева о связи солнечной активности с ионосферой.

За последние годы появилось много теоретических работ по физике Солнца А. И. Лебединского и Л. Э. Гуревича, В. А. Крата, Э. Р. Мустеля, И. С. Шкловского. Доказано, что Солнце испускает не только лучистую энергию, включая радиоволны, но и электрически заряженные частицы. Это корпускулярное излучение и «ответственно» за высокую температуру внутренней короны.

Мы можем констатировать, что советские гелиофизики вышли на первое место в мире по точности результатов и высокому идейному уровню исследований.

Закрывая конференцию, председательствующий проф. П. М. Горшков отметил, что прослушанные доклады, конечно, далеко не охватывают всех достижений советской астрономической науки и даже не исчерпывают всех важнейших проблем, в области которых русские и советские астрономы сделали ценный вклад в мировую науку. Но уже из этих докладов видно, что в ряде ведущих проблем и отраслей астрономии советская астрономическая наука идёт впереди зарубежной науки, а в других областях не уступает ей. Мы можем справедливо гордиться достижениями отечественной науки, но успехи не должны нас успокаивать. Мы должны стремиться к тому, чтобы во всех отношениях превзойти зарубежную науку. Нет сомнений в том, что при внимании, которое наше советское правительство уделяет развитию науки, в скором времени будет окончательно преодолено доставшееся нам в наследство от царской России отставание в инструментальном оборудовании и будут восстановлены советские обсерватории, потерпевшие огромный ущерб от нашествия фашистских варваров. А это, при условии высокой идейности советской астрономической науки и при наличии хороших кадров, — залог наших дальнейших плодотворных успехов.

Б. Н. Гиммельфарб.

СОВЕЩАНИЕ ПО ИЗУЧЕНИЮ ПРИРОДЫ СМОЛЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

До великой Отечественной войны в г. Смоленске работал краеведческий научно-исследовательский институт, объединявший научных работников, изучающих местный край. Институтом в довоенное время было издано несколько десятков работ по изучению растительности, животного мира, климата, геологического строения и полезных ископаемых Смоленской области.

Вскоре после освобождения г. Смоленска от немецких оккупантов, в конце 1943 г. институт начал восстанавливаться. Были приведены в порядок уцелевшие рукописи из фонда института, которых насчитывается более 400. Возвратившиеся в Смоленск научные работники с энтузиазмом принялись за продолжение работ по изучению края.

Сейчас коллектив учёных-природоведов заканчивает работу над сборником «Природа Смоленской области и её богатства».

Сдана в печать работа доцента П. А. Кучинского «Почвы Смоленской области и основные пути повышения их урожайности». Подготовлены к печати работы: «Геология и полезные ископаемые Смоленской области» геолога Д. И. Погуляева, «Геолого-экономический обзор песчано-гравийных и валунных месторождений Смоленской области» и «Известковые туфы Смоленской области» доцента Е. Я. Шабловского, «Рыбы и рыбное хозяйство Смоленской области» научного сотрудника Е. А. Шмидта. Готовится к печати работа проф. Э. П. Эйхе «Горные массивы Смоленской области и их использование».

Изданы работы: «Стекольная промышленность Смоленской области и её сырьевая база» С. Ю. Брансбурга и Д. И. Погуляева, «Леса Смоленской области» М. Р. Якушева, «Глиносырьевое строительство в Смоленской области» А. Д. Городского, «Черепичные и гончарные глины Смоленской области» И. Н. Салова, «Краткая программа физико-географического изучения территории местного края» доцента А. И. Климова, «Полевые сорняки Смоленской области и меры борьбы с ними» проф. Я. Я. Алексеева, несколько брошюр по изучению местного края.

Большую помощь оказывают сотрудники института промышленным предприятиям, геолого-разведочным партиям, хозяйственным и планирующим учреждениям путём дачи консультаций по вопросам водоснабжения, поисков и разведок полезных ископаемых, строительства промышленных предприятий.

Развёртывание научно-исследовательской работы сделало возможным подвести итог изучению природы области и наметить первоочередные задачи дальнейшего её изучения. С этой целью 19 февраля 1948 г. в г. Смоленске было проведено научное совещание. Совещание продлилось 4 дня и привлекло к себе внимание широких кругов общественности. Было заслушано девять докладов.

В докладе Я. С. Зороховича «Ближайшие задачи использования природных ресурсов Смоленской области для восстановления её хозяйства и дальнейшего развития экономики» были освещены основные хозяйственные задачи Смоленской области, поставленные пятилетним планом. На основе этих задач докладчик выдвинул ряд тем, научно-исследовательская разработка которых будет содействовать быстрейшему восстановлению и развитию народного хозяйства Смоленской области. Такими темами являются:

1. Изучение и обобщение результатов работы областной селекционной льноводной станции, опыта работы льносеменных станций, работы передовых колхозников-мастеров высокого урожая льна.

2. Изучение вопросов облесения оврагов, создания полесозащитных полос, изучение сырьевой базы лесохимии, рациональное лесоустройство и лесовозобновление.

3. Изучение полезных ископаемых области, главным образом сырья для производства строительных материалов — гравия, черепичных глин, известняка. Изучение агоруд — фосфоритов, известковых туфов, торфа. Изучение и обобщение материалов по углям, тугоплавким и огнеупорным глинам.

4. Комплексное изучение малых рек для целей транспорта и электрификации.

Доклад доцента А. И. Климова был посвящён характеристике рельефа Смоленской области.

Докладчик указал три основных фактора, определяющие современный рельеф Смоленской области: 1) характер дочетвертичного рельефа, 2) неоднократное оледенение изучаемой территории, 3) развитие современной речной сети. Докладчик демонстрировал составленную им новую гипсометрическую карту Смоленской области (масштаб 1 : 500 000), которая является основой для геологического, геоморфологического и почвенного картирования.

В докладе проф. И. Е. Ефимова «Климат Смоленской области» дана подробная характеристика климата области. Анализ актинометрических и метеорологических наблюдений по большому числу станций за сравнительно большой период времени дал возможность докладчику сделать вывод: для средних широт на территории СССР (следовательно и Смоленской области) главную роль в формировании климата играют воздушные течения. Роль же того тепла, которое данное место получает от солнца, в формировании климата незначительна. Большой интерес представляют работы Ефимова по изучению микроклимата.

Доклад геолога Д. И. Погуляева был посвящён изучению геологического строения и полезных ископаемых Смоленской области. На основании своих многолетних работ по изучению геологического строения края,

докладчик устанавливает четырёхкратное оледенение его территории в четвертичное время. Он предлагает относить к юрской системе немые глины, возраст которых обычно считают аптским, хотя они без перерыва переходят в нижележащие юрские глины, и вносит ряд уточнений в стратиграфию четвертичных и коренных отложений. Докладчик подробно осветил задачи дальнейших работ по изучению геологического строения, поисков и разведок полезных ископаемых на территории области, указав на необходимость расширения геолого-поисковых работ на уголь, огнеупорные и тугоплавкие глины, организации широких поисковых и разведочных работ на черепичные глины, мел, известняк, доломиты, трепел, охру, изучение минеральных источников.

Доцент Е. Я. Шабловский в своём интересном докладе осветил вопросы водоносности верхнедевонских отложений в полосе Смоленско-Орловского девонского вала. Он устанавливает зависимость между водообилием водоносных горизонтов и геологическими условиями их залегания: мульдобразные прогибы девона в районе городов Смоленска и Брянска обуславливают наличие здесь классических артезианских водоносных горизонтов с большим водообилием и напором; выклинивание и перегиб пластов по гребню вала обезвоживают известняково-доломитовую толщу и обуславливают малый дебит скважин.

Геолог И. Н. Салов сообщил о результатах изучения месторождений черепичных и гончарных глин. По своему генезису большинство месторождений черепичных глин Смоленской области является лимно-гляциальными. Эти месторождения тяготеют к полосе границ Московского и Калининского оледенений.

Проф. Я. Я. Алексеев в своём обстоятельном докладе дал яркую картину формирования современного растительного покрова области. Учитывая, что сосна в недавнее время была широко распространена в лесах, докладчик считает необходимым при проведении работ по лесовозобновлению обратить

особое внимание на восстановление сосны в лесах области. Для этого, кроме создания основных насаждений, нужно проводить мероприятия, обеспечивающие победу сосны над елью в этих насаждениях. В области должны быть проведены большие работы по облесению оврагов; так как почвы по склонам менее оподзолены, то для этой цели докладчик рекомендует широколиственные породы и в первую очередь дуб, распространённый в прошлом на территории области. В связи с изменением растительного покрова в последние годы, докладчик считает необходимым проведение в ближайшие годы детального изучения растительности области.

Охотовед С. А. Плещенков в своём докладе охарактеризовал охотничье-промысловую фауну области. Докладчик отметил, что в годы войны значительно увеличилась численность лисиц, волков. В несколько раз возросло поголовье лосей: если в 1937 г. их насчитывалось 60 особей, то теперь численность определяется в 400. Проведенные в предвоенные годы опыты по акклиматизации уссурийской енотовидной собаки увенчались успехом: в настоящее время енотовидная собака обитает во всех районах области. Также увеличилась численность выхухоли, выпущенной в 1929 и 1937 гг.

Зоолог Е. А. Шмидт сообщил об ихтиофауне и водоёмах области. В результате изучения водоёмов установлена возможность пополнения ихтиофауны за счёт введения в неё ценных промысловых рыб — карпа, сига, ряпушки, стерляди и создания крупных прудовых карповых хозяйств.

Выступавшие в прениях научные работники, руководители хозяйственных и плановых организаций отмечали большую работу, проделанную учёными Смоленской области, и выдвинули ряд тем, разработка которых будет способствовать быстрейшему восстановлению и развитию народного хозяйства области.

И. Н. Салов.

VARIA

«НОЖНОЙ КАМЕНЬ»

В 1946 г., во время разбора архива Минералогического музея Харьковского Государственного университета мне встретилась любопытная заметка бывшего заведывающего музеем проф. И. А. Криницкого о так называемом «ножном камне». История этой записки такова: в 1808 г. директором Черниговской гимназии был прислан в Минералогический кабинет Харьковского университета «чичикар», или «ножной камень», привезённый из Персии. Последний употреблялся персами в банях для натирания подошв. Проф. И. А. Криницкий заинтересовался этим камнем и попросил директора Тифлисской гимназии Г. Манасеяна разузнать, не знают ли что-либо жители Тифлиса об этом камне. В 1827 г. Г. Манасейн прислал добытые им сведения об этом камне и самый камень. Оказалось, что и в Тифлисе его употребляли в банях для удаления с ног затверделой кожи и мозолей. Камень этот широко использовался местным населением и его можно было найти в каждой семье. «Ножной камень» часто составлял не мало-важную часть приданого невесты. Персы называют этот камень «чичикар», или «сангена», армяне — «вистикар», грузины — «пехисива», татары — «аягдаши». Все эти названия в переводе на русский язык значат «ножной камень» и «камень для ног».

И. А. Криницкому не удалось выяснить месторождения камня и им установлено, что этот камень привозился из Харасана. Г. Манасейн сообщил, что этот камень в Тифлисе также изготовляют искусственно. И. А. Криницкий сравнил «ножной камень» (чичикара) из Персии с полученным образцом из Тифлиса и выяснил, что они очень похожи друг на друга. Образцы эти, по описанию И. А. Криницкого, представляют собою «мелкопористую лаву, темноелавандово-синего цвета. Разница между ними состоит в том, что один пронизан неправильными и весьма неровными углублениями, между тем как в другом ячейки почти одинаковой величины отделены тонкими перегородками, делают его несколько похожим на соты. Перед паяльной трубкою, равно как и прочие лавы, он плавится удобно и производит темноеolivковое стекло, не действующее на магнитную стрелку».

Из приведённого описания видно, что «чичикар» есть не что иное, как пемза. Как известно, пемзю называют вулканическое стекло, имеющее ячеистое и пузыристое строение. Режущие, сдирающие и шлифующие свойства пемзы обуславливаются тонкими пластинками, составляющими перегородки между ячейками. Месторождения пемзы известны в За-

кавказье — в Армении, в районе Карса и других местах. Применяется пемза в настоящее время для шлифования дерева, металлов и других материалов, но, кроме того, как и прежде, она иногда применяется для мытья рук.

Проф. Л. И. Карякин.

ОБ ОДНОМ УПОТРЕБЛЕНИИ ЧЕСНОКА В КИТАЕ

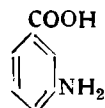
Прочитав в журнале «Природа» № 1, 1947 г., в отделе «Varia» заметку «О некоторых свойствах хрена», где упоминается об открытии проф. Токиным бактерицидных свойств чеснока, мне хочется сообщить Вам о применении чеснока для борьбы с мучнистыми червями и долгоносиками в Южном Китае, откуда я недавно прибыла.

В Южном Китае каждая семья (китайская) имеет запасы риса дома; для того чтобы в нём не заводились долгоносики, на куль риса обычно кладут 2—3 головки чеснока, разделённого на дольки и тщательно очищенного так, чтобы нигде не повредить тонкого покрова дольки, так как при повреждении плёнки чеснок загнивает и портит рис и муку. При наличии чеснока в муке или рисе в них никогда не заводятся черви или долгоносики, что я сама неоднократно проверила за 15 лет пребывания в Шанхае.

С. А. Орлова.

О ВИТАМИНЕ Н₁

К списку классических витаминов нужно в настоящее время добавить ещё так называемый витамин Н₁, парааминобензойную кислоту, или PAB (Science et Vie, t. LXXI, № 356, p. 257, Mai, 1947, Paris).



Вещество это, очень простое по своей структуре, известно давно, но его биохимические свойства стали предметом более углублённого изучения лишь сейчас. По своему физиологическому действию оно близко к факторам витаминной группы В. Подобно им, витамин этот стимулирует рост некоторых бактерий, в том числе кишечных бактерий, синтезирующих фолиевую кислоту, и в то же время производит тормозящее действие на развитие дру-

гих бактерий, например на возбудителей сыпного тифа — риккетсий. В 1942 г., во время эпидемии сыпного тифа в Египте, применение больших доз этого витамина (по 2—3 г ежедневно) значительно сокращало течение болезни.

Но особенно интересны специфические свойства РАВ, отличающие его от других факторов группы В. Доказано, например, что его отсутствие вызывает поседение волос; при внутреннем употреблении РАВ по 0.5 г ежедневно седые волосы темнеют в течение 2—3 месяцев. Выяснена также его роль в борьбе с солнечными ударами (защитные мази, приёмы внутрь).

Как видно из всего вышесказанного, этот витамин обладает известной ценностью при применении его в терапии, тем более, что он хорошо переносится организмом даже в больших дозах.

Е. Р. Фрейндлинг.

ДРЕВНЕГРЕЧЕСКИЙ МИФ О ФАЗТОНЕ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ МЕТЕОРНОЙ АСТРОНОМИИ

Общеизвестно содержание древнегреческого мифа о Фазтоне, сыне Аполлона (Гелиоса). Приведём его в изложении Овидия, как его даёт Н. А. Кун.¹ Фазтону в колеснице отца предстоял путь «среди опасностей, ужасов и диких зверей», по сторонам его «ждут рога грозного тельца, . . . грозит. . . лук центавра, яростный лев, чудовищные скорпион и рак». Всё это — известные созвездия. Перед выездом Фазтона на утренней заре путь его лежал «как раз посредине между змеем и жертвенником». Но кони Фазтона «оставляют обычный путь Гелиоса и несутся уже без дороги. . . тьма заволочла его очи. . . Есть место на небе, где раскинулся чудовищный грозный скорпион — туда несут Фазтона кони. . . То взвиваются они к самым звёздам, то, опустившись, несутся почти над самой землёй. Сестра Гелиоса, богиня Луны Селена, с изумлением глядит, как мчатся без дороги кони её брата. . . Пламя от близко опустившейся колесницы охватывает Землю. . . горят горы, покрытые лесом. . . Дым завлакивает всё кругом; не видит Фазтон в густом дыму, где он едет. Вода в реках и ручьях закипает, . . . от жара трескается земля. . . Атлас едва уже выдерживает тяжесть неба». . . По призыву Геи — Земли Зевс «бросил свою сверкающую молнию и её огнём потушил огонь». Зевс молнией разбил колесницу. Кони Гелиоса разбежались в разные стороны. По всему небу разбросаны осколки колесницы и упряжь коней Гелиоса. А Фазтон с горящими на голове кудрями пронёсся по воздуху подобно падающей звезде и упал в волны реки Эридана (мифическая река на крайнем севере земли, выпадающая в океан,² — прим. Н. А. К.),

вдали от своей родины. Там Гесперидские нимфы подняли его тело и предали земле. В глубокой скорби отец Фазтона: Гелиос — закрыл свой лик и целый день не появлялся на голубом небе. Только огонь пожара освещал землю. Долго несчастная мать Фазтона Климена искала тело погибшего сына. Наконец нашла она на берегах Эридана не тело сына, а его гробницу».

Вникая в описание этого события, трудно отрешиться от мысли о том, что здесь идёт речь о полёте и падении грандиозного метеорита, произведшего сильное впечатление на современников и, возможно, аналогичного падению известного Тунгусского метеорита 30 июня 1908 г. в Сибири. Любопытно, что оба явления имели место утром, когда геоцентрическая скорость метеоритов наибольшая и, следовательно, эффект падения максимален.

В случае Тунгусского метеорита, по свидетельству очевидцев, казалось, что от Солнца оторвался кусок и понёсся на север. Кони Фазтона опустились и несутся «почти над самой землёй»; Тунгусский метеорит тоже как бы «обжигал уши» очевидцам (например на фактории Вановара), его «огненное воспламенение» при падении и взрыве наблюдалось за несколько сот километров. Таёжный лес оказался обожжённым на 12—15 км радиусом. В обоих случаях при ясном небе описывается густой дым, завлакивающий окрестности. Для греческого падения любопытно при этом указание на помрачение Солнца. Вероятно имело место дробление метеорита при полёте («кони Гелиоса разбежались в разные стороны»), столь обычное, а также образование метеорного следа (разбросанная упряжь коней Гелиоса) — последнее подтверждается другим вариантом этого мифа, где происхождение туманной полосы Млечного Пути приписывается проезду колесницы Фазтона.

Чрезвычайно важно прямое указание на падение Фазтона с неба, как метеора. Предание его земле можно понимать, как проникновение обломков метеорита в почву. Метеорит при этом оказался каменным, так как Климена нашла не сына, а «гробницу»; последние, как известно, сооружались из камня. «Каменный» характер метеорита независимо подтверждается его сильным дроблением с образованием мощного (пылевого?) следа при полёте.

Если действительно миф о Фазтоне описывает в художественных образах полёт в меридиальном направлении над Грецией каменного метеорита и его последующее падение на севере Эллады, то оно происходило перед восходом Солнца на заре при Луне (вероятно в фазе последней четверти), причём траектория была пологой, следовательно точка вылета (радиант) лежала на юге, судя по описанию — в Скорпионе (через который также проходит Млечный Путь в согласии со вторым вариантом). Для времени утреннего рассвета это имело место лишь в начале марта и действительно тогда созвездия Змеи и Жертвенника видны над горизонтом Греции в южной части неба. Все перечисленные зодиакальные созвездия видны в марте в течение ночи. Этому моменту соответствует также направление Млечного Пути на северо-северо-восток.

¹ Н. А. Кун. Что рассказывали древние греки о своих богах и героях, I, стр. 70—75, Учпедгиз, М., 1937.

² А также известное созвездие. — Прим. ред.

Яркость метеорита в полёте вероятно была сравнима с яркостью Солнца, как это было и при падении Тунгусского метеорита или недавнего падения, 12 II 1947, близ Имана, ДВК.

Возникновение мифа о Фазтоне, вероятно, следует датировать началом I тысячелетия до н. э. Тогда придётся допустить, что известный в метеорной астрономии большой поток Скорпионид, давший действительно несколько падений каменных метеоритов, является активным на протяжении 3000 лет.

И. С. Астапович.

В МЕЖДУНАРОДНОЙ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

К настоящему времени воздушные средства сообщения приобрели необычайно широкое развитие не только в СССР, но и по всему миру. Все крупные города СССР связаны действующими самолётными линиями.

Через Атлантический океан каждую неделю в обоих направлениях совершается 208 самолётных рейсов, т. е. в среднем каждые 1 час 35 минут здесь проходит самолёт.

Из Англии на Дальний и Средний восток (в Каир, Калькутту, Сингапур и Сидней) еженедельно летают 49 самолётов.

Через Тихий океан ежедневно проходят 4 самолёта из Калифорнии на Гавайский архипелаг. Кроме того, действуют линии на Австралию, Новую Зеландию и ряд других.

При современном развитии воздушных средств сообщения и масштабе их операций является совершенно необходимым знание метеорологических условий в очень широких масштабах, по всей земле. Выпадение из системы метеонаблюдений хотя бы одного района резко снижает качество сводок и обслуживание воздушных путей. В связи с этим деятельность Международной метеорологической организации приобретает сейчас исключительное значение.

В Торонто и Вашингтоне (США) в течение августа—октября 1947 г. состоялась конференция этой организации, собравшая в 10 технических комиссиях 179 делегатов от 44 стран.

После перерыва во время войны деятельность организации возобновляется. В задачи конференции Общества осенью 1947 г. входило подведение итогов в развитии метеорологии некоторыми странами за время войны и согласование планов работы на будущее время.

Аэронавигационная комиссия Общества за три недели работы рассмотрела организационные вопросы обеспечения авиации метеоданными; новые международные коды для передачи обзоров погоды, вопросы связи и обмена наблюдениями между наземными станциями и самолётами в воздухе.

Комиссия морской метеорологии и обсудила вопросы, касающиеся морской климатологии, сообщения кораблями их наблюдений за льдом, измерения океанских волн и зыби, повышения точности и качества наблюдений за погодой с кораблей.

Комиссия синоптической информации имела главной задачей своей работы создание основного кода для наблюдений за погодой, с учётом всех элементов, которые должны быть указаны в сводках. В результате работы комиссии такой единый код и был разработан для всех стран. Здесь же была выработана методика изображения на синоптических картах данных о верхних слоях атмосферы, Установлено время для стандартных передач сводок, а также порядок составления сводок и распределения метеорологической информации.

Комиссия приборов и методов наблюдений, организованная ещё в феврале 1946 г., провела большую работу по рассмотрению всех существующих метеорологических приборов. При обсуждении приборов всё время высказывались соображения о необходимости стандартизации их изготовления. Однако стандартизация пока возможна только для меньшей части приборов, так как в большей своей части они являются новыми, требующими ещё усовершенствования и доделок. В результате обсуждения комиссией было решено, что особенно необходимым сейчас является сравнение различных типов радиозондов, причём для дальнейшего проектирования рекомендуются самые простые из них. Был обсуждён также вопрос измерения видимости и рекомендованы изменения в международной практике этих работ.

Работа комиссии аэрологии оказалась также очень важной, в связи с сильно возросшим количеством данных о свободной атмосфере. Комиссия обсудила определение и спецификацию водяных паров в атмосфере, важность некоторых физических констант в применении к обычной жизни и операции по разведочным метеорологическим полётам.

Климатологическая комиссия в конце работы создала постоянную подкомиссию для изучения применимости климатологии в промышленности и при охране здоровья.

Кроме того, на конференции работали комиссии: гидрологии, агрономической метеорологии, библиографии и публикации, а также составления карт.

Учитывая важность получения взаимной метеорологической информации — 33 делегата составили и подписали Всемирную метеорологическую конвенцию, которая войдёт в силу после ратификации её странами, делегаты которых подписали конвенцию.

Конференция метеорологического общества вынесла более 200 резолюций по различным вопросам и организовала две новых комиссии: 1) по радио-электрической метеорологии и 2) по проблемам метеорологии в Арктике и Антарктике.

Литература

[1] G. Etzel Pearcy. *The Air Age, Fact or Fantasy?* The Journ. of Geogr., v. XLIV, № 8, Nov., 1947. — [2] *Nature*, v. 160, № 4076, Dec., 1947.

B. A. Tokarev.

КРИТИКА и БИБЛИОГРАФИЯ

Акад. С. Н. Бернштейн. Теория вероятностей. Гостехиздат, 1946. Четвёртое, дополненное издание, 556 стр. М.—Л.

Два года тому назад вышло 4-е издание курса акад. С. Н. Бернштейна «Теория вероятностей». Оно содержит целый ряд дополнений и на одну треть более по объёму третьего издания 1934 г.

Эта книга, первое издание которой вышло в 1927 г., стала общепризнанным классическим руководством по теории вероятностей и бесспорно является выдающимся произведением мировой математической литературы.

Главной особенностью «Теории вероятностей» является так редко встречающееся сочетание математической глубины и строгости изложения с систематичностью, на протяжении всего курса разбираемыми конкретными примерами и задачами, причём эти конкретные «приложения» теории органически связаны с чисто теоретическими вопросами.

Это и делает курс Сергея Натановича Бернштейна настольной книгой как для специалистов теоретиков, так и для всех тех, кто встречается с приложениями теории вероятностей и математической статистики в самых различных областях и отраслях знания.

Книга чрезвычайно содержательна; излагаемый материал подобран глубоко продуманно и весьма тщательно. Если проследить за «добавлениями», постепенно включаемыми в новые издания, число которых в рецензируемом издании достигает шести и занимает значительную часть книги (147 страниц из 556), то можно заметить, что туда включены наиболее важные и актуальные вопросы современной науки; более того, в этом отношении книга Сергея Натановича может служить своеобразным «барометром» — читатель может быть уверен в важности и актуальности данного вопроса, если найдёт его включённым в курс акад. С. Н. Бернштейна.

Мы остановимся лишь на тех дополнениях, которые отличают 4-е издание от предыдущих.

1. В части третьей основного текста добавлена новая глава, посвящённая цепям Маркова, а в конце книги появилось новое, пятое добавление: «Классификация цепей Маркова и их матриц».

В этих дополнениях всесторонне разбирается вопрос о приложимости к цепям закона больших чисел и так называемой эргодической теоремы.

2. В настоящее издание впервые включено большое шестое добавление «Стохастические уравнения в конечных разностях и стохастические дифференциальные уравнения». Это новое добавление посвящено обоснованию современной теории стохастических дифференциальных уравнений, «представляющих новый мощный метод вычисления вероятностей, непосред-

ственно связанный со статистическими проблемами физики», как отмечает С. Н. Бернштейн в предисловии к четвёртому изданию.

3. Ввиду фундаментального значения закона нормального распределения вероятностей, в основном тексте впервые появилось полное доказательство теоремы Ляпунова, в связи с чем глава IV части IV содержит 8 параграфов вместо 6, которые были в 3-м издании.

4. Существенное дополнение получило добавление первое, посвящённое методу характеристических функций, а именно в него включена теорема Крамера о том, что если сумма двух независимых случайных величин подчиняется нормальному закону, то и каждое слагаемое подчиняется нормальному закону.

5. Весьма существенны также дополнения, обобщающие теорему, обратную теореме Лапласа в добавлении четвёртом.

Не лишне заметить, что целый ряд обратных теорем (теоремы, обратные теоремам Бернулли, Чебышева, Лапласа и в известном смысле теореме Ляпунова) представляют собой теоретический фундамент математической статистики и, как это ни странно, их доказательство обычно не приводится даже в больших курсах математической статистики.

Тем более ценно, что все эти теоремы полностью и со всей строгостью доказаны в курсе С. Н. Бернштейна, который, таким образом, является в то же время незаменимым пособием при изучении математической статистики.

6. В настоящее издание включены также теоремы Колмогорова и Хинчина, посвящённые усиленному закону больших чисел (§ 7 главы I, часть III).

Значительно расширен отдел «упражнений», приводимых в конце каждой главы. Эти «упражнения», на самом деле, являются часто интересными проблемами, могущими служить материалом для самостоятельных исследований молодых математиков, с другой стороны — в этих «упражнениях» кратко и изящно доказан целый ряд важных теорем, дополняющих изложенные в книге вопросы и часто впоследствии используемых самим автором в основном тексте книги.

Резюмируя, можно сказать, что большинство «добавлений» к книге С. Н. Бернштейна является, по сути дела, краткими, оригинальными монографиями, посвящёнными важнейшим вопросам современной науки.

Что можно было бы пожелать пятому изданию книги, которое, как нам кажется, рано или поздно, обязательно должно появиться?

1. Было бы желательно расширить весьма краткую главу I части I, посвящённую аксиоматике теории вероятностей, тем более, что

автором первого опыта аксиоматики теории вероятностей является сам автор книги, с тем чтобы изложение важнейших вопросов курса было более непосредственно и отчетливо связано с основными аксиомами.

2. Было бы желательно собрать вместе все «обратные теоремы», посвятив, таким образом, ряд глав теоретическим основам математической статистики.

3. Желательно было бы включить в курс работы акад. С. Н. Бернштейна о приложимости нормального закона к зависимым величинам и цепям Маркова, начатые им в своём известном мемуаре 1926 г. и ставшие уже классическими.

О. В. Сарманов.

Пьер Оже. Что такое космические лучи. Перевод с английского Н. Я. Рабинович, ОГИЗ, Гостехиздат, 1947, 108 стр. + 22 таблицы. Ц. 2 руб. 60 коп.

Изучение космических лучей является, несомненно, одним из интереснейших разделов современной физики. В этой области наукой получены крупнейшие достижения, в особенности за последнее десятилетие. Поэтому представляется очень важным ознакомление широких кругов советской интеллигенции с этими вопросами. Книжка Оже является популярным изложением основных сведений о результатах исследований космических лучей. Автор, один из виднейших специалистов по экспериментальному изучению космических лучей, хорошо справился со своей трудной задачей.

В книжке Оже разобран вопрос о методах изучения и о составе космической радиации, а также описываются и некоторые замечательные явления, с которыми столкнулись исследователи космических лучей, например образование «ливней», рождение пор, расщепление атомных ядер под действием космических лучей. Автору везде удалось соединить ясность и простоту изложения с высоким научным уровнем, включающим какие бы то ни было сомнения в достоверности приводимого фактического материала. Дух научной романтики, которым пропитана вся книга, делает её особенно увлекательной.

Важнейшим недостатком книжки является неполное освещение работ советских исследователей, внёсших значительный вклад в науку о космических лучах. Некоторые весьма краткие сведения о них можно найти в подстрочных примечаниях, сделанных редактором книги, но этого совершенно недостаточно. Нет, например, даже упоминания о замечательных работах акад. Алиханова и его сотрудников, открывших новую частицу, входящую в состав космических лучей.

Редактирование книги, повидимому, было проведено наспех, так как имеется ряд очень досадных промахов, особенно неприятных в популярной книге, рассчитанной на читателя-неспециалиста. Например, на фиг. 2 изображена схема счётчика Гейгера—Мюллера, на которой плюсовой конец батареи никуда не присоединён. На стр. 33 читаем: «частицы... достигающие земли вблизи экватора, будут отклоняться к востоку, если они заряжены

положительно, т. е. нам будет казаться, что они появляются с запада. В случае положительно заряженных частиц наблюдается обратное явление».

Мало подготовленному читателю безусловно трудно будет догадаться, что именно в последнем предложении должна идти речь об отрицательно заряженных частицах. На фиг. 10 приведены кривые переходного эффекта в свинце и в алюминии. Ни в подписи под рисунком, ни в тексте читатель не найдёт объяснения, почему переходный эффект в свинце изображается двумя кривыми, а не одной. Остались, к сожалению, неисправленными грубые опечатки на стр 82 и 101, где, соответственно, вместо $3 \cdot 10^{-7}$ должно стоять $3 \cdot 10^{11}$ и вместо 10 должно быть 10^9 электрон-вольт. Гораздо лучше вместо выражения, «константа Планка» (стр. 51) употребить общепринятый термин «постоянная Планка». Электроны отдачи называют обычно «δ-электронами», а не β-электронами, как сказано на стр. 38. Встречаются и неудачные фразы, например, несогласованное предложение на стр 9: «А так как электрическое поле вблизи от нити достаточно велико, то скорость, развиваемая отрицательными ионами, превращает его самого в ионизирующий агент». Здесь, конечно, ионизирующим агентом должен считаться отрицательный ион, а не электрическое поле. Действительно, в следующей фразе читаем: «Он разбивает атомы, с которыми сталкивается, и, в свою очередь, превращает их в ионы». Не совсем понятно примечание редактора на стр. 99: «По новейшим первичным данным спектр практически не содержит электронов и фотонов, а только тяжёлые частицы».

Если возникнет необходимость в переиздании книжки Оже, то следует подчеркнуть желательность некоторой её переработки. Крупные успехи, достигнутые советской наукой в изучении космических лучей, должны найти в этой книге достойное отражение.

А. И. Оль.

Флетчер Ватсон. Между планетами. Перевод с английского Б. Ю. Левина. ОГИЗ, Гостехиздат, М.—Л., 1947, 227 стр. Цена в переплёте 5 руб. 50 коп. Тираж 15000 экз.

Второй выпуск «Серии книг по астрономии», издаваемой Государственным издательством технико-теоретической литературы, посвящён «телам, блуждающим между планетами», — астероидам, кометам, метеорам, метеоритам. Общая характеристика «Серии книг по астрономии», представляющей перевод на русский язык цикла монографий, изданных Гарвардской обсерваторией (США), была дана на страницах журнала «Природа» (№ 5, 80, 1948) в нашей рецензии на первый выпуск этой серии.

Вводная глава рецензируемой книги предназначена для наименее подготовленного читателя и призвана сообщить ему необходимые для понимания дальнейшего сведения о солнечной системе и законах, управляющих движением тел в ней. Далее следуют главы о дви-

жении и физической природе астероидов, об особенностях движения и о строении комет, о метеорах и метеорных потоках, о падении метеоритов, о метеоритных кратерах и результатах лабораторных исследований метеоритов, и очень краткая глава об «облаке малых тел» — зодиакальном свете. На протяжении всей книги подчёркивается родство между всеми рассматриваемыми видами малых тел солнечной системы, но, вместе с тем, указывается, что истинная взаимосвязь между кометами, метеорными телами и астероидами остаётся по сей день невыясненной. В заключение разделов, посвящённых каждому из видов малых тел солнечной системы, удачно изложены различные возможные гипотезы о происхождении этих малых тел, причём автор воздерживается от признания какой-либо определённой гипотезы, так как в настоящее время нет общепринятой теории происхождения малых планет, комет и метеорных тел.

В отличие от первого выпуска «Серии книг по астрономии», перевод сделан достаточно хорошо. Лишь в немногих местах стремление приблизиться к стилю подлинника может вызвать неясности. Например, объяснение критерия, позволяющего отличить постоянных членов солнечной системы от пришельцев извне, едва ли получилось бы таким, как на стр. 9, если бы книга была первоначально написана по-русски, а не переведена с английского. Ещё более неясной получилась фраза на стр. 36: «Яркость Луны быстро убывает, когда угол, под которым мы её видим, по отношению к Солнцу изменяется от полной фазы». Получается, что мы видим яркость Луны под каким-то углом «по отношению к Солнцу». Или на стр. 103 об ускорении, сообщаемом метеорными телам земным притяжением, неудачно сказано: «Земля притягивает метеоры и разгоняет их».

Переводчик снабдил русское издание книги многочисленными примечаниями, которые в значительной степени исправляют неточности и поясняют изложение. Английское издание книги вышло в 1941 г., и примечания переводчика во многом дополняют текст новейшими данными. В некоторых местах переводчик отмечает односторонность утверждений автора и указывает иные возможные точки зрения.

Русские учёные сделали значительный вклад в изучение малых тел солнечной системы. Но автор американец совершенно игнорирует заслуги русских учёных, обнаруживая незнание или нежелание знать многие важнейшие работы в той области, которой посвящена книга. Из русских учёных, автор упоминает только Л. А. Кулика и С. К. Всехсвятского, а многие успехи русских учёных и даже классические исследования Ф. А. Бредихина о кометных хвостах в книге не излагаются. Ничего не сказано в английском подлиннике и об исследованиях В. Г. Фесенкова о природе зодиакального света. Примечания переводчика дают представление

о многочисленных заслугах отечественных учёных в деле изучения малых тел солнечной системы.

Всё же многочисленные примечания переводчика не исчерпывают всех мест, требующих пояснения. Например, на стр. 9 неясно, что за числа стоят в первых двух строках табл. 2. На стр. 10 следовало бы пояснить, что выражения «верх» и «низ» относятся к чертежу (фиг. 2), а в действительности в солнечной системе орбиты не имеют верха и низа. То же повторяется и на стр. 41. Остаётся неясным, что такое «эффект фазы», о котором упоминается на стр. 39 и в табл. 5, и т. п.

Книга богато иллюстрирована. На 227 страницах имеется 106 иллюстраций. Но многие иллюстрации выполнены небрежно или ценность их снижена недостаточным объяснением того, что на них изображено. Тоновые клише все выполнены грубо, и на них часто нельзя рассмотреть того, о чём сообщается в подписи под ними. Например, в подписи под фиг. 32 (стр. 73) сказано: «Видно яркое звёздообразное ядро, окружённое туманной комой», но на рисунке ничего, кроме бесформенной туманной массы, разглядеть нельзя. То же можно сказать о фиг. 33. Далее, фиг. 106 на стр. 223 названа «замечательной фотографией», но на ней трудно что-нибудь разобрать, и, кроме того, она перевернута вниз головой. Фиг. 72 тоже перевернута. На фиг. 44, показывающей составные части типичной кометы, над надписью «ядро» — вообще пустое место. На фиг. 17 получается, что яркость Луны в полнолуние измеряется 0 звёздной величины, тогда как истинная звёздная величина Луны в полнолуние равна 12.6. На многочисленных диаграммах распределения (фиг. 5, 7, 8, 9, 27, 28, 53, 69) не указано, какие величины отложены по вертикальной оси. В других случаях (фиг. 23, 24, 25, 26) около вертикальной оси стоит буква N, но что она означает, нигде не объяснено. И только на немногих диаграммах написано, что по вертикали отложены проценты (фиг. 4) или абсолютные числа (фиг. 70, 64, 65). Из подписи под фиг. 8 остаётся непонятным, что изображает прерывистая линия. Неясна и подпись под фиг. 51.

Небрежность редакции проявилась не только в оформлении иллюстраций. В книге есть неисправленные опечатки (стр. 8, 10 и др). В подписи под фиг. 61 дата метеорного дождя Леонид указана 13 ноября 1883 г., тогда как в тексте говорится о метеорном дожде 1833 г. (стр. 126). Ссылка на табл. 3 сделана на стр. 15 невпопад.

Упрёк в небрежности, значительно снижающей ценность выпускаемых книг, делался Государственному издательству технико-теоретической литературы неоднократно. Работникам издательства следовало бы обратить серьёзное внимание на обеспечение высокого качества выпускаемой продукции.

Б. Н. Гиммельфарб.

О П Е Ч А Т К И

Страница	Столбец	Строка	Напечатано	Следует читать
2	—	1 снизу	аиологии	биологии
"	—	2 "	кад.	акад.
4	Правый	21 сверху	$f) = \frac{y_3 + y_4 + y_9 + y_{10}}{y_3 + y_2 + y_{11} + y_{12}}$	$f) = \frac{y_3 + y_4 + y_9 + y_{10}}{y_1 + y_2 + y_{11} + y_{12}}$
29	"	20 "	и таким,	и, таким
31	"	13 снизу	воздействия	воздействия

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ ПОПУЛЯРНЫЙ ЕСТЕСТВЕННО-ИСТОРИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ, ИЗДАВАЕМЫЙ АКАДЕМИЕЙ НАУК СССР

37-й год издания

„ПРИРОДА“

37-й год издания

Редактор заслуж. деятель науки РСФСР проф. В. П. Савич

ЖУРНАЛ ПОПУЛЯРИЗИРУЕТ достижения в области естествознания в СССР и за границей, наиболее общие вопросы техники и медицины и освещает их связь с социалистическим строительством. Информирова читателя о новых данных в области конкретного знания, журнал вместе с тем освещает общие проблемы естественных наук

В ЖУРНАЛЕ ПРЕДСТАВЛЕНЫ все основные отделы естественных наук, организованы также отделы: естественные науки и строительство СССР, природные ресурсы СССР, история и философия естествознания, новости науки, научные съезды и конференции, жизнь институтов и лабораторий, юбилея и даты, потери науки, критика и библиография

ЖУРНАЛ РАССЧИТАН на научных работников и аспирантов — естественников и общественников, на преподавателей естествознания высших и средних школ. Журнал стремится удовлетворить запросы всех, кто интересуется современным состоянием естественных наук, в частности широкие круги работников прикладного знания, сотрудников отраслевых институтов: физиков, химиков, растениеводов, животноводов, инженерно-технических и медицинских работников и т. д.

„ПРИРОДА“ дает читателю информацию о жизни советских и иностранных научно-исследовательских учреждений. На своих страницах „Природа“ реферирует естественно-научную литературу

Редакция: Ленинград 22, ул. проф. Попова, 2

ПОДПИСНАЯ ЦЕНА: на год за 12 №№ 72 руб.
на 1/2 года за 6 №№ 36 руб.

Рассылку №№ и приём подписки производят: Контора по распространению изданий Академии Наук СССР „Академкнига“ — Москва, Пушкинская, 23; книжный магазин „Академкниги“ — Москва, ул. Горького, 6; отделения Конторы „Академкниги“ — Ленинград, Литейный, 53-а; Киев, ул. Ленина, 42; Свердловск, улица Белинского, 71-в; Ташкент, улица Карла Маркса, 29; Алма-ата, ул. Фурманова, 129; Харьков, Горяиновский пер., 4/6, и отделения Союзпечати.

РЕДАКЦИЯ ПОДПИСКИ НЕ ПРИНИМАЕТ