

ПРИРОДА



1930

ДЕВЯТНАДЦАТЫЙ
ГОД ИЗДАНИЯ

№ 6

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР
КОМИССИЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ЕСТЕСТВЕННЫХ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ СИЛ СОЮЗА

СПРАВКИ ОБ ИЗДАНИЯХ КОМИССИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ЕСТЕСТВЕННЫХ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ СИЛ СОЮЗА

В Ы Д А Ю Т С Я:

1) в Книжном складе Комиссии (об изданиях опечатанных) ежедн. от 10 до 15 час.

2) в Редакции (об изданиях, печатающихся, готовых и подготовляемых к печати) ежедн. от 10 до 15 час.

АДРЕС КОМИССИИ и КНИЖНОГО СКЛАДА: Ленинград, 1, Тучкова наб., д. 2-а. Телефон № 132-94

АДРЕС ИЗДАТЕЛЬСКОГО ОТДЕЛА и РЕДАКЦИИ „ПРИРОДА“: Ленинград, 1, Тифлисская ул., д. 1. Телефон № 5-92-62

К сведению сотрудников „ПРИРОДЫ“

- 1) Объем представляемых статей не должен превышать 30 000 печатных знаков.
- 2) Рукописи должны быть четко переписаны на одной стороне листа; следует оставлять поля. Особенное внимание должно быть обращено на то, чтобы собственные имена, латинские названия и формулы были написаны четко. Рукописи должны быть совершенно готовы к печати.
Редакция обращает внимание на то, что рукописи, переписанные на машинке или вообще переписанные не самим автором, должны быть перед сдачей в редакцию прочитаны и исправлены автором, ибо опыт показывает, что при переписке, как правило, допускаются грубые ошибки и искажения.
Если к статье имеются рисунки, они должны быть приложены к рукописи с указанием мест их размещения.
- 3) Желательно, чтобы литературные ссылки приводились в конце статьи в виде списка литературы. Во всяком случае, ссылки должны *делаться по следующей форме*:
М. Планк. Физическая реальность световых квант. Природа, № 9, 1927, стр. 665.
т. е. инициалы, фамилия автора в разрядку, точка, название статьи без кавычек, точка, название журнала без кавычек, запятая, том, выпуск или номер, запятая, год (без слова „год“), запятая, страница, точка.
- 4) При рефератах обязательно должно быть указано, где помещена реферируемая статья.
- 5) Пересказы рефератов, помещенных в других органах, не принимаются.
- 6) Меры должны употребляться исключительно метрические. Сокращенные наименования делаются русскими буквами по схеме, принятой Государств. издательством.
- 7) Следует по возможности избегать технических сокращений, особенно — понятных лишь узкому кругу лиц.
- 8) Фамилии иностранных авторов должны быть даны в русской транскрипции. В скобках может быть указано иностранное написание.
- 9) Фамилии авторов в тексте, а равно латинские названия животных и растений, набираются обычным шрифтом (не в разрядку и не курсивом), а потому в рукописи не выделяются никаким особым знаком.
- 10) В случае надобности, в рукописи могут быть сделаны редакцией сокращения и изменения.
- 11) По поводу непринятых к печати рукописей редакция не вступает ни в какие объяснения.
- 12) Гонорар за статьи и заметки уплачивается тотчас по напечатании рукописи в размере 100 рублей за 40 тысяч печ. зн. (оригинальные статьи и заметки).
- 13) По желанию автора, ему может быть послана одна корректура. Корректурa вместе с оригиналом должна быть отослана редакции на следующий день по получении. В корректуре допускаются только исправления типографских ошибок и изменения отдельных слов; никакие вставки не допускаются.
- 14) Адрес для рукописей и корректур: Ленинград, 1, Тифлисская, 1, „Природа“.

ЛТМРОД

популярный
естественно-исторический журнал

основанный в 1912 г. и издававшийся

Н. К. Кольцовым, Л. В. Писаржевским,
Л. А. Тарасевичем и А. Е. Ферсманом.

№ 6 ГОД ИЗДАНИЯ ДЕВЯТНАДЦАТЫЙ 1930

СОДЕРЖАНИЕ

Проф. В. Я. Альтберг. Грозное электричество и механизм молнии (с 7 фиг.).

Н. В. Белов. Об элементах последней строки периодической системы (с 1 фиг.).

А. И. Мальцев. Биологические особенности овсов и овсюгов (с 11 фиг.).

И. М. Васильев. Водное хозяйство растений в песчаной пустыне Юго-восточные Каракумы (с 4 фиг.).

НАУЧНЫЕ НОВОСТИ И ЗАМЕТКИ

Астрономия. Новое в учении о строении вселенной.

Физика. Новая высоковольтная лаборатория на миллион вольт. Целлюлоза в свете рентгеновского анализа.

Химия. Рейний.

Климатология. Изменения климата восточной Европы в послеледниковое время.

Ботаника. Саксаул в горах.

Зоология. Соболь в Саянах и его географическое распространение в Палеарктике.

Биология. Иод в нормальном животном организме.

Научная хроника.

Библиография.

Издательство Академии Наук СССР

Комиссия по научению естественных производительных сил Союза (КЕПС)

ЛЕНИНГРАД

1930

Грозное электричество и механизм молнии

Проф. В. Я. Альтберг

Явление грозного электричества с незапамятных времен приковывало к себе внимание человека. Величественные и грозные явления природы — гром и молния — представлялись человеку на заре его истории загадочным проявлением высшей силы, которой он поклонялся, как боже-ству (Зевс, Перун). С течением времени, однако, сущность этого поразительнейшего и красивейшего явления природы, благодаря настойчивым исканиям пытливого ума, раскрывается все более и более, в особенности в течение последних трех десятилетий. Дать в кратких чертах представление о современном состоянии знаний о молнии и грозном электричестве является задачей настоящего сжатого очерка.

В вопросе о сущности явления человек впервые стал на верный путь, когда около середины XVIII в. он стал сравнивать с молнией маленькие искры, получавшиеся при помощи примитивных в то время электрических машин. Идею о тождестве маленькой искры и грандиозной молнии, несмотря на громадное различие масштабов, особенно ярко выразил Франклин, благодаря которому эта идея стала достоянием тогдашнего ученого мира.

На первых опытах с грозным электричеством, тесно связанных с первоначальным развитием знаний об электричестве вообще, небезинтересно будет немного остановиться, тем более, что аналогичные опыты почти одновременно ставились также и в нашей Академии Наук академиками Ломоносовым и Рихманом, из которых последний даже поплатился жизнью во время опытов с молнией.

Первые сопоставления электрической искры с молнией были сделаны

в Англии д-ром Уоллом (Wall), извлекавшим искры из янтаря, потертого о шерстяную ткань, и сообщившим в 1708 г. Королевскому обществу, что наблюдавшиеся при этом „свет и потрескивание представляют, повидимому, до известной степени гром и молнию“ (1). Через 12 лет известный первыми работами по электричеству физик Грей сообщает тому же обществу, что наблюдаемые при электризации тел искры „имеют, повидимому, ту же природу, что гром и молния, если позволительно сравнивать большое с малым“.

Затем в середине XVIII в. американец Франклин докладывает тому же обществу свои соображения о возможности и желательности при помощи змея произвести опыты и наблюдения над молнией в природе, каковой план удалось вскоре осуществить французам Далибару и Делору, низведшим небесный огонь на землю. „Таким образом, — докладывал Далибар в Парижской Академии, — материя грома бесспорно та же самая, что и электрическая материя. Идея Франклина перестала быть предположением, она стала действительностью“ (2).

Когда известие об опытах французских ученых достигло Петербурга, то академики Ломоносов и Рихман решились их повторить в надежде получить новые данные о природе молнии, а также электричества. ¹ „Громовая машина“ Ломоносова состояла из высокого шеста с железной стрелкой, от которой в комнату проведена

¹ Рихман, занимавшийся исследованием электричества уже с 1745 г., писал в академическую канцелярию: „понеже опыты по электрической силе со всяким прилежанием в других странах делаются, то и я здесь стараюсь нечто о сем деле учинить“.

была проволочка, подвешенная на шелковинках. К концу проволоки подвешивалась железная палка и нить, которая поднималась, когда в проволоке было электричество. Опыты начаты были в том же году (1752), в котором их произвели также Далибар и Делор.

Затем эти опыты с успехом повторялись в следующем году в апреле, мае, июне и июле месяцах. Удивительная наблюдательность Ломоносова позволила ему подмечать присутствие электричества в его машине даже в отсутствие грома и молнии. С подобной же машиной производил опыты также и Рихман, который готовился сделать в Академии доклад о них, в то время как задачей Ломоносова было изложить теорию означенных опытов. Такому заседанию Академии, однако, не суждено было состояться, так как 26 июля (177 лет тому назад) во время опытов трагически погиб Рихман, сраженный молнией, которая ударила в его громовую машину (3). В тот же день подобные опыты производил также и Ломоносов, уцелевший благодаря счастливой случайности.¹

¹ По этому поводу Ломоносов сообщал Шувалову; «Что я пишу, за чудо почитайте, для того, что мертвые не пишут. Я не знаю еще, ли по последней мере сомневаюсь, жив ли я или мертв. Я вижу, что господина профессора Рихмана громом убило в тех же точно обстоятельствах, в которых я был в то же самое время. Сего июля в 26 число в первом часу пополудни поднялась громовая туча от норда. Гром был нарочито силен, дождя ни капли. Выставленную машину посмотрев, не видел я ни малюго признака электрической силы. Однако, пока кушанье на стол ставили, дождался я нарочитых электрических из проволоки искр, и к тому пришла моя жена и другие. И как я, так и она беспрестанно до проволоки и до привешенного прута дотыкались. Внезапно гром чрезвычайно грянул в то самое время, как я руку держал у железа и искры трещали. Все от меня прочь побежали. И жена просила, чтобы я прочь шел. Любопытство удержало меня еще две или три минуты, пока мне сказали, что шти простынут, а притом электрическая сила перестала. Только я за столом сидел несколько минут, внезапно дверь открыл человек Рихмана, весь в слезах и в страхе запыхавшись. Он чуть выговорил: профессора громом зашибло».

Дальнейшее развитие наших знаний о грозовом электричестве шло медленно, с большими периодами застоя и приостановок каких бы то ни было исследований в этой области. Тем не менее, означенным вопросом интересовались и занимались в прежнее время такие крупные ученые, как Лавуазье, Лаплас, Вольта, а позднее Пельтье, Экснер и Вильям Томсон. Не останавливаясь на исторической части изложения различных стадий развития идей и представлений о грозе, здесь мы отметим лишь наиболее существенные моменты и сосредоточим главное внимание на достижениях последних десятилетий.

Значительным толчком, пробудившим немалый интерес к явлениям атмосферного электричества, послужило открытие лучей Рентгена, затем лучей Беккереля и радиоактивности, а также установление важного факта существования ионов в атмосфере. Означенные фундаментальные открытия повели к чрезвычайно быстрому расширению наших сведений о механизме прохождения электричества через газы, а также к представлению об электрической природе грозовых явлений. В этом направлении было произведено огромное количество исследований, послуживших основой для создания стройной теории прохождения электричества через газы, а также для теории грозовых разрядов в атмосфере.

Одним из важнейших выводов многих исследований является признание электрогрозовых явлений частным случаем более общего явления конденсации водяных паров в атмосфере в форме жидких или твердых осадков. При этом выяснилось, что образование электричества стоит в самой тесной связи с образованием и, в особенности, с движением и судьбой отдельных гидрометеорных элементов (дождевых капель, снежинок и пр.). Образование осадков прежде считали побочным явлением, сопутствующим грозе, по последним же данным оно

выступает на первый план и играет, как увидим, главную роль.

Если подходить с таким критерием к теориям, пытающимся объяснить происхождение грозового электричества, то многие из них, не удовлетворяющие указанному выше основному требованию, придется сразу же отбросить как негодные. Для создания правдоподобной теории большое значение имеют лабораторные опыты Ленарда по гидродинамике падающих капель и связанные с этим явления электризации последних. Эти опыты были повторены и подтверждены Симпсоном, который на основании их построил свою теорию, получившую общее признание в Англии и Франции.

Ввиду этого, необходимо остановиться на интересных опытах Ленарда, который уже давно подметил, что при разбрызгивании воды электризуются капельки; этот эффект всегда имеет место у водопадов, и здесь его легко обнаружить даже с примитивными приборами ввиду развития огромного количества водяной пыли. Исходя из этих наблюдений в природе, Ленард изучал в лаборатории поведение капель и их электризацию в воздушном потоке.

Для удобства наблюдения за различными стадиями изменения в каплях он заставлял их падать навстречу восходящему потоку воздуха, создаваемому электрическим вентилятором. При этом он подбирал такое соотношение между величиной капель и скоростью направленного вверх потока, чтобы капли парили в воздухе на удобной для наблюдения высоте, не опускаясь вниз и не поднимаясь вверх. При таких условиях легко было следить за последовательными превращениями капели.

Вследствие того, что по окружности круга, перпендикулярного к направлению потока, скорость движения воздуха наибольшая, внутри капели возникает циркуляция, в результате которой образуется вихревое кольцо с соответственным деформированием капели и переходом, по мере усиления

циркуляции (потока), в неустойчивое состояние, которое завершается распадением капели на группу более мелких капелек в форме венчика, уносимого затем воздушным потоком вверх. Ленард показал, что при потоке, скорость которого равна или больше 8 м/сек., ни одна капля не может упасть на землю, так как происходит их разделение на части с последующим вознесением этих последних вверх.

Далее он изучал подробно процесс электризации при различных случаях распыления воды. Он нашел, что электризация в этих случаях является результатом разъединения электрического двойного слоя, имеющегося на поверхности воды и обращенного наружу своей отрицательной стороной. При отрывании от некоторой массы воды маленьких частиц ее происходит частичное разделение упомянутого двойного слоя, кусочки отрицательной (внешней) части которого и представляют оторванные мельчайшие капельки. Чем меньше размеры последних, тем сильнее они наэлектризованы (отрицательно). Этим объясняется электризация, наблюдающаяся при распылении воды путем пульверизатора или при образовании водяной пыли у водопадов.

Интересным являлся вопрос, имеет ли место процесс распыления в природе, в случае дождевых капель. В сравнительно недавнее время Ленарду совместно с Гохшвендлером удалось доказать, что при известных условиях капля в воздушном потоке может подвергнуться распылению и в результате вызвать разъединение положительного и отрицательного электричества. Непосредственные опыты показали, что капля размером 4.8 мм после ее распыления дает 0.003 эл.-стат. ед., что дает для 1 куб. см распыленной воды 0.04 эл.-стат. ед. Эта величина несравненно преуменьшена по сравнению с тем, что имело место в действительности, ввиду того, что при измерении далеко не все капельки были учтены. При более совершенном способе распыления воды помощью

пульверизатора получалась в 50 раз большая величина электризации. Зеллигер показал, что значительно меньший эффект электризации уже был бы достаточен для объяснения больших напряжений электричества во время грозы.

Опыт показал, что в зависимости от характера потока, капля либо разбрызгивается, и при этом электрического эффекта почти не обнаруживается, либо распыляется, и при этом происходит как положительная, так и отрицательная электризация воды. Первое имеет место в более ровном потоке, второе — при весьма порывистом характере движения воздуха. В нижеприведенной таблице даны предельные скорости потока для обоих видов дробления капель различных размеров по данным Ленарда.

Таблица 1.

Диаметр капли	Скорость воздушного потока		Колебания скорости (порыва потока)
	Для разбрызгивания	Для распыления	
2,5 мм	6,4 м/сек.	20,0 м/сек.	14,0 м/сек.
3,5	7,4	15,8	8,4
4,5	8,0	13,0	5,0
5,5	8,0	11,0	3,0
6,0	8,0	10,0	2,0

При скоростях меньших, чем указано во втором столбце, капли падают вниз, при больших же, чем показанные в третьем столбце, капли вообще не могут существовать, так как они распыляются.

Явление распыления капли, воспроизведенное и изученное Ленардом в лабораторных условиях, было затем наблюдаемо также и в природе во время грозы. На фоне дождевой стены Махе наблюдал в различных точках появляющиеся пятнышки более яркого просветления, как бы вспышек, представлявших собою облачко от распыленной капли, которое отражало гораздо более света, чем одна большая капля. Для проверки такого объясне-

ния Ленард воспроизвел аналогичное явление в лаборатории и показал, что искусственно распыляемые капли давали при соответственных условиях освещения световой эффект, аналогичный наблюдаемому в природных условиях.

Для того, чтобы имело место распыление капли и вместе с этим эффект электризации, нужно, чтобы восходящий воздушный поток был не ровным, но пульсирующим, с резкими изменениями скоростей движения.

Полеты на аэропланах во время грозы показали, что восходящий поток в атмосфере обыкновенно отличается своим турбулентным характером и большою порывистостью, так что дождевая капля на своем длинном пути падения не раз подвергается распылению с последующим укрупнением ее и затем повторным распылением, новым укрупнением и т. д.

Опыты Ленарда выяснили, что при распылении капли мельчайшие частицы ее (водяная пыль) всегда оказывались заряженными отрицательным электричеством, в то время как более крупные капельки несли положительный заряд.

Дальнейший шаг в этом направлении был сделан Келером и Дорно, которые в 1925 г. показали, что при распылении снега наблюдается такого же рода электризация, как и в случае капель: более крупные снежинки электризуются положительно, снежная же пыль (но не самый воздух) — отрицательно.

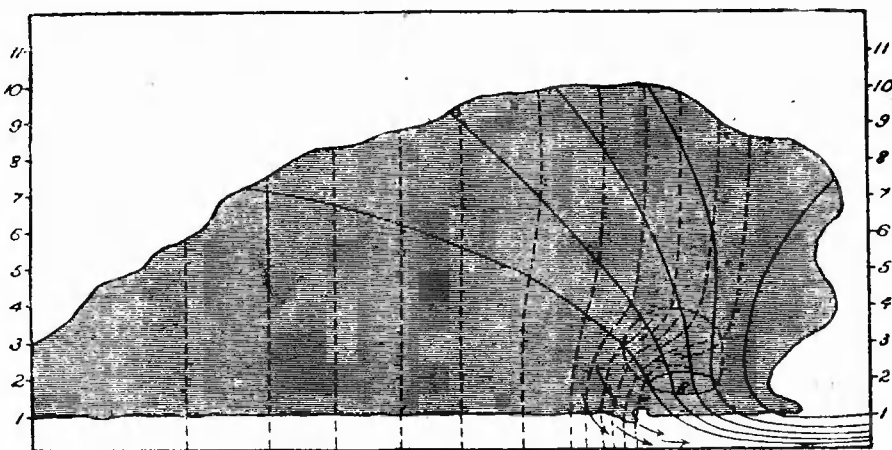
Процессы электризации твердых осадков имеют значение не только для гроз в зимнее время, но также и для гроз летнего периода, так как процесс конденсации протекает зачастую в областях с отрицательной изотермой. Таким образом, электрические явления при движениях и преобразованиях твердых осадков имеют еще более общее значение, чем аналогичные явления в случае жидких осадков. Однако, особенности и обстоятельства, обуславливающие электризацию и накопление электричества

в случае твердых осадков, гораздо менее изучены как с экспериментальной, так и с теоретической стороны, чем в случае жидких капель, и в этом направлении предстоит еще многое выяснить и изучить, и тогда только окажется возможным дать полную картину, охватывающую все стороны сложного явления образования грозового электричества.

Исходя из основных опытов Ленарда и результатов повторения их в Индии, Симпсон еще в 1909 г. построил теорию грозового электриче-

заряжена отрицательно, нижняя же половина — положительно.

Ниже приводится данное Симпсоном описание процессов в грозовом облаке, ведущих к разделению положительного и отрицательного электричества. Фиг. 1 показывает, хотя и в виде диаграммы, но примерно в правильных масштабах, картину распределения метеорологических факторов в грозовой буре теплового происхождения. Сплошными тонкими линиями обозначен поток воздуха, причем, как известно из элементарных правил построения по-



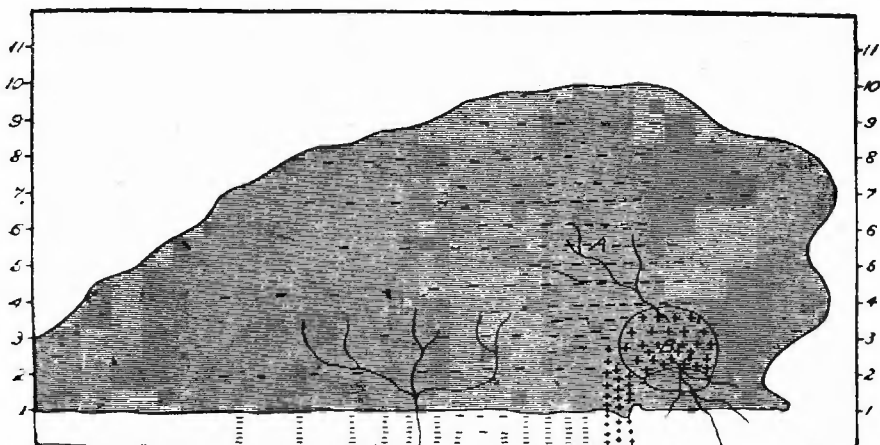
Фиг. 1. Распределение метеорологических факторов в грозовой буре теплового происхождения.

ства, основанную главным образом на эффекте Ленарда. По этой теории падающие в восходящем потоке грозового облака дождевые капельки распыляются, образуя, с одной стороны, водяную пыль, заряженную отрицательно, и, с другой стороны, более крупные капельки, заряженные положительно. Под действием силы земного тяготения происходит разделение разноименных электричеств, так как более легкая водяная пыль возносится потоком выше, чем более крупные частицы, которые должны занять более низкое положение. Ввиду этого, верхняя часть облака должна быть

добных диаграмм, в то время как сами линии дают направление потока в каждом данном месте, расстояние между ними обратно пропорционально скорости потока, т. е. ветра. Несущийся поток воздуха заходит в область бури справа и, пройдя немного под облаком, врывается в последнее почти в вертикальном направлении. Нас интересует, главным образом, вертикальная составляющая скорости, и легко видеть, что, если общая скорость и убывает вдоль линий воздушного потока, то вертикальная ее составляющая, тотчас по вступлении в облако, растет и скоро, еще в

нижней половине облака, достигает максимума. Отмеченный цифрой 8 овал заключает область, внутри которой эта вертикальная составляющая больше 8 м/сек., и, наоборот, вне ее она меньше этой величины. Очевидно, никакая водяная масса не может пройти этот участок сверху вниз, поскольку скорость в отношении воздуха капель, меньших 0.5 см в диаметре, не больше 8 м/сек., а капель

в нижнюю часть этой области (над сплошным овалом и внутри пунктирного), на самую незначительную высоту над границей 8-метровой области, все же удастся тяжелым каплям. Но здесь они будут немедленно разбиты, подхвачены и выдуты кверху, где они снова соединятся, снова упадут и т. д. Таким образом, мы приходим к выделению в облаке еще одной области — области непрерывного процесса рас-



Фиг. 2. Распределение электрических факторов в грозовой буре теплового происхождения.

с большим диаметром существовать не может по их неустойчивости.

Пути дождевых капель на той же диаграмме изображены пунктирными линиями. В левой части фигуры капли падают вертикально, в правой же половине бури эти падающие капли отклоняются воздушным потоком влево. Степень этого отклонения от вертикали, очевидно, определяется величиной капель. Капли наибольших возможных диаметров отклоняются сравнительно незначительно; наоборот, самые малые капли — частицы самого облака — переносятся почти параллельно линиям потока. Без дальнейших объяснений диаграмма показывает, что непосредственно над областью максимальной вертикальной скорости должно произойти накопление водяной массы. Проникнуть вниз,

пада капель и рекомбинации их в более крупные; эта область отмечена на диаграмме пунктирным овалом.

Обратившись теперь к распределению электрических факторов, одновременно с изображенной на фиг. 1 чисто метеорологической картине, мы получим диаграмму фиг. 2.

В участке, где вертикальная скорость превышает 8 м/сек., накопления электричества произойти не может. Но выше этого участка, в той именно области, где, как мы только что указывали, происходит непрерывный распад и образование водяных капель (на фиг. 2 эта область обозначена буквою В), здесь, при всяком таком разрыве капели, вода получает положительный заряд. Отрицательный заряд остается в воздухе и, по сказанному в начале статьи, немедленно

поглощается частицами самого облака, которые и уносятся с полной скоростью воздушного потока. Положительно заряженные капли воды, наоборот, не могут так легко выбраться из области В, ибо малые капли быстро рекомбинируются и снова падают лишь для того, чтобы быть снова разбитыми и приобрести новые порции положительного заряда. В результате аккумуляировавшаяся в области В вода получает весьма высокий положительный заряд, как то и обозначено на диаграмме плюсами. Пронесшийся же через В поток воздуха, по сказанному, снабдит всю остальную часть облака отрицательными зарядами. Область В, таким образом, и явится областью генерации зарядов, в которой происходит основной предварительный момент всякой грозы: разделение положительного и отрицательного зарядов.

Наиболее простое и прямое следствие этой схемы будет то, что дождь, идущий из этой области генерации зарядов, должен, очевидно, нести положительный заряд, т. е. этим свойством должна отличаться полоса „тяжелого“ дождя вблизи центра бури. Наоборот, при движении от центра бури и области восходящих потоков, мы попадаем в область дождя, несущего отрицательный заряд, и именно эти оба обстоятельства давно уже подтверждены наблюдениями над знаком электрических зарядов, несомых падающим дождем.

На фиг. 2 отмечены также типы молниевых разрядов, которые должны явиться результатом происшедших по этой схеме перемещений зарядов. Очевидно, главным очагом молниевых разрядов служит указанная область В генерации и разделения зарядов, поскольку здесь находится и первопричина и место скопления непрестанно растущего положительного заряда в результате аккумуляирования масс воды. Исходя из этого положительного заряда, разряд может направиться, конечно, в сторону отрицательного заряда облака, но более часты, оче-

видно, должны быть разряды в направлении земли, причем, на основании предыдущего, можно ожидать, что лишь часть начавшихся разрядов дойдет до земли, а часть прервется еще в воздухе, и именно этот последний случай, как сказано, особенно част в тропических бурях. Более редки будут случаи разряда от земли к основному отрицательному массиву облака. Такие разряды, как отмечено будет ниже, будут характеризоваться направлением ветвей кверху, тогда как в разрядах, исходящих к земле из очага В, это почкование идет вниз.

В самом начале XX в. Эльстер и Гейтель в Германии, а Ч. Вильсон в Англии показали, что воздух всегда содержит некоторое количество положительных и отрицательных ионов и что благодаря им воздух обладает свойством проводимости. Было установлено, что нижние слои атмосферы содержат примерно 1000 ионов в 1 куб. см (приблизительно по 500 ионов того и другого знака). Переходя от проводимости к сопротивлению, находят путем простого подсчета, что последнее составляет 4.5×10^{16} ома.

Как ни мала проводимость атмосферного воздуха, она играет большую роль: заряженный проводник в воздухе, благодаря его проводимости, теряет свой заряд в течение получаса. Внутри облака положение иное: ввиду отсутствия там ионов, прохождение электричества почти не имеет места. Это было доказано интересными опытами Симпсона, которые внесли переворот в представление о явлениях проводимости в атмосфере. Прежде облака представляли себе обыкновенно проводниками, плавающими внутри непроводящей атмосферы. По Симпсону, теперь нужно представлять себе как раз обратную картину, а именно: непроводящие облака плавают в проводящей атмосфере. В соответствии с этим приходится и в дальнейшем перестраивать весь механизм явлений. Приходится отбросить прежнее представление о рас-

пределении электричества по поверхности облака-проводника и о разрядах электричества, якобы сконцентрированного на выпяченных наружу выступах облака. Ввиду того, что облака являются в действительности совершенными непроводниками, то они никак не могут концентрировать свои заряды на поверхности изолятора.

Работы Симпсона проливают свет на явления грозового разряда и на механизм молнии. В своем анализе он исходит из представления, что генерируемые по вышеизложенному способу заряды концентрируются не на поверхности облака, а внутри него, причем заряды эти всегда связаны с материальными частицами в виде дождевых капель, града или снега. Эти заряды могут стать велики, столь велики, что в условиях мощных электрических напряжений, связанных с грозовой бурей, результат действия этих последних на гидрометеорные элементы может в действительности превысить действие на них же силы тяжести. По мере того как этот заряд собирается, все увеличиваясь, где-либо в одной части облака, неминуемо в конце концов происходит разряд либо в направлении собравшегося в другой части облака заряда противоположного знака, либо в направлении индуцированного заряда на поверхности земли.

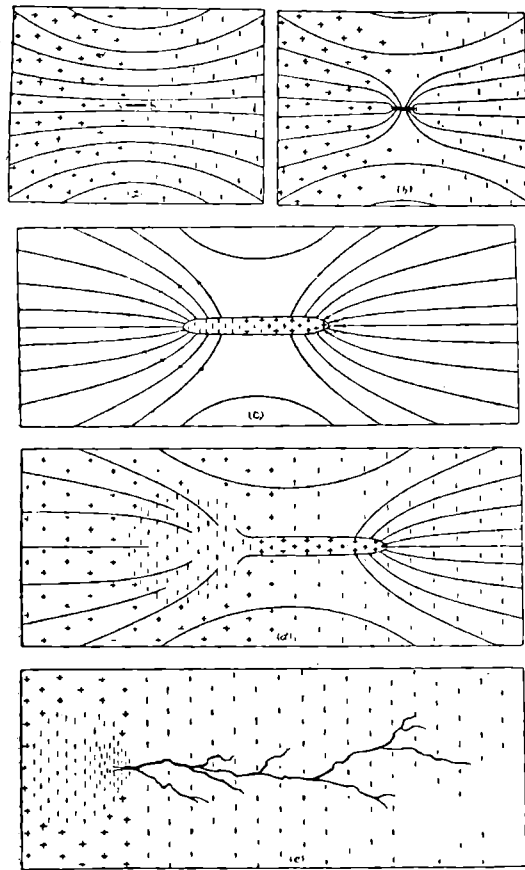
Как начинается этот разряд и каков ход его в короткие мгновения его существования, это как-раз представляет задачу, наименее привлекавшую внимание физиков до сих пор. Процесс разряда в воздухе между проводниками довольно хорошо изучен, но это мало применимо к грозе, когда электродов-то как-раз и не имеется, исключая случая, когда удар происходит в землю, которая единственно и может быть рассматриваема как электрод. В других же случаях грозовые разряды происходят при отсутствии электродов по особо образующимся внутренним путям, о чем и будет изложено далее.

Механизм грозового разряда в изложении Симпсона

Грозовые разряды основаны на явлении электрического пробоя, который в воздухе наступает при напряжении поля в 30 000 вольт/см. В таком поле электрон приобретает на протяжении короткого промежутка, предшествующего столкновению его с первой встречною частицей, такую скорость, что при столкновении этом он уже оказывается обладающим достаточной энергией для того, чтобы вышибить из этой нейтральной молекулы один или даже несколько электронов. Эти последние находятся в том же мощном поле и, следовательно, повторяют явление. Процесс этот идет *crescendo* (выражаясь языком химиков, автокаталитически ускоряясь), и в чрезвычайно короткий промежуток времени мы будем иметь уже весьма большие количества свободных электронов, которые все будут нестись с колоссальной скоростью вдоль силовых линий поля. Эта скорость движения электрона действительно совершенно другого порядка, чем ионов в том же поле. Разница так велика, что без особенной ошибки можно считать, что оба рода ионов, как положительные, так и отрицательные, по сравнению с электронами неподвижны даже в самых мощных полях. Далее мы сталкиваемся с тем обстоятельством, что положительное электричество переносится всегда только ионами, ибо протоны, элементарные единицы положительного электричества, сами есть атомы вещества и потому являются ионами. Итак, следовательно, лишь только наступает пробой, начинается массовый перенос отрицательного электричества в виде электронов, тогда как положительное электричество удерживается неподвижным в положительных ионах.

По мере того как во время грозы электричество данного знака собирается в одной какой-либо части облака, электричество же противоположного знака — в другой части, интенсивность

поля между обеими этими частями растет все более и более. Начальные стадии процесса изображены на фиг. 3 (а) соответственным расположением знаков $+$ и $-$; непрерывными же линиями обозначены силовые линии



Фиг. 3. Схема образования проводящего канала.

поля. Неравномерное распределение зарядов делает то, что эти последние линии не параллельны, а сближаются в области наибольшего напряжения поля у места, где начинается раздел зарядов.

Как скоро это напряжение поля превзошло предел, наступает пробой вдоль линии АВ. Лишь только это произойдет, эта малая область станет

весьма хорошим проводником, и эффект будет тот же, если бы мы внутрь между двух обкладок конденсатора ввели кусочек проволоки. Это новое обстоятельство, прежде всего, обуславливает изменение форм силовых линий поля, как это изображено на фиг. 3(б), и происходит дальнейшее усиление поля у конца проводника (в указанном смысле, т. е. участка облака, благодаря явлению пробоя ставшего проводником), где линии, сгрудившись, как бы стремятся проникнуть внутрь проводника.

На фиг. 3(с) этот участок пробоя показан в увеличенном масштабе. Электроны уже быстро пронесли в направлении расположенного слева положительного электрического заряда, оставив правую часть проводящего участка заполненную положительными ионами, которые, как то уже отмечено, мы можем рассматривать как неподвижные. Это — картина, имеющая место в первый момент после происшедшего пробоя; чрезвычайно интересно дальнейшее развитие процесса. На диаграмме линии сил снабжены еще стрелками, обозначающими направления движущихся вдоль линии электронов. Как видим в левой части рисунка, электроны рассыпаются от проводящего участка в окружающем неионизованном воздухе, где скорость их замедляется в более слабом поле, что и заканчивается захватом их нейтральными молекулами с образованием отрицательных ионов, а эти последние с их малой подвижностью так и остаются висеть вокруг конца образовавшегося проводящего канала.

Действие этого облака отрицательных ионов на окружающие участки электрического поля показано на фиг. 3(д). На ней видно, как у данного конца проводящего участка уже нет первоначального, очень сильного поля, ибо, во-первых, самая область как бы раздулась во всех направлениях, и, во-вторых, многие из силовых линий поля нашли быстро свой конец на вновь образовавшемся, по только-что указанному, отрицательных ионах.

Если мы теперь вернемся к фиг. 3(с) и рассмотрим условия у противоположного конца ставшего проводником участка, то увидим, что картина здесь совершенно иная. Образовавшийся канал сплошь заполнен положительными ионами, но, хотя окружающее поле и пытаются рассосать их, сами ионы слишком массивны, чтобы продвинуться сколько-нибудь значительно, и в результате — внешние очертания этого проводящего канала остаются неизменными. Обусловленное чрезвычайным сгущением здесь силовых линий, предшествовавшим пробоем, электрическое поле у этого конца продолжает оставаться таким же интенсивным, и воздух в области, непосредственно прилегающей [и очерченной на фиг. 3(с) пунктиром] к данному концу, также не может противостоять этому напряжению: снова имеет место пробой с дальнейшим освобождением новых значительных порций свободных электронов. Эти электроны сейчас же удаляются через проводящий канал и, сталкиваясь при своем проходе через него с молекулами воздуха, поддерживают высокую степень ионизации внутри последнего и далее находят завершение своего пути по предыдущему, в виде того же размытого облака отрицательных ионов у противоположного конца канала. Этот унос электронов со вновь ионизированной области у правого конца канала опять-таки оставляет последний сплошь заполненным положительными ионами; другими словами, проводящий канал просто удлинился, как то и показано на фиг. 3(д). Процесс этот не останавливается, так как, по сказанному, конец и этого удлинившегося канала продолжает быть заостренным, а следовательно, поле у него такое же напряженное и т. д. Таким образом канал автоматически быстро удлиняется в сторону, противоположную устью электронного потока, далеко в ту область, где ранее, еще перед самым моментом разряда, поле было совершенно недостаточно для электрического пробоя.

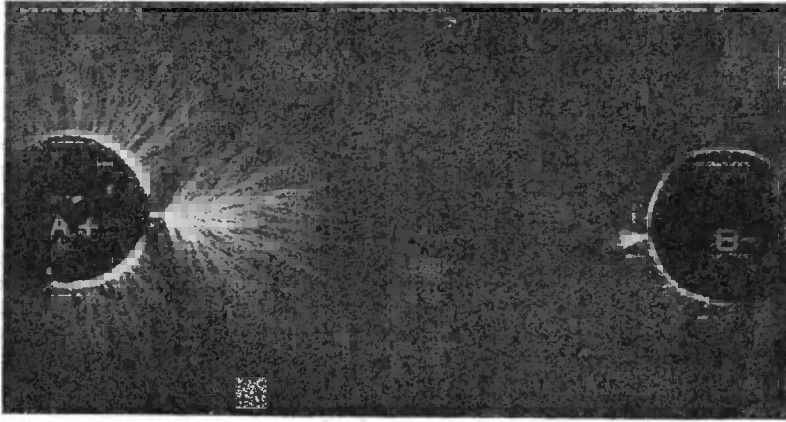
В зависимости уже от более случайных обстоятельств этот канал пробоя в своем росте часто образует ветви, так что в результате мы имеем картину, подобную изображенной на фиг. 3(е). Эта фигура является иллюстрацией к двум весьма существенным основным свойствам электрического разряда сквозь воздух при нормальном давлении: 1) разряд, где-либо зародившийся, ведет к образованию канала, и именно в одном направлении, в сторону первоначального скопления отрицательного электричества, тогда как в противоположном направлении канала не образуется, а вырастает лишь диффузное, размытое облако отрицательных ионов, и 2) все побочные ветви ответвляются также в том же направлении, т. е. от положительного заряда. Это весьма существенный пункт, ибо он позволяет нам точно определить положительный конец молниевой вспышки во всех случаях, когда имеется разветвление.

Все приведенные рассуждения пока носили характер чисто теоретический, но Симпсону удалось подтвердить их и значительным числом лабораторных опытов, которые позволили обосновать эту теорию во всех деталях. Отсылая за подробностями этих экспериментов к статье Симпсона „О молнии“ (Proceed. Royal. Soc., A, CXI, 1926, p. 56), мы здесь остановимся только на одном. „Поверх фотографической пластинки были помещены два заряженных медных круга, которые и изображали собою соответственно положительно и отрицательно заряженные части облака. Каждый из дисков, для вращающейся концентрации перебрасывавшихся от одного к другому силовых линий, был снабжен небольшим проводочным „протуберанцем“. Присоединив диски к полюсам машины Вимгерста и производя разряд, мы получали на пластинке картину, изображенную на фиг. 4. На ней хорошо видны длинные и узкие каналы, каждый с резко утонченным концом, причем все они исходят из положительного электрода, тогда как от отрицательного электрода не

идет никаких каналов вовсе, и лишь в непосредственной близости проводочного протуберанца виднеется небольшое размывающееся облако“.

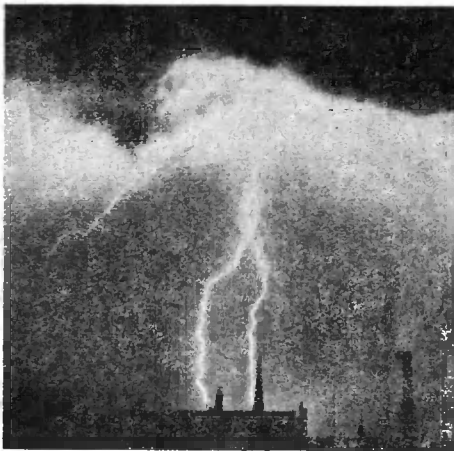
между отрицательными зарядами облака и землю.

Для всех означенных случаев он дает картину явления в свете своей



Фиг. 4. Разряд между металлическими электродами.

Далее Симпсон детально анализирует различные типы разрядов молнии, между прочим, рассматривает следующие случаи разрядов: а) разряды



Фиг. 5. Фотография молнии, заснятая неподвижной камерой.

между противоположно заряженными частями атмосферы, б) разряды между собравшимися в облаке положительными зарядами и землю и в) разряды

теории и механизм происходящих при этом процессов.

Хорошо иллюстрацией ко всему сказанному должны послужить следующие два фотографических снимка проф. Вальтера в Гамбурге: один из них заснят обыкновенной камерой, во втором—камера во время снимка вращалась. На первом (фиг. 5) снимке хорошо выражено происхождение отдельных ветвей из одной точки, невидной на снимке и лежащей, следовательно, где-то внутри облака, а не на поверхности последнего, как того должно было бы ожидать, если бы облако считать проводником. Фиг. 6 дает снимок, сделанный с помощью вращающейся камеры, причем направление вращения таково, что первая вспышка приходится в правой части снимка. Как видим, сначала это был единственный, неразветвленный, вертикальный разряд. Через несколько более чем 0.1 секунды последовал новый разряд, который вначале шел в точности по каналу первого разряда до точки, обозначенной стрелкой, и здесь отпочковал для себя новый канал, — чем и объясняются два главных

канала в соответствующей части неподвижного снимка на фиг. 5. Далее, с весьма короткими интервалами по-



Фиг. 6. Тот же снимок, но сделанный при помощи вращающейся камеры.

следовало еще два разряда в том же канале, и затем разряд, хотя и умень-

дами через самые малые интервалы закончился весь разряд. Весь промежуток времени от первого до последнего частичных разрядов продолжился немного более полусекунды.

В этом примере ответвляющиеся отростки ясно выражено исходят от одной точки внутри облака, так что не может быть сомнения, что начало всей молниевой вспышки дано положительным зарядом; прерывистость же разрядов есть следствие блокировки скоплениями отрицательных ионов, ожидавшихся нашей теорией.

Когда скопление положительного электричества происходит в самых верхних недрах облака, образующиеся при разряде каналы могут не достичь земли и закончиться внутри облака, что, к сожалению, делает невозможным запечатлеть такой разряд столь очевидно на фотографической пластинке. Но целый ряд косвенных обстоятельств позволяет думать, что именно этими типами разрядов характеризуются грозы в тропиках, о которых давно уже установлено, что они разыгрываются на значительно более высоких уровнях атмосферы, нежели то имеет место для гроз в умеренных широтах.



Фиг. 7. Фотография молнии.

шившись в интенсивности, не прерывался в течение более чем 0.1 секунды, и, наконец, двумя отдельными разря-

На фиг. 7 приведена одна из редких фотографий молнии, представляющая случай разряда между отрица-

тельными зарядами облака и землю.

Вопрос о том, является ли молниевый разряд разрядом одного направления или колебательным, до недавнего времени был для физиков чрезвычайно спорным. Окончательно он был разрешен прямым наблюдением в опытах Уотсон Уатта, Нориндера и Маттиаса. Посредством осциллографа с катодными лучами им наглядно и убедительно удалось показать, что главный разряд в молниевой вспышке представляет собою ток одного направления, который, начавшись от силы, равной нулю, проходит максимум и затем более или менее быстро снова спускается до нуля.

Этого, конечно, и должно ожидать по теории Симпсона. Существенным условием всякого колебательного разряда является конденсатор и перезарядка его, необходимо вызывающая обратный ток, новую перезарядку и т. д. И покуда облако рассматривалось как проводник, который может быть разряжен на подобие лейденской банки, вполне естественным было и представление о молнии как о колебательном разряде. Наоборот, рассматривая, согласно предыдущему, облако как практически совершенный непроводник, не имеющий, следовательно, емкости, мы должны отбросить всякую аналогию с лейденскою банкою и из таких чисто теоретических соображений не видеть для главного разряда никаких других возможностей, кроме тока одностороннего.

Для того, чтобы судить о пространственном распределении электричества в грозовых облаках, Симпсон в 1926 г. подверг изучению все фотографии молний, оказавшиеся ему доступными в Англии. Из общего числа 442 фотографий он нашел, что положительных разрядов примерно в четыре раза больше, чем отрицательных, причем имеются все основания полагать, что это отношение должно быть увеличено до 10 : 1. Положительные молнии (облако — анод, земля — катод), по Симпсону, подавляющим образом преобладали над молниями отрицательными (облако —

катод, земля — анод), которые в Англии вообще очень редки.

С некоторыми выводами Симпсона не согласуются результаты других исследователей, в особенности немецких. Так, например, Теплер исходя из магнитного действия молнии, заключает, что число отрицательных молний преобладает. Такого же взгляда держится также и Маурер, хотя следует признать, что наблюдательного материала имеется пока слишком мало для того, чтобы составить окончательный и исчерпывающий вывод.

Наряду с этим за последнее время выполнен целый ряд работ как в Англии, так и в Германии, которые также приводят к выводам, не согласующимся, как-будто, с теорией Симпсона.

Упомянутые работы задаются целью изучать характер молнии по производимым ею воздействиям на электрическое поле вблизи земной поверхности. Такие воздействия могут быть электростатического и индукционного порядка, а кроме того могут также проявиться в результате электромагнитного излучения. Эффект, обусловленный излучением, столь чувствителен, что с его помощью можно обнаружить действие отдаленной молнии, находящейся на расстоянии 10 000 км. Методика такого рода изучения молний была разработана Вильсоном, и соответственные работы произведены в Англии и в Швеции. Вильсон нашел, что отрицательных молний было в 2 раза больше положительных.

Попутно эти работы дали возможность количественно определять напряжения, при которых происходят грозовые разряды. Так, Нориндером было найдено, что градиенты (падение потенциала на каждый метр) в самой молнии могут достигать 400 000 вольт, следовательно, общая разность потенциалов в молнии может достигать сотен миллионов и даже миллиарда вольт. Такие колоссальные напряжения не могли не служить предметом особых забот для различных электроустановок. Правда, непосред-

ственные удары молнии, сопровождающиеся серьезными разрушениями, случаются сравнительно редко. Гораздо более часты повреждения, причиняемые блуждающими волнами, вызываемыми молнией, ударяющей по соседству с электрическими проводами.

С целью выработки мер для ограждения от такого рода повреждений, в Винсдорфе было учреждено специальное опытное поле для изучения молний.

Здесь регистрировались все молнии при помощи ряда самописцев, которые давали возможность следить за одновременным проявлением различных воздействий молнии и решать также вопрос о ее направлении. Здесь регистрировались, между прочим: 1) время по колебанию камертона, 2) гром при помощи микрофона, 3) сила поля при помощи специального прибора, 4) изменение поля при помощи антенны, 5) направление тока в молнии.

Из общего числа в 84 зарегистрированных в 1926 г. молний 72 было отрицательных и 12 положительных, отношение первых к последним составляло 6:1 и, следовательно, в три раза превосходит отношение, найденное Вильсоном. Последний на основании своих результатов считает более вероятным, что верхняя половина облака чаще бывает заряжена положительно, а нижняя — отрицательно, т. е. обратно тому, что дает теория Симпсона.

Тем не менее, последний в своей статье 1927 г. с успехом защищает свою теорию в пользу которой удачно использует английские наблюдения, которые казались вначале противоречащими теории. Все заключается в правильном истолковании результатов наблюдения. В своей последней статье о молнии, положенной в основу при составлении настоящей статьи и в значительной мере использованной здесь, Симпсон еще полнее и глубже проанализировал процессы

образования грозы и молнии, причем некоторые детали этой теории ему удалось подтвердить также и экспериментально.

„Поскольку критики этой теории, — пишет Симпсон, — не смогли предложить чего-либо лучшего, автор считает необходимым дать здесь изложение ее и объяснить с ее помощью все существенные моменты грозообразования“.

Наряду с теорией Симпсона известна еще теория Эльстера и Гейтеля, которая приписывает возникновение грозового электричества электризации через влияние, происходящей в земном поле при соприкосновении и последующем разьединении отдельных капелек дождя. Действие подобно тому, какое имеет место в водяной электростатической машине Томсона. Помимо того, что эта теория удовлетворяет с количественной стороны, она имеет преимущество в том, что легче других теорий может объяснить различные случаи перемены знака зарядов и легко может быть распространена на осадки различных видов. Слабая сторона этой теории заключается в недостаточной разработанности ее с экспериментальной стороны, ввиду трудности постановки соответственных опытов.

Из всех теорий, во всяком случае, теория Симпсона, подкрепленная как его собственными опытами, так и главным образом опытами Ленарда, является в настоящее время наиболее разработанной.

„Нельзя, конечно, сомневаться, — пишет Симпсон, — что явления в природе гораздо сложнее и что не все удастся разместить в рамки теории капельных разрывов. Но все же нет сомнения и в том, что основные явления грозы ею объясняются очень удачно: это будет, прежде всего, характерное распределение внутри грозы положительно и отрицательно заряженных полос дождя и затем относительная частота известных различных форм разрядов молнии“.

Литература

1. P. F. Motteley. *Bibliographical history of electricity and magnetism*. London, 1922. 2. Neudrucke von Schriften über Meteorologie u. Magnetismus von Hellmann № 11 (Ueber Luftelektricität). 3. Е. И. Тихомиров. *Мет. Вестн.* 1928, № 12. 4. J. Elster und H. Geitel. *Terrest. Magnet. and Atmosph. Electricity*. 4, 213, 1899. *Phys. ZS.* 14, 1287, 1913. 5. P. Le-

nard. *Ann. d. Phys.* 47, 463, 1915. 6. E. Hochschwender. *Über das Zerblasen von Wassertropfen im Luftstrom*. Diss. Heidelberg, 1919. 7. G. C. Simpson. *Philosoph. Mag.*, 30, 1, 1915; *Journ. of the Inst. of the Electr. Eng.*, LXVII, 1929, № 395; *Nature*, CXXIV, 1929, p. 801. 8. Крачковский. *Журн. „Электричество“*, № 19/20, 1929. 9. Kähler. *Die Elektrizität der Gewitter*. Berlin, 1924.

Об элементах последней строки периодической системы

Н. В. Белов

Вопрос об элементах последней строки периодической системы подвергся в последние годы пересмотру с несколько новой точки зрения. Со времени открытия явлений радиоактивности и до последних дней подход к элементам за висмутом был почти исключительно радиологический, начавшийся с электрометрического анализа и заканчивавшийся таковым же, и на данных этого последнего строились и все почти химические заключения. Невозможно, конечно, отрицать всех достоинств этого метода. Более того, распространением его и на неактивные элементы приемом „радиоактивных индикаторов“ (см. *Природа*, 1929, № 7—8) удалось достигнуть чрезвычайно важных результатов и в химии элементов нерадиоактивных. Толчком к новому пересмотру вопроса о радиоактивных элементах, в частности об элементах последней строки периодической системы, и послужило как бы обращение этого метода радиоактивных индикаторов на самые радиоактивные же элементы последней строки. Постановка вопроса была такова: поскольку мы имеем, помимо нашего обычного нерадиоактивного свинца, еще по меньшей мере четыре радиоактивных свинца, правильнее—еще 4 члена той же плеяды № 82 (RaB, ThB, AcB и RaD), точно

так же, поскольку наряду с нашими обычными висмутом и таллием имеются еще также 4 и соответственно 3 радиоактивных их изотопа,— то почему бы не допустить возможности аналогичного случая и для клетки с атомным номером 88, занимаемой сейчас радием и прочими радиоактивными же членами этой плеяды. Мы хотим таким образом заселить эту клетку еще одним, но нерадиоактивным членом плеяды. Для простоты и определенности можно сразу же такому „нерадиоактивному радию“ дать имя экабария. Нужно сказать, что а priori имеются весьма веские предпосылки в пользу такого предположения. Прежде всего такую предпосылкой служит трактованный в „*Природе*“ уже не раз закон Гаркинса, гласящий, что элементы четного порядка встречаются в природе много чаще и обильнее, чем соседние элементы нечетного порядка (о блестящих экспериментальных подтверждениях этого закона Гольдшмидтом для случая редких земель см. *Природа*, 1928, № 10, стлб. 919; там же указано, как анализ целых метеоритов показывает, что 97% от всего состава силикатного метеорита приходится на четные элементы). Взяв соответственные цифры для элементов последней строки периодической системы, получим:

ErCs	Ra	Ac	Th	Pa	U
	87 $0,3 \times 10^{-7}$	88 $1,5 \times 10^{-10}$	89 1	90 $1,5 \times 10^{-7}$	92 1

Здесь произвольно частота нахождения урана и тория обозначена единицею, и в долях этой единицы даны частоты для прочих элементов строки. Этот ряд мы можем дополнить слева еще эманацией (радоном) с атомным номером 86, для которой из данных радиоактивного равновесия имеем 2×10^{-12} г на каждый г урана.

При сравнении элементарных урана и тория с соседями протактением и актинием эта разница в частотах нахождения между элементами четного и нечетного порядков проявляется исключительно резко. Идя дальше влево, мы приходим к элементу радю, насельнику четной клетки № 88. Однако, и его количества оказываются чрезвычайно малыми. Но, как все элементы последней строки, за исключением тория и урана, радий не является первичным элементом, а есть продукт, даже только промежуточный продукт, в ряде превращений распавшегося урана, и указанные его количества как-раз точно вычисляются из данных для урана на основании соответственных констант радиоактивного распада, и малость их есть точное следствие относительно очень большой скорости радиоактивного рас-

пада радия. Очевидно, однако, что подобный метод становится несостоятельным, и мы можем ждать других цифр, как только допустим существование экабария — стабильного насельника клетки № 88, т. е. элемента или вовсе нерадиоактивного или же очень мало радиоактивного, каковыми, например, являются уран и торий. Переходим к рассмотрению еще более прямых предпосылок в пользу нашего предположения. В замечательном труде „Химическая геология“ Беренда и Берга (1927) мы находим такие кларки¹ для гомологов щелочно-земельной подгруппы:

$$\text{Ca } 3,4 \times 10^{-2}; \text{ Sr } 1,7 \times 10^{-4}; \\ \text{Ba } 4,7 \times 10^{-4}$$

Таким образом содержание бария в доступной нам части земной коры составляет целую половину промилли, более того, из всех элементов с атомным номером выше 26 (железо), барий оказывается самым распространенным элементом. И наряду с такими обильными цифрами для следующего гомолога — радия — его кларк всего лишь 10^{-12} !

Далее, если сравним кларки урана и тория с таковыми же для их ближайших сверху в периодической таблице гомологов — вольфрама и гафния — мы увидим, что кларки именно урана и тория значительно выше, а если взять более осторожные цифры (в скобках), то уступают лишь немногим таковым для вольфрама и гафния.

Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo
$3,4 \times 10^{-5}$	$1,7 \times 10^{-4}$	2×10^{-6}	6×10^{-5}	10^{-7}	10^{-7}
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W
7×10^{-7}	$4,7 \times 10^{-4}$	6×10^{-7}	6×10^{-6}	5×10^{-7}	5×10^{-7}
	Ra	Ac	Th	Pa	U
	$1,5 \times 10^{-12}$	7×10^{-16}	1×10^{-5} (7×10^{-8})	7×10^{-13}	5×10^{-6} (7×10^{-8})

¹ Кларк — число, определяющее количественное распространение элемента в земной коре.

Конечно, должно считаться с тем, что эти кларки все еще представляют собою достаточно грубые приближения. Более того, как-раз для урана и тория они устанавливаются сравнительно точно и вместе с тем достаточно просто на основании именно радиоактивных свойств последних из количеств их продуктов дезинтеграции (эманации) в изверженных и осадочных породах. Наоборот, для элементов неактивных каждый такой кларк есть результат кропотливых изысканий на протяжении десятков лет и все же не весьма точный и обычно в сторону преуменьшения. Чтобы все же дать хоть относительные цифры, мы привели (в скобках) и кларки для урана и тория, полученные прежними методами, цифры, понятно, меньшие, но зато более подходящие для сравнений.

Итак, все эти предпосылки заставляют нас допустить возможность того, что в пляяду насельников клетки № 88, помимо радия и его еще более эфемерных радиоактивных изотопов $MsTh\ I$, ThX и AcX , полноправным членом входит еще один, экабарий, изотоп, независимый ни от урана ни от тория и вообще нерадиоактивный или очень незначительно радиоактивный, — и который до сих пор избег нашей любознательности по той же причине, по какой это случилось и с 72-м элементом — гафнием — сравнительно очень обильным, как то явствует из той же табл. 2.

Как же искать этот элемент? Здесь мы во всеоружии упомянутого „метода радиоактивных индикаторов“. Именно на основании возможности постоянного чрезвычайно тонкого — путем радиоактивных измерений — контроля поведения радия во всех его реакциях, мы сейчас и химические его свойства, даже в состояниях исчезающего раздробления, знаем так хорошо, что теперь, если бы понадобилось, мы сумели бы справиться с задачей извлечения его из руд и без помощи радиоактивных методов. Но за вычетом радиоактивных свойств, как известно

из основных законов изотопии, между радием и экабарием ставится абсолютный знак равенства, особенно в области всего, что касается химических свойств.

Сущность же этих последних для солей радия составляет чрезвычайная схожесть с солями бария, главное — полный изоморфизм этих солей. Значит, наша задача экабария становится тождественной задаче хотя бы нахождения гафния в цирконовых минералах. Надо было отобрать наибольшее количество проб бариевых минералов различного происхождения и подвергнуть добытый из них бромистый или хлористый барий-радий процессу фракционированной кристаллизации, способу, которым Хевези получил гафний, или еще раньше супруги Кюри получили обычный „радиоактивный радий“. Коэффициенты обогащения последовательных фракций известны слишком хорошо из технологии радия, так же хорошо определены и моменты, с которых начинается спектроскопическая (и рентгено-скопическая) видимость элемента 88, по сказанному же безразлично, будет ли это радий или неактивный экабарий.

В наибольшем по масштабу из таких опытов (велись они в институте О. Гана—Берлин—Далем) исходным материалом послужили 220 кг бромистого бария, добытого из бариевого минерала — витерита. В результате фракционирования (о подобных методах в технологии радия см. статью В. Г. Хлопина в дополнениях к IX изданию „Основ химии“ Д. И. Менделеева) было собрано 39 мг наивысшей фракции I, в которой содержание искомого гипотетического экабария должно было возрастать в 500 000 раз против первоначального. И все же спектрограмма этой фракции не дала ни одной из столь характерных спектральных линий радия, хотя, как то было хорошо известно из опытов с радий содержащим барием, такой способ позволяет открыть $\frac{1}{10}$ промилли радия.

Vice versa, делая обратные пересчеты, мы легко заключим, что в исходном материале концентрация такого экабария, неактивного изотопа радия, не могла превышать 2×10^{-10} . Поскольку же во всякой урановой руде радий обязательно присутствует в количестве 3.4×10^{-7} г на каждый грамм урана, приходится сделать вывод, что, если неактивный изотоп радия и существует, то он во всяком случае является еще более редким и дорогим продуктом, чем сам радий, и поиски его, следовательно, совершенно беспредельны.

После того как таким образом поиски стабильного экабария привели к отрицательному результату, шансов на возможность существования аналогичных первичных элементов нечетных номеров последней строки (экатантал, экалантан и экацезий), конечно, немного, но пока здесь положение таково, что и самые активные элементы известны недостаточно хорошо, и, наоборот, фиксирование этих свойств составляет достаточно актуальную задачу. Наибольшее внимание за последние годы приобрел элемент 91—протактиний (Pa). Хотя с одной стороны было установлено, что он является лишь побочным отпрыском в процессе дезинтеграции урана, но зато он оказался обладающим столь большою „среднею продолжительностью жизни“, характеризуемую обычно периодом половинного распада, что давно уже был поднят вопрос об определении его как сравнительно постоянного химического элемента, не подбоявшего большинству эфемерных представителей радиоактивной семьи. Именно, исходя из данных, определяющих порцию уранового распада, по линии актиния в 3% против идущего по линии радия (т. е. из каждых 100 распадающихся атомов урана 97 превращаются в радий и лишь 3 в протактиний и далее в актиний) и периода его половинного распада в 20 000 лет при теоретическом атомном весе 231 (мы забежали несколько вперед) нетрудно

подсчитать, что в 1 т урана из любой урановой руды должно оказаться 129 мг элемента протактиния, или, округляя, 150 мг Pa_2O_6 . Сравнивая эти цифры с таковыми для радия, именно 340 мг, и принимая во внимание, что этого последнего уже добыто около полукило, мы видим, что принципиально имеются все данные для получения граммами и протактиния. Самое выделение последнего ведется, как известно, исходя из хорошо определенной принадлежности Pa к V группе периодической системы, к подгруппе ниобия и тантала. Работы над этим элементом велись в Германии в институте Гана, но при ограниченности немецких средств,— а нужно было обработать несколько сот килограммов отбросов радиевого производства,— до сих пор удалось получить лишь 15 мг пятиоксида протактиния, количества, не хватающего для каких-либо основных химических определений, в частности для определения атомного веса, но вполне зато достаточного для радиоактивных измерений (активность Pa оказалась равной 150 000 против урана, принятого за единицу). Эти последние прежде всего исправили приведенный ранее как нижний период предел полураспада до 30 000 лет, а тем самым и теоретическое содержание Pa в урановой руде повышается на 50%, т. е. около 200 мг на 1 т урана.

Все эти работы над протактинием велись в институте О. Гана на протяжении нескольких лет до 1929 г., когда выяснился целый ряд пунктов, которые поставили разрешение задачи протактиния в первую очередь, так что есть все основания вскоре ожидать в этом направлении самых важных результатов для разъяснения остающихся темных мест последних строк периодической системы.

Как мы уже указали, нет никаких сомнений в том, что протактиний образуется из урана, но возникает вопрос, является ли материнским веществом обычный наш уран с атомным весом 238.14, или таковым является

его изотоп. Возможность последнего предположения была высказана еще в 1917 г. для того, чтобы лучше подойти (по закону целых четверок) к впервые тогда точно определенным атомным весам как самого радия (226.0), так и конечного продукта уранового распада — уранового свинца (206.0).

Совершенно новые и неожиданные доказательства в пользу этого предположения, что материнским веществом для протактиния и всего актинового ряда является дотеле неизвестный независимый изотоп¹ урана — актиноуран, пришли из произведенного в 1929 г. распространения работ Астона на атомный вес свинца. Именно исследованный в его масс-спектрографе обычный свинец выявил, как и следовало ожидать, три изотопа 206, 207 и 208, причем отношения интенсивностей этих изотопов 4:3:7 оказались в весьма хорошем соответствии с обычным взятым из ежегодных таблиц „практическим атомным весом“ 207.21. Но когда Астон исследовал тем же методом свинец, полученный из уранового минерала бреггерита, с содержанием 72% U_3O_8 и лишь 5% ThO_2 , результаты получились иные и чрезвычайно интересные. Масс-спектрограмма и на этот раз дала те же компоненты — изотопы 206, 207 и 208, но относительные количества этих изотопов изменились весьма резко. Преобладающим, понятно, явился компонент 206 — урановый свинец, но оказалось, что и компонента 207 было вдвое против компонента 208. Поскольку же в обычном свинце, наоборот, компонента 208 вдвое более против 207, был сделан вывод, что компонент 207 является стабильным конечным продуктом распада ряда актиния — актиниевым свинцом. А от-

сюда — по закону четверок — нетрудно взойти обратно к атомному весу для протактиния 231, и далее к выводу, что протактиний не может происходить от урана с четным атомным весом, а таким материнским элементом может быть лишь изотоп урана 235, либо — допустив ряд промежуточных превращений — 239. Поскольку же самые тщательные поиски этих промежуточных продуктов дали отрицательный результат, то атомный вес этого уранового изотопа — актиноурана — фиксируется в 235, и мы приходим к следующей таблице радиоактивных превращений в ряде актиния.

Таблица 3

Атомный номер	Элемент	Период половинного распада	Род излучения	Атомный вес
92	Актиниурани	4×10^8 лет	α	235
90	Уран У	28 часов	β	231
	Протактиний	30 000 лет	α	231
89	Актиний	15 — 20 лет	β	227
.
.
82	Актиниевый свинец	Постоянен	—	207

Можно удивиться тому, что эта таблица для все же еще только гипотетически введенного актиноурана уже дает цифры для периода полураспада последнего. Эти вычисления сделаны Резерфордом из данных интенсивностей изотопов 206 и 207 на астонской спектрограмме свинца из бреггерита. Содержание актинового свинца в нем 7%. Нам же известно, что сейчас на каждые 100 распадающихся атомов урана дают актиниевый свинец лишь 3. Отсюда вывод, что за истекшие эпохи образование актинового свинца шло более ускоренным темпом, чем уранового, а следовательно и период полураспада для актиноурана должен быть много меньше, чем у обычного урана. Задавшись еще возрастом бреггерита примерно в 1000 миллионов лет, мы и придем к циф-

¹ Т. е., что указанные ранее 3% распада урана по линии актиния являются не случайными отклонениями самого урана, а обусловлены наличием 2 самостоятельных изотопов урана, относительные количества которых и их периоды распада таковы, что дают для продуктов распада указанное отношение 97:3.

рам Рёзерфорда. Одновременно приходится заключить, что содержание актиноурана в обычном уране всего 0.3%, цифра, которая, конечно, несколько не может повлиять на практический атомный вес элемента № 92.

Все приведенное, конечно, ждет себе подтверждения в непосредственном определении атомного веса протактиния, что разрешит, наконец, вопрос актиниевого ряда в продолжение свыше 30 лет остававшийся неясным.

Если же, в чем, однако, у Рёзерфорда мало сомнений, этот атомный вес окажется действительно 231, причем, как мы подчеркивали, в протактинии мы имеем элемент химический, в полном привычном значении этого слова — весомый и взвешиваемый, то при атомном номере протактиния 91, тория же 90 и при атомном весе последнего 232.12, мы, очевидно, будем иметь дело еще с одной (4-ю по счету) аномалией периодической системы (пары Ag — K; Co — Ni; Te — J и Th — Pa). Оба других изотопа протактиния уран X_2 и уран Z, хотя и с атомным весом 234, очевидно, по эфемерности своей этой аномалии исправить не могут.

Как видим, еще 5 лет тому назад даже по названию мало кому из химиков известный элемент протактиний (Pa) сейчас занял видное место как по тому теоретическому интересу, которое вызывается исключительностью его положения в ряду прочих радиоактивных элементов, так и потому, что он и с точки зрения наиболее правоверных чистых препаративных химиков полноправно и „веско“ занял свое место в менделеевской системе.

Об элементе 89 — актинии — хотя он и был открыт почти одновременно с радием (1899), к сожалению, пока нового сообщить нельзя. Но, конечно, с получением значительных количеств протактиния, удастся иметь и неизменно ему сопутствующий актиний в наиболее активных формах, но весовые его количества все же будут

чрезвычайно малы. В самом деле, из приведенных данных для периодов полураспада (15 — 20 лет против 20 — 30 000) легко вычислить, что в состоянии равновесия на 1 г Pa будет приходиться менее 1 мг Ac, количество, которое должно показать чрезвычайную активность в смысле радиоактивности, но очевидно совершенно недостаточное для самых элементарных проблем препаративной химии.

Остается сказать несколько слов об элементе 87, гипотетическом экацезии.

Если бы таковой существовал в качестве первичного элемента, то, очевидно, его искать должно в цезиевых минералах, подобно тому как и первичный экабарий мы искали в минералах бария. Более того, химическая схожесть высших гомологов периодической системы по мере сдвига по группам влево увеличивается все более и более; так, Ba:Ra гораздо более сходны между собою, чем Ta:Pa, и еще более, чем Wo:U; для EkaCs:Cs мы должны поэтому ждать особо благоприятных соотношений. Основываясь на этом, Деннис занялся на протяжении ряда лет фракционированной кристаллизацией различных солей цезия, исходя из целого 1 кг (!) металлического цезия. Спектроскопический анализ, однако, дал и здесь абсолютно отрицательный результат, и можно с уверенностью сказать, что первичных элементов, ни 87 ни 88, не существует.

Но мы до сих пор ничего не знаем и о соответствующем радиоактивном насельнике клетки 87. Можно было бы ожидать, что таковой может проявиться как побочный и неустойчивый продукт нормального радиоактивного распада. Из законов смещения известно, что потеря элементом α -частицы уменьшает заряд ядра на 2 единицы; обратно, испускание β -частицы, т. е. потеря электрона, увеличивает этот заряд ядра на единицу. Экацезий с зарядом ядра в 87 мог бы таким образом произойти либо при α -распаде вещества из клетки 89, либо при β -распаде члена плеяды 86. Плеяда 89

представлена актинием и мезоторием 2 — оба β -излучатели, пляду 86 составляют три эманации, все являющиеся α -излучателями. Нормальный распад, таким образом, в обоих случаях не приводит к элементу 87. Актиниевый ряд пока, по сказанному выше, все еще известен мало и, может быть, и явится узким местом, куда еще возможно направиться в поисках элемента 87, но что касается эманаций (уравнение: эл. 86 — \ominus = эл. 87) и мезотория 2 (эл. 89 — $2\ominus$ = эл. 87), то независимые параллельные исследования Гана и Хевези согласно установили, что в этих реакциях экацеция не может образоваться даже в количестве 10^{-7} от исходных эфемерных материнских веществ. Но случай актиния, как сказано, все еще остается под вопросом, не позволяя окончательно поставить точку в вопросе об экацеции, а заодно и о тесно примыкающем элементе 85 — экаиоде.

До сих пор мы оперировали исключительно с опытным материалом последних годов. Но одной из существенных и во всяком случае весьма резко бросающейся в глаза также особенностью последней строки периодической системы является обрыв ее на 6-й клетке и 5-м из известных членов ее, а вместе с тем обрыв и всей периодической системы на элементе 92. В вопросе о причине этого обрыва мы вступаем в область чрезвычайно увлекательных, но зато и сплошь гипотетических суждений.

Как известно, по схеме Бора эта строка должна бы закончиться благородным газом с атомным номером 118 (экаэманация) и содержать таким образом 32 члена, из коих нам известны лишь первые 6, точнее — 5.

Из таких гипотез, пытающихся — все же на основе некоторых реальных и более или менее доказанных положений — объяснить этот обрыв системы, мы остановимся на следующих.

1) Один из крупнейших современных геохимиков В. Гольдшмидт все же считает возможным полагать, что высшие члены этой строки вообще суще-

ствуют в виде гомологов платиновых металлов. Это будут элементы 94—96 — „группа нептуния“, как предложил Гольдшмидт назвать это экаплатиновое семейство, — которых, однако, во внешней зоне земной оболочки, вообще говоря, очень немного, если они вообще присутствуют.

Здесь Гольдшмидт оперирует своим подразделением земных элементов на сидерофильные, халкофильные и литофильные (см. А. Е. Ферсман. Химические элементы земли и космоса. Л. 1923, Хим.-Техиздат) и выставляет положение, что периодическая система лишь кажущимся образом кончается на № 92, ибо элемент 92 — уран — есть последний из известных литофильных элементов, следующие же элементы, и прежде всего экаплатиновые трансураны 94 — 96, являются ярко выраженными сидерофильными элементами, и как таковые должны находиться, главным образом, во внутреннем железно-никелевом ядре нашей планеты и лишь частично могут оказаться в следующей зоне сульфидов и, наконец, в прилегающей к поверхности зоне силикатов. Снова типично литофильными по Гольдшмидту должны стать лишь элементы с атомного номера 119, о чем, конечно, сейчас говорить не приходится вовсе.

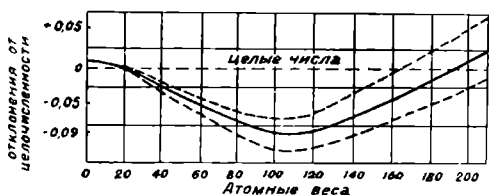
Во всяком случае Гольдшмидт считается с возможностью нахождения этих платиновых трансуранов среди платиновых же руд (иридистый осмий), на что до сих пор, однако, никаких опытных данных не имеется.

Большинство же авторитетов предпочитает, однако, считаться с фактом обрыва системы на № 92 и желает лишь подвести под этот факт теоретические основания.

2) Коссель и другие причину невозможности существования трансуранов видят во внутренней неустойчивости слишком возросших в числе и сложности электронных группировок. Так называемые „ныряющие“ — очень вытянутые эллиптические орбиты — в сложных атомах подходят к ядру

уже так близко, что последним электрон просто захватывается с нормальным результатом снижения атомного номера на единицу. Допуская неизбежность такого захвата у элемента 93, мы тем самым на элементе 92 оборвем и всю систему.

3) Наибольшее признание, однако, получила выдвигаемая Рёзерфордом гипотеза о неустойчивости самих атомных ядер. Она имеет под собою и экспериментальное основание в новейших кривых Астона, иллюстрирующих „коэффициенты упаковки“ атомов. Проследим вновь эти „упаковочные эффекты“ на кривой Астона в том виде, в каком последняя приведена в позднейшей работе Рёзерфорда 1929 г. 3 изложением же основ этого „упаковочного эффекта“ отсылаем к Природе. 1928, № 3. В новом, улучшенном и дополненном виде кривая Астона доведена почти до границ



Фиг. 1.

системы. С большею точностью на ней приведено, как эти отклонения элементов от целочисленности сначала в сторону увеличения, проходят затем между элементами 16 — 20-нулевую линию и далее начинается последовательность элементов с пониженными атомными весами. Минимум кривая проходит у плеяды олова, изотоп коей 120 имеет фактически лишь 119.912. Далее кривая вновь идет кверху и атомные веса достигают своего нормального значения у ртути с атомным весом 200, и далее начинается снова ряд повышенных атомных весов. Как известно, Рёзерфордом давно уже нормальным строительным материалом высших атомов считаются гелиевые ядра, а тогда из поднимающейся между абсциссами 120 и 200 части

кривой Астона нетрудно расчислить, что вес вновь вступающих в ядро гелиевых ядер атомов 4.005 против 4.0011 — массы обычной α -частицы. Из эйнштейновского же закона тождества массы и энергии делается очевидный вывод, что такие гелиевые ядра несут и соответственно большие запасы энергии, выделяющиеся впоследствии обратно, при α -излучении. Окончательно нуль „атомного дефекта“ перейден у элемента 200: мы следовательно, как то нам действительно и известно из радиоактивных явлений, со следующего элемента — таллия — вступаем в область элементов неустойчивых, распадающихся по причине избытка внутренней энергии. Уран и торий распадаются уж самопроизвольно, причем для урана скорость этого распада в 3 раза больше, чем для тория. Далее, очевидно, в связи с дальнейшим увеличением массы — и следовательно, энергии — составляющих гелиевых ядер — ядро разрушается мгновенно, т. е. становится невозможной, а следовательно, и периодическая система нашла свой естественный конец (Zeitschr. f. angew. Chemie XLII, 1929, p. 924, ff.).

В английской Nature от 17 мая с. г. Гевези подводит итоги аналогичных розысков, производившихся им совместно с Гюнтером в отношении неактивного изотопа элемента 84 (экателлур = полоний). В периодической системе вслед за тремя элементами 81 (таллий), 82 (свинец) и 83 (висмут), имеющих как радиоактивные, так и нерадиоактивные изотопы, элемент 84 является первым в последней группе сплошь активных элементов (84 — 92), и следовательно здесь имеется особенный шанс того, что он может оказаться не первым в новой группе, а последним в промежуточной, местом же раздела обеих групп тогда явилась бы пустая клетка 85.

В результате работ открывшей этот элемент Марии Кюри и ее сотрудников, затем Марквальда и других, химические свойства полония были

определены достаточно хорошо и оказались, как того требует применение косых диагоналей менделеевского закона, — промежуточными между теллуrom и висмутом, почему и поиски должны были быть направлены в области совместного залегания обоих этих элементов. Такими минералами являются гессит, калаверит, нагиагит, тетрадимит, висмутовый блеск и наконец самородный висмут. 400-граммовые порции этих минералов переводились в раствор, к которому затем задавалось точно (радиометрически) отмеренное количество полония в качестве радиоактивного индикатора. Удаляя теперь из этих растворов полоний обычными аналитическими методами отделения, должно было ожидать — на основании фундаментального положения учения о изотопии — что дальнейшая химическая судьба и активного и неактивного изотопов будет тождественна. Наиболее полное (даже радиологически) отделение производится электролити-

чески на молибденовом катоде. Рентгенографическое испытание получившихся при этом 0.1 миллиграмма показало, что в этом количестве элемента 84 (следовательно и активного, и неактивного) было не более половины промилли, остальное приходилось на свинец, висмут, серебро, ртуть и молибден. Восходя теперь обратно к исходным 400 граммам, нам попрежнему приходится сделать вывод, что искомого экателлура в исходных материалах не может быть больше 10^{-7} , т. е. примерно тот же результат, который мы имели в отношении радия-экабария.

Наконец, укажем, что подобную же задачу пытался решить и Астон с его масс-спектрографом в отношении неактивного изотопа элемента 86 — радона („экаксенона“). Исследования различными способами обработанных образцов благородных газов и здесь также привели к абсолютно отрицательному результату.

Биологические особенности овсов и овсюгов

[А. И. Мальцев

Овсюги представляют собою целый ряд дикорастущих видов (*Avena clauda*, *A. fatua*, *A. longiglumis*, *A. pilosa*, *A. sterilis*, *A. strigosa* и *A. ventricosa*), которые составляют одну естественную группу так наз. настоящих овсов. За исключением одного лишь вида (*A. longiglumis*), сосредоточенного в Средиземноморской области, все остальные виды овсюгов в тех или иных формах встречаются в нашем Союзе, но из них особенно широко распространены у нас *A. fatua*, *A. sterilis* (только на юге) и отчасти *A. strigosa*. Наши многолетние исследования¹ показали, что как-раз эти три вида овсюгов и являются дикими родоначальниками всех

культивируемых овсов. Но, с другой стороны, эти же дикие виды представляют собою чрезвычайно обременительные сорные травы, которые издавна причиняют огромный ущерб нашему хозяйству, понижая и отнимая урожай хлебов. Насколько велика их вредоносность, можно судить уже по данным¹, собранным в свое время в быв. Екатеринославской губ., которые показали, что в одной только этой губернии овсюги ежегодно приносят убытку более, чем на 20 миллионов рублей! Какая же громадная сумма народных средств теряется бесследно во всех областях распространения у нас овсюгов! Это обстоятельство тем

¹ А. Мальцев. Овсюги и овсы — sect. *Euavena* Griseb. Прилож. 38-е к Труд. прикл. бот., генет. и селекц. (1930).

¹ Овсюг и условия, способствующие его распространению. Изд. оцен.-статист. отд. Екатериносл. губ. земства (1900).

более обращает на себя внимание, что все овсюги—однолетние растения, размножаются исключительно семенами, и борьба с ними казалась бы очень простой, сводящейся лишь к очистке засоряемого ими хлебного зерна. Но в действительности оказывается, что здесь дело обстоит гораздо сложнее: овсюги являются настолько сильными биологическими борцами, что избавиться от них совсем не легко. В чем же сила овсюгов и трудность борьбы с ними? Что бы ответить на этот вопрос, одинаково интересный как для практики, так и в биологическом отношении, мы попытаемся здесь рассмотреть некоторые важнейшие биологические особенности овсюгов.

I

Как было уже упомянуто, все возделываемые овсы происходят от трех выше названных диких видов овсюгов и, следовательно, не представляют собою каких-либо особых видов, а являются лишь их культурными формами.

Уже в начальных стадиях созревания обнаруживается огромная разница между дикими и культурными формами овсов, состоящая в том, что у всех культурных овсов зерна, как известно, остаются прочно прикрепленными на метелках до полной спелости, тогда как у всех диких форм нередко еще в стадии восковой спелости зерна уже начинают отваливаться и осыпаются на землю, причем осыпание это начинается с верхушки метелки, которая становится пустой. Вот почему, напр., у Вергилия, Овидия и др. классиков¹ сорные овсы фигурируют под названием пустых, бесплодных — *avenae vanae*, *avenae steriles* и т. п. На это отпадение зерен у диких овсов указывали некоторые старинные ботаники еще до Линнея.

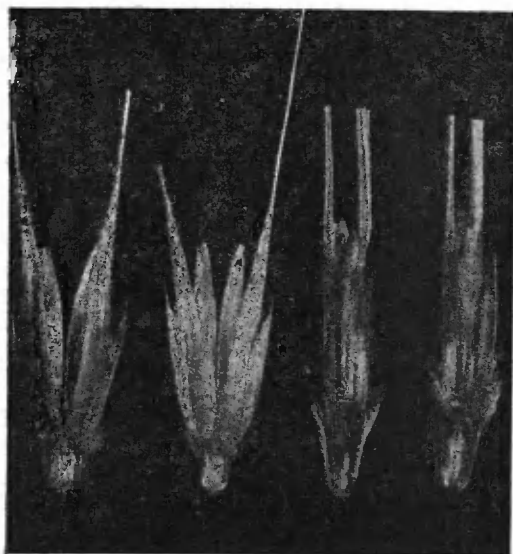
¹ Ссылки на литературу см. в нашей выше цитированной работе.

Это отпадение или осыпание зерен, при их созревании, проводит резкую грань между дикими и культурными формами решительно у всех видов *Eruvopa*, дающих культурные производные, и, помимо важного систематического значения, представляет основной биологический и практический интерес.

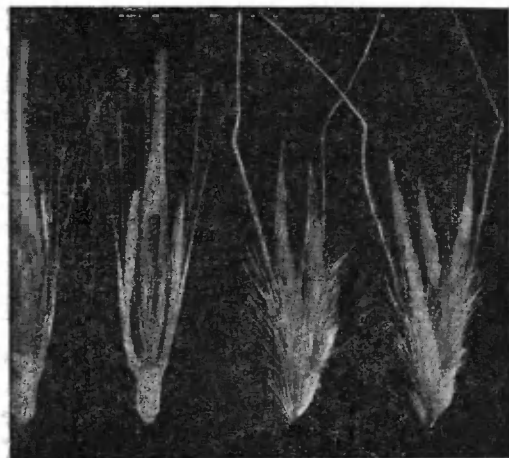
Самое отваливание зерен происходит благодаря тому, что у всех диких форм овсов нижняя цветочная чешуя при основании вытянута в каллус (*callus*), имеющий особое сочленение (*cicatrix*), от которого и зависит отпадение зерен; у культурных же овсов ни каллуса, ни особого сочленения нет, а потому зерна у них более или менее прочно прикреплены и сами по себе уже не отваливаются. Этот важный признак является характерным не только для овсов, но и вообще почти для всех наших важнейших хлебных злаков, каковы, напр., пшеница (*Triticum*), ячмень (*Hordeum*), рожь (*Secale*), просо (*Panicum*), чумиза (*Setaria italica*), сорго (*Andropogon sorghum*) и др., ближайшие дикие или сорные родичи которых (напр., *Triticum monocossum*, *T. dicossum*, *Hordeum spontaneum*, *Secale cereale* var. *afghanicum*, *Panicum miliaceum*, *Setaria viridis*, *Andropogon halepensis* etc.) имеют также отваливающиеся колоски или цветки подобно диким овсам (фиг. 1 и 2).

Само собою разумеется, что, вследствие легкого осыпания зерен, возделывание таких диких форм овсов практически становится невозможным. В этом осыпании зерен—весь сорный характер *A. fatua* и др. овсюгов, зерна которых отваливаются обычно еще до уборки засоряемых ими посевов и до крайности засоряют почву. Произведенные у нас, напр., в б. Екатеринославской губ. исследования И. Н. Шеллева показали, что „количество семян овсюга в почве сильно засоренного поля может достигать 75 миллионов на гектар, т. е. более чем в двадцать раз превышать то количество семян пшеницы, которое

требуется для обсеменения одного гектара“. Такая колоссальная засорен.



Фиг. 1. Колоски (spiculae): 1—2—афганской ржи—*Secale cereale* var. *afghanicum*; 3—4—*Triticum dicoccoides*; 2/1. (Ориг. фот.).



Фиг. 2. Колоски (spiculae): 1—2—*Hordeum spontaneum*; 3—*A. sterilis* ssp. *ludoviciana*; 4—*A. fatua*, ssp. *fatua*; 2/1 (Ориг. фот.).

ность делает овсюги истинными бичами сельского хозяйства.

Самое обсеменение у разных видов овсюгов происходит различно.

У *A. fatua* и др. (фиг. 3) зерна отваливаются, напр., поодиночке, так как сочленение имеется здесь под каждым цветком в колоске; у других же видов, как, напр., у *A. sterilis*, они отваливаются уже группами, по 2—3 вместе, в виде целых колосков, так как сочленение здесь имеется только под одним самым нижним цветком (фиг. 4).

Но, помимо сочленений, отделению зерен в высокой степени содействуют еще имеющиеся на них щетинистые волоски и в особенности коленчатые, в нижней части сильно скрученные ости. Ости эти отличаются чрезвычайной чувствительностью к колебаниям атмосферной влажности: в сухом воздухе они сильно скручиваются, а в сыром—раскручиваются; это подметил впервые у *A. fatua* еще Магпап, указавший на возможность применения остей овсюга для гигрометра.

Исследования наших русских ученых В. Мешаева и Н. Буша показали, что причиной гигроскопичности и кручения остей является сильное сокращение их внутренней ткани при несократимости наружной, причем внутренняя сократимая ткань постоянно соприкасается с наружным воздухом, благодаря тем продольным боковым бороздкам на ости, которые на поперечном разрезе ее представляются в виде двух глубоких вырезов. Закручивание же сухих остей всегда влево объясняется предшествовавшим искривлением их (в сыром состоянии) вправо, причем из двух полосок, отделяемых упомянутыми вырезками, главную роль играет широкая полоска, как более желобчатая и сильная. Таким образом, ость у *Eruvema* представляет собою особый механизм, специально приспособленный для винтовых движений.

Когда приближается время созревания, то волоски на зернах, вначале прижатые, при подсыхании начинают растопыриваться, раздвигая колосковые чешуи, а ости, скручиваясь и раскручиваясь от перемен влажности воздуха, производят верчение,

благодаря чему зерна, имеющие сочленения, уже при небольшом ветре легко отскакивают и падают на землю.

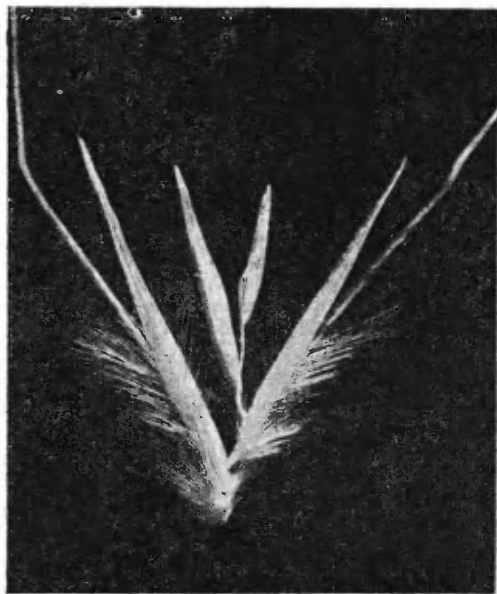


Фиг. 3. Колосок (spicula) *A. fatua*: все цветки с сочленениями и при созревании отваливаются поодиночке; 2/1. (Ориг. фот.).

В сухую и жаркую погоду они лежат на поверхности земли и дозревают, причем те же волоски предохраняют их от поедания грызунами, птицами и проч.¹ Но лишь только воздух становится влажным, как скрученная часть ости начинает раскручиваться, благодаря чему верхний загнутый конец ее вращается и, упираясь в землю или соседние предметы, понемногу подвигает зерно вперед, чему сильно способствуют еще и эластичные воло-

¹ Любопытно отметить, что по нашим многолетним наблюдениям, напр., воробьи, овсянки и др. птицы, нередко нападающие на культурные овсы еще в молочной стадии, совершенно не трогают волосистых зерен тут же растущих диких овсов. В голодные 1921–22 гг. мыши тоже сильно повреждали у меня, в Каменной Стени, образцы зерна культурных овсов, но тут же лежащие волосистые зерна диких овсов также не трогали. Исследования показали, что эти волоски причиняют большой вред даже крупным домашним животным, вызывая воспаление слизистых оболочек пищевода и дыхательных путей. Вот почему зерна овсюгов вообще не рекомендуется скармливать, напр., лошадям.

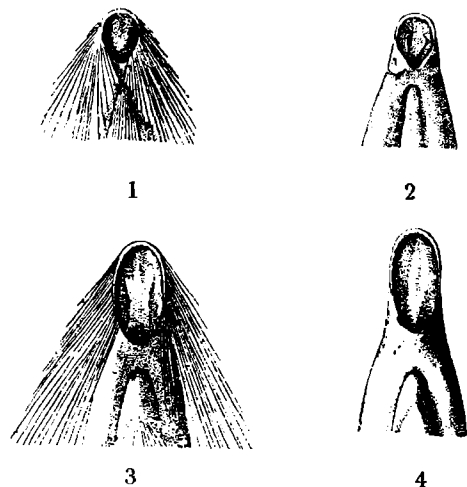
ски, направленные в одну сторону; при дальнейшем раскручивании, загнутый конец ости соскальзывает с препятствия и поднимается вверх, а зерно в этот момент опрокидывается на другую сторону; потом конец ости опять упирается в землю, и зерно снова продвигается вперед; при таком ползаящем движении, зерна в конце концов забиваются под комки земли, в трещины и т. п., откуда они, при обратном процессе скручивания и укорачивания ости, при высыхании уже не могут выходить наружу, так как этому препятствуют те же волоски, направленные вверх и упирающиеся в частицы почвы, лежащие над ними; эти волоски преодолевают силу кручения, и зерна, при дальнейшем скручивании остей, еще глубже и глубже уходят в почву. Так происходит



Фиг. 4. Колосок (spicula) *A. sterilis*: только один самый нижний цветок в колоске с сочленением, верхние же цветки без сочленений и отделяются только обламыванием; 2/1. (Ориг. фот.).

процесс самообсеменения, напр., у *A. fatua*, зерна которого отваливаются поодиночке.

Гораздо энергичнее те же явления совершаются, напр., у *A. sterilis*, так как здесь отваливаются целые колоски и действуют уже не одна, а две ости. Будучи смочены, колоски эти тотчас же начинают повертываться и приподниматься на остях, а эти последние, упираясь своими загнутыми концами в землю, как рычаги, переваливают весь колосок с боку на бок и в то же время, при помощи волосков, продвигают его вперед. Раскручивание крепких остей здесь



Фиг. 5. *Avena fatua*: 1—каллус с сочленением, 2—то же (без волосков); *A. sterilis*: 3—каллус с сочленением, 4—то же (без волосков); 5/1. (Ориг. фот.).

совершается с большой силой. Часто обе ости при этом перекрещиваются и, от возрастающего тогда напряжения в нижней части, вдруг соскальзывают и подбрасывают весь колосок немного вверх. При высыхании повторяются те же движения. Чувствительность остей к изменениям влажности настолько велика, что зерна, лежащие в коробке или в пакетах в сухой комнате, всегда оказываются забившимися плотно в углы. На грядках с этим овсом постоянно можно видеть в конце лета много колосков, как бы воткнутых в трещины почвы и залезших под комки земли, часто на значительном расстоянии от материнского растения.

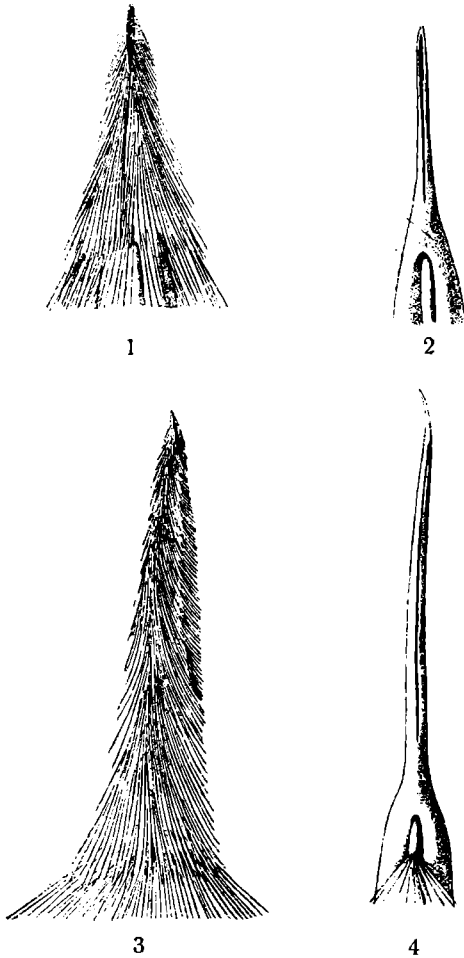
Но ни зерна *A. fatua*, ни колоски *A. sterilis* сами по себе еще не могут буравить даже рыхлую землю и не приспособлены для того, чтобы ввинчиваться в нее, так как нижний конец их зерен, т. е. каллус, слишком у них короткий и тупой (фиг. 5). Это ввинчивание в почву в совершенстве достигается, напр., у *A. longiglumis*, зерна которого отваливаются также поодиночке, как у *A. fatua*, но на нижнем конце имеют очень длинный шиловидный и острый, как игла, каллус (фиг. 6). Каждое зерно падает на землю всегда этим острым концом вниз и благодаря очень длинной коленчатой ости, цепляющейся за траву (этот вид—дикорастущий), занимает более или менее наклонное положение. Намокая от росы или дождя, ость начинает быстро раскручиваться, а так как круговое движение ее свободной части обыкновенно встречает препятствие, то зерно, вращаясь своим нижним острым концом, ввинчивается в почву, как сверло или штопор. При высыхании происходит обратное движение закручивания ости, и хотя оно сопровождается укорачиванием винта, т. е. ее завитой части, но зерно уже не может выходить из почвы, так как нижний острый конец его—каллус—весь покрыт волосками, направленными вверх; вращение, напротив, заставляет его еще глубже ввертываться в почву, так как эти волоски, упираясь в лежащие над ними частички почвы и наклоняясь в сторону при вращении, действуют совершенно так же, как нарезки винта. После нескольких смачиваний и высыханий зерна *A. longiglumis* совсем зарываются в почву, и на грядках этого овса, после перемен дождливой и ясной погоды, от осыпавшихся зерен можно едва заметить лишь одни кончики остей, кое-где торчащие из почвы.

Еще совершеннее достигается это зарывание колдов у *A. ventricosa* (фиг. 6), у которого каллус еще более длинный и более острый, чем у *A. longiglumis*, но зерна отваливаются не поодиночке, а группами, в виде це-

лых колосков, совершенно так же, как у *A. sterilis*. Следовательно, у *A. ventricosa*, при наличии очень длинного

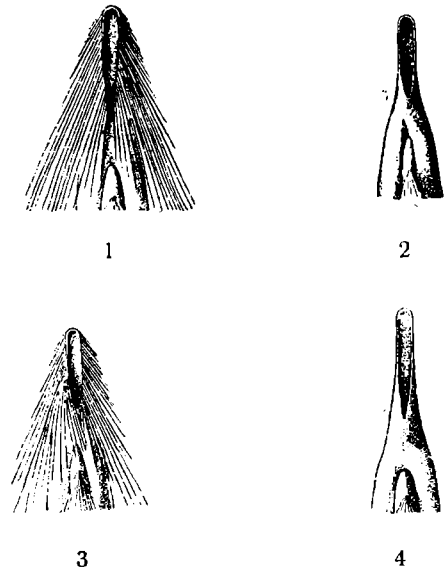
цветочной чешуи, как обычно у прочих видов *Euavena*, а ближе к верхнему концу чешуи, чем в высокой степени облегчается внедрение колосков этого вида даже в очень плотную почву.

Таким образом, если зерна у *A. fatua* и *A. sterilis* способны ползать, то у *A. longiglumis* и *A. ventricosa* они могут даже ввинчиваться в почву и приспособлены к самозарыванию. Прочие виды — *A. clauda* и *A. pilosa* (фиг. 7) — занимают в этом отношении промежуточное положение между этими двумя группами. Эти биологические особенности отдельных видов находятся не только в связи с особенностями строения у них каллуса, но и с общими экологическими условиями их местообитаний. Так, дикорастущие подвиды *A. fatua* и *A. sterilis* являются преимущественно сорными растениями, обитателями рыхлых,



Фиг. 6. *Avena longiglumis*: 1—каллус с сочленением, 2—то же (без волосков); *A. ventricosa*: 3—каллус с сочленением, 4—то же (без волосков); 5/1. (Ориг. фот.).

и острого каллуса, действуют уже не одна, а две ости, которые при раскручивании постоянно перекрещиваются между собою и от возрастающего напряжения в нижней части с силой и вдруг соскальзывают, производя, таким образом, толчки, которыми как бы вколачивается колосок в почву. Любопытно то, что у этого вида овсы ости сидят не на середине спинки

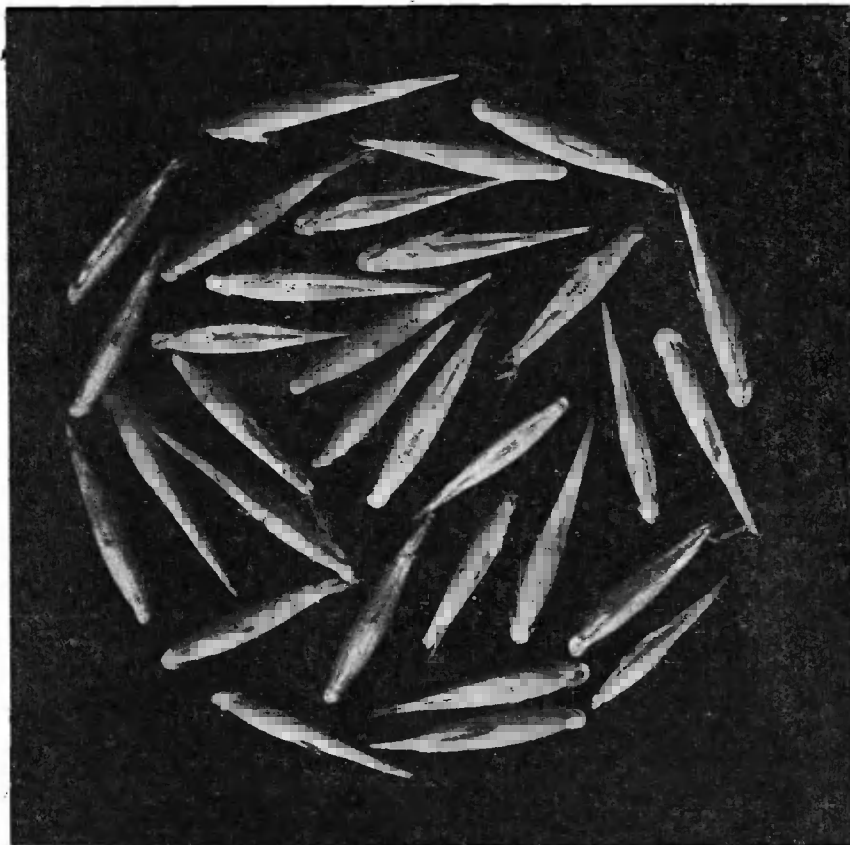


Фиг. 7. *Avena clauda*: 1—каллус с сочленением, 2—то же (без волосков); *A. pilosa*: 3—каллус с сочленением, 4—то же (без волосков); 5/1. (Ориг. фот.).

большею частью возделанных почв; они имеют очень короткий и тупой каллус, и зерна их приспособлены лишь для ползания, что вполне

достаточно для того, чтобы они заползли под комки и в неровности рыхлой почвы, где и могут прорасти. Из подсемьи *Aristulatae* то же самое наблюдается, напр., у серии *Eubarbatae*, куда также относится целый ряд пре-

способленность к самозарыванию плодов достигает наибольшего совершенства: они имеют очень длинный и, как игла, острый каллус, благодаря чему способны внедряться даже в очень плотные почвы (напр., на каменистых



Фиг. 8. Тонкоплодный овсюг—*A. fatua* ssp. *fatua* var. *vilis*; 2/1. (Ориг. фот.).

имущественно сорных форм. Но уже *A. clauda* и *A. pilosa*, произрастающие на более уплотненных почвах (по холмам, на невозделываемых травянистых местах и пр.), представляют исключительно дикие виды; сообразно с этим они имеют более удлиненный каллус, и тонкие их зерна с заостренным нижним концом являются уже приспособленными не только для того, чтобы ползать, но и зарываться в почву. Наконец, тоже у дикорастущих видов *A. longiglumis* и *A. ventricosa* эта при-

пустынных местах, у дорог, на пастбищах и т. п.), где эти виды обычно и произрастают. Они зарывают свои плоды совершенно так же, как, напр., виды ковыля *Stipa*, *Erodium* и др.

Таким образом, названные группы видов представляют вполне определенные биологические и экологические особенности. Интересно то, что почти у каждой из этих групп, как видим, один вид имеет отваливающиеся поодиночке зерна, а у другого близко родственного вида зерна

отваливаются группами, в виде целых колосков, напр., у *A. fatua* зерна отваливаются поодиночке, а у *A. sterilis*—в виде целых колосков; то же наблюдается у *A. clauda* и *A. pilosa*, у *A. longiglumis* и *A. ventricosa*. Повидимому, отделение зерен группами в виде целых колосков, как было уже показано, является биологически более совершенным способом рассеивания плодов, так как при помощи двух остей у колоска плоды могут более активно, напр., ползать и ввинчиваться в почву, чем при наличии только одной ости у отдельного зерна; но кроме этого здесь одновременно достигается и зарывание в почву не одного, а нескольких зерен сразу, чем в наибольшей степени обеспечивается их прорастание. С точки зрения морфологии, т. е. учения о структурных изменениях или превращении органов, д и м о р ф и з м цветков у подобных видов, имеющих сочленение только под одним самым нижним цветком, представляет собою явление более позднее, чем распадение всех цветков. Здесь особенно интересными являются некоторые формы *A. fatua*, как, напр., *subvar. basifixa* и др. Обычно, как мы уже знаем, у *A. fatua* все зерна в колоске отваливаются поодиночке, т. е. сочленение имеет под всеми цветками; у названных же форм сочленение имеет только под одним самым нижним цветком, а второй цветок оказывается приросшим.

Наконец у того же *A. fatua* имеются еще культурные формы, у которых все цветки уже всегда приросшие, с явно выраженной утратой естественных средств к самообсеменению (отсутствие каллуса и сочленения, редукция волосков, остей и проч.).

Из сказанного мы можем видеть, что морфологические особенности строения плодов у диких и культурных форм *Eruvenga* находятся в полном соответствии с их биологическими и экологическими условиями и определяются прежде всего самыми способами распространения плодов. Однако, с изменением этих способов мо-

жет меняться и самый тип плодов. Это особенно резко наблюдается у специально сорных форм как диких, так и культурных овсов, где наиболее сильно выражены явления отбора.

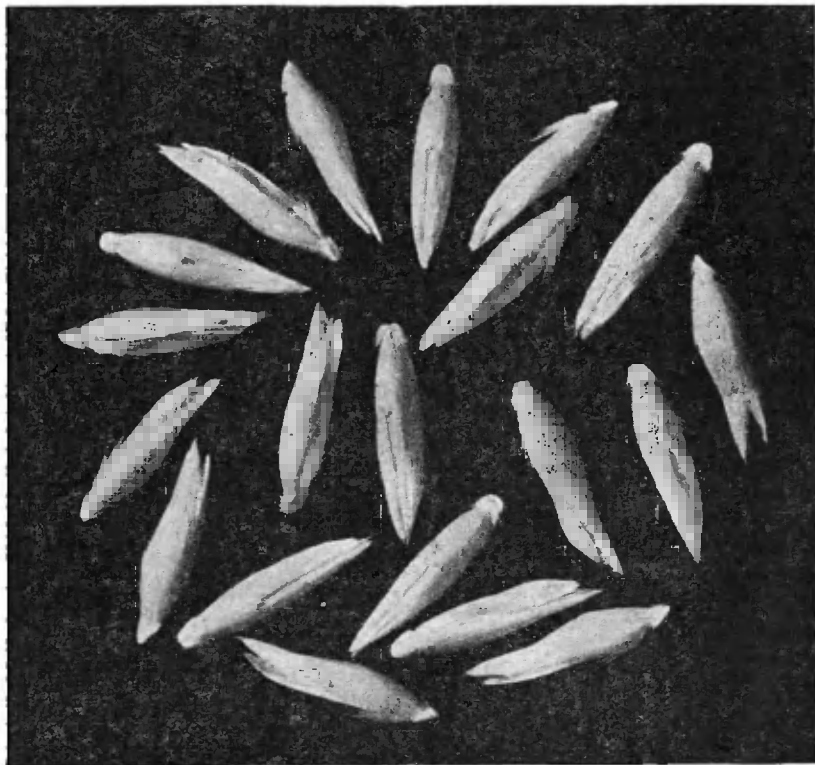
II

Здесь особый биологический интерес представляет тот факт, что вышеупомянутые формы *A. fatua* с диморфными цветками, как оказывается, являются специальными сорняками определенных культур, вне которых они обычно уже не встречаются. Так, напр., *subvar. basifixa* специально засоряет у нас полбу или двузернянку (*Triticum dicoccum*), причем нераспадающиеся двухцветковые колоски этого овсюга по форме, размерам и весу, иначе говоря, по коэффициенту парусности¹, в точности отвечают колоскам полбы, и отделить их обычно практикуемыми способами очистки зерна уже не представляется возможным. Но и среди форм *A. fatua* с обычно распадающимися зернами имеется также целый ряд таких наследственных вариантов, которые специально приспособлены для того, чтобы засорять, напр., разные сорта культурных овсов. При этом, помимо обыкновенных узкоплодных форм, засоряющих узкоплодные овсы (фиг. 8), существуют еще толстоплодные формы овсюга, которые имеют зерна, совершенно сходные с зернами высококультурных толстоплодных овсов. Такова, напр., *subvar. rachusagra*, засоряющая культурные сорта типа так наз. шведских селекционных овсов (фиг. 9) и др. Все такие варианты *A. fatua*, относящиеся к особому подвиду *cultiformis*, резко отличаются от прочих подвидов *A. fatua* еще тем, что зерна их, подобно культурным овсам, прорастают быстро и дружно и не имеют периода покоя. Наконец, все такие специально сорные формы обыкновенно созревают

¹ А. Мальцев. Руководство по изучению и определению семян и плодов сорных растений. Прилож. 22-е к Тр. прикл. бот. и селекц. (1925), 92.

одновременно засоряемыми ими культурными растениями, и хотя одна часть их зерен осыпается в поле на месте, другая часть собирается вместе с урожаем и неминуемо попадает в культурное зерно, от которого отделить эти сорные зерна уже не представляется

дяд явления отбора под влиянием разных факторов и особенно при очистке зерна¹. В превосходной работе Н. В. Цингера эта картина отбора представлена с особенной ясностью и убедительностью по отношению к формам *Camelina*, *Spergula*



Фиг. 9. Толстоплодный овсюг—*A. fatua* ssp. *cultiformis* subvar. *pachycarpa*, засоряющий селекционные овсы; 2/1. (Ориг. фот.).

возможным, так как они имеют ту же форму, вес и величину. Обычно эти овсюжные зерна остаются даже незаметными среди зерен овса, так как имеют большую часть голые, т. е. без волосков на спинке, цветочные чешуи, и притом совершенно одинаковой окраски с зернами овса.

Целым рядом исследований последних двух десятилетий определенно установлено, что почти каждое культурное растение имеет своего специального сорняка-спутника и что в группе сорных растений вообще происхо-

и *Lolium*, специально засоряющим лен. Цингер показал, что эти формы, специально засоряющие лен, по сравнению с дикорастущими формами тех же видов, имеют гораздо более крупные семена и плоды, голые стебли и целый ряд других признаков, сближающих их с таковыми же признаками у льна; он пришел к тому общему заключению, что эти специально

¹ Подробнее об этом см. А. Мальцев, Сорные растения СССР и меры борьбы с ними. Изд. Всесоюзн. инст. прикл. ботаники, 1926, 63—70.

сорные льняные формы—*species linicola*—произошли от ближайших им дикорастущих родичей, при помощи того отбора, который постоянно совершается при самой очистке семян льна, причем семена или плоды сорных растений, наиболее подходящие по форме, весу и величине к семенам данного культурного растения, оказываются и наиболее приспособленными к тому, чтобы удержаться среди зерна и быть снова высеванными.

Как видим, буквально то же самое наблюдается и у специально сорных форм овсюга, имеющих, по сравнению с обычными формами того же вида, очень толстые зерна, голые стебли и целый ряд других морфологических и биологических признаков, одинаковых с признаками засоряемых ими культурных овсов, от которых отделить их зерна невозможно. Таким образом, земледelec, против своей воли, вынужден постоянно наряду с культурными высевать и эти сорные овсюжные зерна. Замечательно то, что бессознательный отбор выделил среди овсюгов даже формы с диморфными цветками, засоряющие, как мы видели, полбу и имеющие в колоске второе зерно, приросшее; у *Polygonum linicola*, специально засоряющей лен, также плодики оказываются приросшими, тогда как у ближайшего дикорастущего *Polygonum lapathifolium* они имеют сочленение и легко отпадают. Здесь мы имеем изумительные примеры того, насколько при изменении способов распространения плодов изменяется и самый тип их: из распадающихся плоды становятся диморфными, из отчленяющихся—сросшимися. Таким образом, у овсюга, как и у других сорных растений, при воздействии отбора, выделяются такие формы, которые при особых условиях их распространения, напр., с зерном или семенами культурных растений, являются наиболее приспособленными к данным условиям существования.

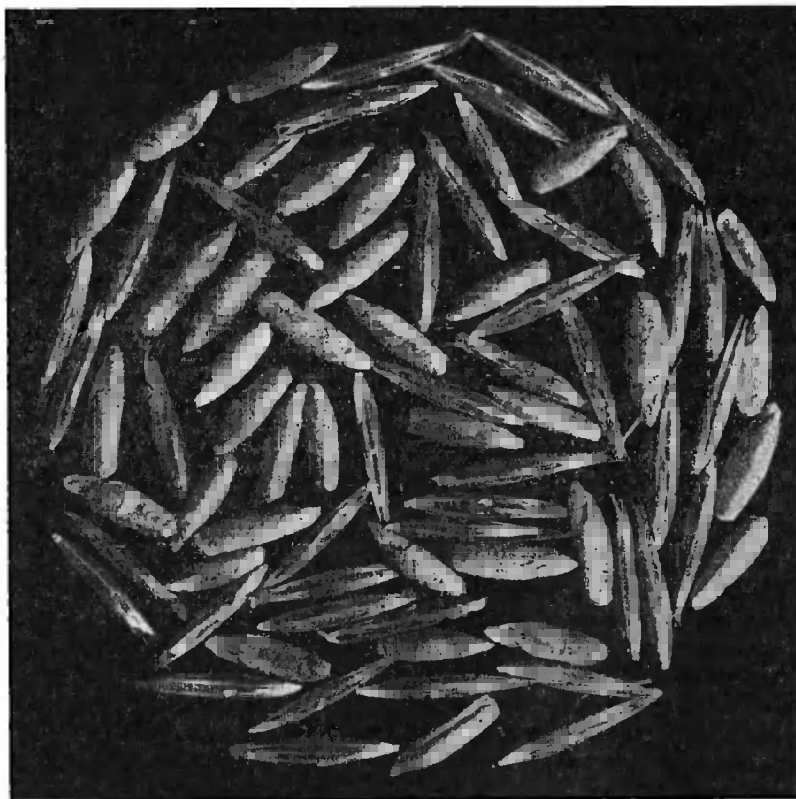
Больше этого, бессознательный отбор выделил даже такие сорные формы, которые сами являются уже культур-

ными овсами. Здесь особенно оригинальные сорные овсы установлены Н. И. Вавиловым в той же полбе из Поволжья. Овсы эти замечательны тем, что отличаются очень крепко приросшими цветками и сильно укороченным стерженьком между цветками, обламывающимся не сверху (как обычно у всех культурных форм *A. fatua*), а внизу, причем отломавшийся стерженек остается при основании верхнего цветка. „При пропускании через молотилку,“ подчеркивает Н. И. Вавилов, „такие овсы всегда дают парные колоски, т. е. цветки (зерна) остаются в них неразъединенными“. Как видим, эти овсы морфологически представляют то же самое, что и диморфные формы овсюга, засоряющие ту же самую полбу; разница лишь в том, что у полбяных диморфных форм овсюга оказался приросшим лишь один верхний цветок, а нижний имеет еще сочленение, у данных же полбяных овсов оказался приросшим уже и этот последний нижний цветок, т. е. все цветки в колоске оказались очень прочно прикрепленными: пред нами тип настоящего культурного овса. Таким образом, среди сорных овсов, засоряющих полбу, мы имеем вполне законченный ряд от обычных овсюгов (*A. fatua*) со всеми распадающимися цветками, через специально сорные формы овсюга с диморфными цветками, к настоящим формам культурного овса, со всеми уже крепко приросшими цветками. В полбе, этой древнейшей, теперь вымирающей культуре, на протяжении может быть многих тысячелетий, произошла вполне определенная эволюция первоначальных форм овсов; среди сорных элементов отбор выделил здесь даже такие формы их, которые сами оказались вполне подходящими для культуры; человеку лишь оставалось размножать такие формы. И действительно, выделенный и размноженный недавно у нас, напр., Вятской селекционной станцией так наз. „червонный овес“ есть лишь один из тех сорных полбяных овсов, с прочно

сросшимися зернами, о которых только-что говорилось. Бессознательный отбор, таким образом, предупреждает практическую селекцию.

Тот же отбор имеет место и в других группах овсов, как, напр., у *A. strigosa*. Обыкновенно этот овес имеет 2—3-цветковые колоски и рас-

и одиночные зерна этой формы совершенно подходят к зернам ржи (фиг. 10). Здесь любопытно то, что сама рожь на Пиренеях—культура вторичная, пришедшая, но, раз попав в нее, вначале может быть как случайная примесь, данная форма овса оказалась в высшей степени приспособ-



Фиг. 10. *A. strigosa* ssp. *strigosa* subvar. *uniflora*, засоряющая рожь (*secale cereale*); 2/1 (Ориг. фот.).

пространен, главным образом, в качестве сорного растения, на песчаных почвах, в Зап. Европе, а у нас, напр., в Белоруссии и других северо-западных губерниях. Но на Пиренейском полуострове и на Канарских островах встречается особая мелкозерная форма этого овса—subvar. *uniflora*, имеющая всего по одному цветку (зерну) в колоске. Оказывается, эта форма овса засоряет в зап. Пиренеях, главным образом, посевы ржи, а узкие, мелкие

собленной к тому, чтобы специально засорять зерно ржи и распространяться с ним.

Но еще более изумительна другая форма—subvar. *turgida*, встречающаяся в Португалии, где она специально засоряет английскую пшеницу—*Triticum turgidum* (фиг. 11). Эта форма также имеет в колосках одиночные зерна, но эти последние, в противоположность узким зернам subvar. *uniflora*, прямо-таки поражают своей необы-

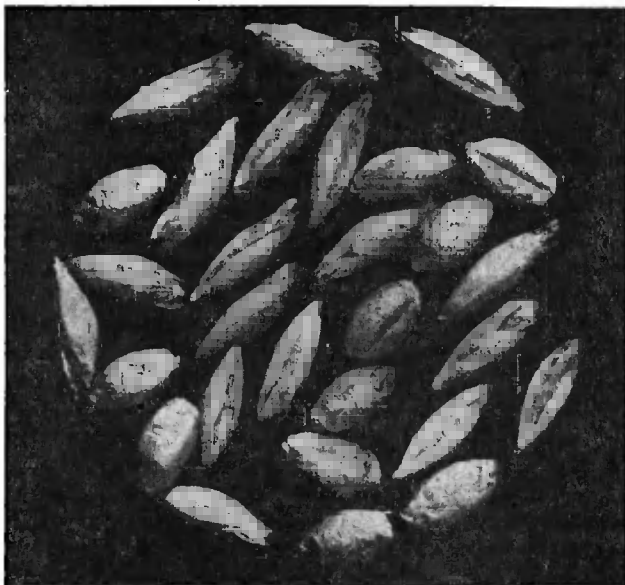
чайной толщиной и по размерам в точности соответствуют зернам английской пшеницы, от которых их отделить уже невозможно.

И у этих сорных форм *A. strigosa*, как и у предыдущих форм *A. fatua* и *A. sativa*, засоряющих полбу и проч., мы видим одно и то же, а именно, что отбор направлен в сторону выделения их по размерам, форме и величине их плодов, т. е. по различным коэффициентам парусности, соответствующим таковым же у засоряемых ими растений. Но у данных форм *A. strigosa* эволюция пошла даже еще дальше, до наличия всего одного цветка или зерна в колоске, при наследственной редукции прочих цветков.

Приведенных примеров достаточно, чтобы понять, к чему приводит отбор. Однако, ясно само собою, что пока не появятся новые прочные наследуемые уклонения, а имеют лишь изменения не наследуемые, вызванные внешними условиями, отбор остается бессилем; он не может сам по себе создать или творить новых форм, а лишь при воздействии определенных факторов может выделять или, так сказать, вызывать к жизни уже готовые в природе новые формы. Как же объяснить самое возникновение подобных сорных форм у овсюгов, специально приспособленных для засорения разных культур.

В 1911 г. Nilsson-Ehle (Швеция) опубликовал интересные наблюдения над внезапным появлением у различных селекционных сортов овса таких новых форм, которые в гомозиготном состоянии имеют все важнейшие признаки овсюга, начиная от каллуса с сочленением и кончая крепкими, коленчатыми остями. Это загадочное явление Nilsson-Ehle объяснил мутацией, а такие внезапно появляющиеся овсюжные формы назвал „атавистами“.

После Nilsson-Ehle такие „атависты“ или „фатуоиды“ были обнаружены во многих чистотлинейных сортах овса в разных странах, особенно в Америке, и по этому вопросу накопилась уже значительная специальная литература. В настоящее время большинство авторов считает „фатуоиды“ — мутантами, а причину появления



Фиг. 11. *A. strigosa* prof. *brevis* subvar. *turgida*, засоряющая английскую пшеницу (*Triticum turgidum*); 2/1 (Ориг. фот.).

их усматривает в хромозомальных изменениях.

Таким образом, если приписывать возникновение фатуоидов мутации, то нет оснований отрицать ее и для специально сорных форм овсюгов, тем более, что формы эти распространены как раз в полосе наибольшего возделывания преимущественно селекционных сортов овса, как у нас, так и в Зап. Европе и в Америке.

III

Наконец, у овсюгов есть еще одна очень важная особенность—это растянутость и чрезвычайная сложность условий прорастания

их зерен. Наиболее распространенный у нас сорный вид *A. fatua* является типичным яровым растением, причем зерна его, засоряя почву, очевидно, должны зимовать в ней и нормально прорасти лишь весной. Поэтому у овсюга прежде всего должно быть приспособление, которое задерживало бы преждевременное прорастание его зерен. Такое приспособление, действительно, и имеется у овсюга; заключается оно в том, что нормально зрелые зерна его, т. е. отвалившиеся с растения, неспособны к немедленному прорастанию. Эту способность они приобретают только после периода покоя, который продолжается у них около 5 месяцев. Лишь незрелые зерна у овсюга могут прорасти немедленно, но всходы их не успевают в то же лето закончить свое развитие и обыкновенно убиваются морозами. Таким образом, нормально зрелые зерна овсюга достигают наибольшего своего прорастания только по окончании периода покоя. Однако, и при этом условии они могут прорасти сразу лишь при высокой температуре (около 20° Ц); при более же низкой температуре прорастание их уже сильно затягивается, т. е. идет очень медленно и сильно задерживается, обыкновенно на целый год. Если к этому добавить, что для прорастания зерен и в том и в другом случае необходима еще и влага, которая не всегда бывает в достаточном количестве, как, напр., у нас в более засушливых южных областях, то можно видеть, что главная масса зерен овсюга, осыпавшихся в почву, нормально остается непроросшей до весны следующего года; незначительная же часть их, проросших, напр., в конце лета, погибает от морозов. Однако, периодом покоя далеко не ограничивается подготовка зерен овсюга к дружному прорастанию весной. Весною, когда начинается прорастание яровых хлебов, как известно, еще нет той высокой температуры (20° Ц.), которая требуется для быстрого прорастания

зерен овсюга; при имеющейся же весной низкой температуре они имели бы очень растянутое прорастание и отставали бы от дружного прорастания яровых хлебов, в которых овсюг уже не мог бы так развиваться, как это мы видим в действительности. Оказывается, что способность более дружно прорасти при низких температурах весной зерна овсюга приобретают под влиянием мороза. Таким образом, помимо периода покоя, зерна овсюга, пролежавшие зиму в почве и подвергшиеся действию мороза, являются уже окончательно подготовленными к тому, чтобы прорасти одновременно с яровыми хлебами и засорять их. Однако, и в этом случае овсюг поступает, так сказать, осторожно: зерна, подвергшиеся действию зимнего холода, проращают не все сразу, а в количестве не более 50%, остальные же проращают в последующие годы.

Теперь, если зерна овсюга, подвергшиеся действию низких температур, будут высеяны при высокой температуре, то оказывается, что прорастание их задерживается. Таким образом, мы имеем замечательное приспособление у овсюга—прорасти дружно при температуре, менее отличающейся от той, при которой проходил период покоя его зерен. Этим и объясняется то загадочное явление, что высеянный вместе с яровым засоренным зерном овсюг вдруг в данном году не прорастает, и посев бывает чистым от него, но зато в следующие годы поле оказывается уже очень сильно засоренным овсюгом.

Большое влияние на прорастание зерен овсюга оказывает и густой растительный покров, напр., посев озимой ржи, клевера, люцерны и проч. Хозяевам хорошо известно, что овсюги меньше всего засоряют озимую рожь. Это зависит не только от того, что развившаяся еще с осени рожь обгоняет всходы овсюга, появляющиеся весной, и глушит их, но еще и от того, что она своим густым травостоем производит задержку прораста-

ния зерен овсюга, изменяя температуру, влажность почвы и проч.

С другой стороны, разные механические воздействия, как, напр., повреждения или удаление чешуй на зернах и т. п. могут, наоборот, значительно даже ускорить прорастание зерен овсюга.

Важное значение для прорастания овсюга имеет и глубина заделки его зерен в почву. Наблюдения показали, что зерна овсюга могут прорасти даже с глубины в 25—30 см, но наилучшая глубина для их прорастания — около 10 см.

Наконец, следует указать, что зерна овсюга сохраняют свою всхожесть в почве до тех пор, пока не сгниют. Так как во многих наших южных засушливых областях имеется постоянный недостаток влаги в почве, то можно полагать, что в таких условиях зерна овсюга особенно долго могут сохранять свою всхожесть.

Все вышеизложенное относится к наиболее распространенному у нас сорному виду — *A. fatua*; у другого же вида овсюга — *A. sterilis* — имеются еще и так наз. зимующие и даже настоящие озимые формы, которые нормально прорастают лишь с осени, посеянные же весной все лето кустятся и в конце концов погибают, но стеблей не дают. Как зимующие, так и озимые формы этого вида, как видим, уже по самому образу своей

жизни наиболее приспособлены для засорения озимых посевов, но формы эти имеют у нас ограниченное распространение и встречаются только в самых южных широтах (Крым, Закавказье и др.).

Все вышеуказанные особенности прорастания овсюгов объясняют многие явления в их жизни, которые обычно кажутся непонятными, как, напр., массовое появление овсюгов в те годы, когда зимы бывают особенно морозные, а лето теплое и дождливое; или когда, напр., овсюг появляется периодически, то в огромных массах, то вдруг исчезает. Установлено, что такая периодичность появления овсюга зависит главным образом от влияния на зерна низких температур (морозов), от глубины положения зерен в почве, от температуры, при которой они находились в состоянии покоя, от влажности почвы и т. п.

Как видим, вся сила овсюгов, как сорных растений, заключается в их зернах, которые, отваливаясь, не только засоряют зерно и почву, но еще требуют сложных условий для прорастания, которые на практике предусмотреть невозможно, как напр., температурные и др. условия данного года. Вот почему овсюги и представляют собою трудно искоренимые сорные травы, особенно вредные для нашего полевого хозяйства.

Водное хозяйство растений в песчаной пустыне Юговосточные Каракумы

И. М. Васильев

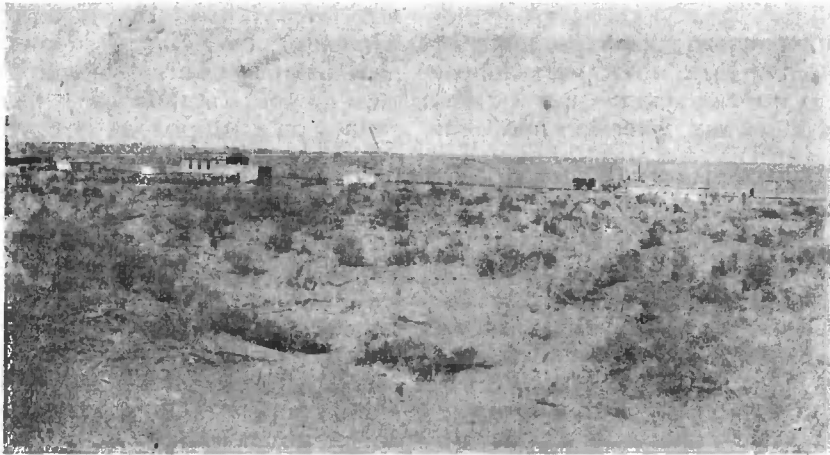
Занимающая большую часть территории Туркменской республики песчаная пустыня Каракумы представляет собою для натуралиста одно из интереснейших мест. Несмотря на крайнюю сухость климата и казалось бы полную бесплодность песчаной почвы, она в значительной своей части покрыта саксауловыми лесами, являю-

щимися поставщиками почти единственного топлива во всем крае. Наличие давно уже организованной при станции Репетек Среднеазиатской ж. д. специальной лаборатории для изучения песков и песчаной растительности дает возможность с помощью стационарных исследований глубже взглянуть в своеобразные физиологические

и экологические условия местной флоры. Автору этих строк пришлось по поручению физиологической лаборатории Всесоюзного института прикладной ботаники произвести на Репетекской станции исследование водного хозяйства различных растений, заселяющих каракумские пески, и главнейшими выводами из этих исследований ему хотелось бы поделиться с читателями „Природы“.

Условия жизни растений в Каракумской пустыне исключительно су-

ранней весной и поздней осенью, почти полностью им поглощается. Поверхностный сток здесь отсутствует, и вся вода быстро просачивается в нижние слои. Испарение с поверхности песка в летнее время сведено до минимума, благодаря слабо выраженным капиллярным свойствам. И, наконец, что особенно важно, процент воды, остающейся для растений недоступной, в песчаном субстрате очень невелик и, в зависимости от его механического состава, колеблется от 0,6 до 1%, редко выше. Этими свойствами песка



Фиг. 1. Растительный фон заросших песков. На заднем плане — станция Репетек и лаборатория по изучению песков.

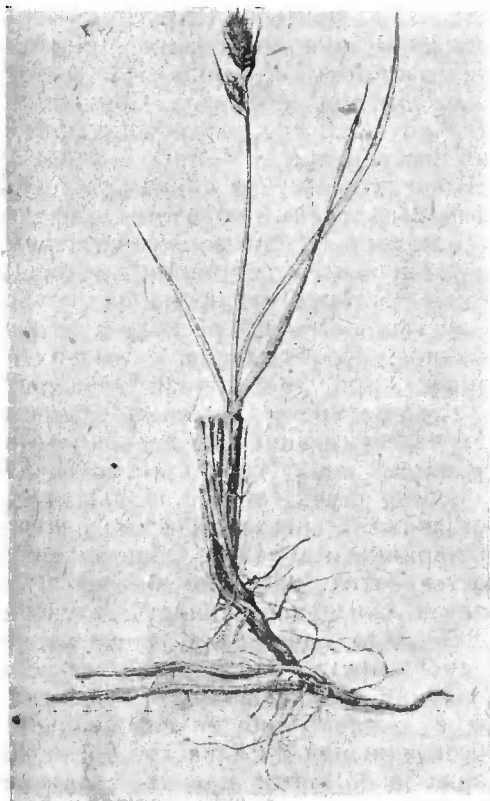
ровые. Высокая температура, достигающая в тени 50°C, и чрезвычайная сухость воздуха, часто ниже 10%, палящий ветер и почти всегда безоблачное небо — все это обуславливает очень сильное испарение. Вместе с тем в течение всего лета часто не выпадает ни капли дождя. Осадки бывают обычно поздней осенью и ранней весной, в среднем около 100 миллиметров.

Жизнь растений здесь оказывается возможной только благодаря песчаному субстрату. Песок является средой с наиболее благоприятными для растений водными свойствами. Все то небольшое количество осадков, которое выпадает на поверхность песка

и определяется главным образом то, что песчаная пустыня покрыта деревянистыми растениями, и в некоторых местах растительность настолько богата, что справедливо может называться лесом пустыни (фиг. 1), тогда как в тех же самых климатических условиях глинистая пустыня летом почти совершенно лишена растительности и имеет бурый, безжизненный вид.

Но как бы ни были благоприятны водные свойства песчаного субстрата, запас воды для жизни растений здесь очень невелик, и вода является главным, определяющим жизнь растений фактором. В зависимости от того, какой процент доступной для расте-

ния воды заключается в корнеобитаемом слое, находится и жизнедеятельность растения и продолжительность



Фиг. 2. Песчаная осока — *Carex physodes*.

его вегетации. Весной, когда запас воды в песке наибольший, наиболее энергична и жизнедеятельность растений. Летом она день ото дня падает, и к концу лета многие растения с неглубокой корневой системой, исчерпав всю доступную им в песке воду, преждевременно сбрасывают все свои ассимилирующие органы и переходят в состояние покоя.

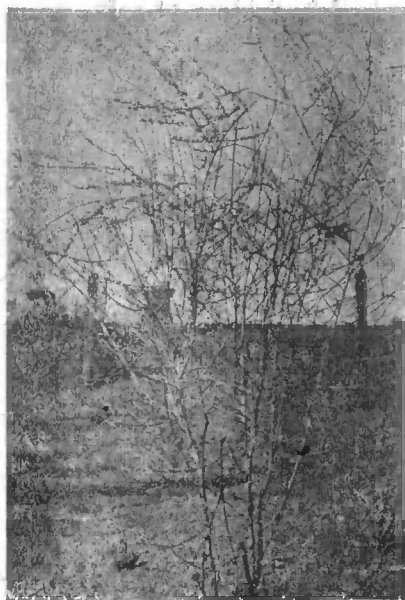
Продолжительность вегетации растения находится здесь в прямой зависимости от развития корневой системы. В заросших растительностью бугристых песках можно выделить следующие три группы растений.

1) Эфемеры, с поверхностной корневой системой. Они живут весной,

используя запасы воды от весенних дождей, и с высыханием верхнего горизонта песка заканчивают цикл своей жизни. Наиболее типичным представителем этих растений является песчаная осока (*Carex physodes*, фиг. 2).

2) Кустарники с корневой системой, идущей до глубины 2 метров, но не достигающей до грунтовой воды, вроде смирновии (*Smirnovia turkestanica*, фиг. 3). Эти растения живут активной жизнью большую часть лета, но переходят в состояние покоя все же раньше конца вегетационного периода, обычно в августе — сентябре.

3) Кустарники и деревья с мощной и глубоко идущей корневой системой, которая в долинах иногда доходит до грунтовой воды. Сюда относятся древовидные солянки (*Sal-*



Фиг. 3. *Smirnovia turkestanica* в августе в период сбрасывания листьев.

sola richteri и *Sals. subaphylla*), саксаулы (*Arthrophytum arborescens* и *Arthr. haloxylon* · фиг. 4), песчаная акация (*Ammodendron conollyi*). Эти растения обычно сохраняют свою жизнедеятельность до конца

вегетационного периода, в ноябре — декабре.

Эти основные группы растений Каракумской пустыни характеризуются весьма различными способами переживания засухи.

Исключительно интересным свойством отличаются некоторые эфемеры.



Фиг. 4. Песчаный саксаул — *Arthrophytum arborescens*.

Летом, когда песок на глубину 1—1½ метра высыхает почти до гигроскопического состояния, а поверхность его в дневные часы нагревается до 80° С, эти растения совершенно высыхают, настолько, что все и надземные и подземные органы их могут растираться в порошок. Однако и в таком состоянии жизнеспособность растения не утрачивается. При достаточном увлажнении песка в течение 5—6 дней оно снова переходит в жизнедеятельное

состояние, зеленеет. Пишущий эти строки в сентябре месяце выкопал с корнями несколько совершенно сухих растений песчаной осоки и переслал их по почте в Ленинград. Через четыре месяца после этого высадил эти растения в горшки с песком и ежедневно поливал. Спустя несколько дней все высаженные растения позеленели.

Весь самый сухой период растения-эфемеры таким образом проводят в состоянии анабиоза. Все жизненные функции в этом состоянии прекращаются. Растение не накапливает сухое вещество, но и не расходует его на дыхание. Пробуждение к жизни наступает при достаточной влажности и температуре с осенними дождями или на следующий год весной.

Совсем иной тип приспособления к засухе представляет большинство остальных растений — многолетние кустарники и деревья. Общей особенностью этих растений является активная жизнедеятельность в течение всего лета, даже в самое жаркое и сухое время. Эти растения не переносят не только полного высыхания, но и сколько-нибудь значительного обезвоживания. Сильного обезвоживания в обычных для них условиях и не бывает. Если влажность корнеобитаемого слоя песка понижается настолько, что растение начинает испытывать недостаток водоснабжения, — оно сбрасывает часть испаряющей поверхности, выравнивая таким образом свой водный баланс. Сокращение испаряющей поверхности является основным способом борьбы растений этой группы с недостатком водоснабжения, но у различных видов растений оно выражено в неодинаковой степени.

Очень важным обстоятельством в жизни растений данной группы, наряду с развитием корневой системы и запасом воды в корнеобитаемом слое песка, является энергия, с которой они потребляют воду. В этом отношении между отдельными видами растений обнаруживаются исключи-

тельно большие различия. Величина транспирации, отнесенная к одной и той же единице, у смирновии, например, в двадцать раз превосходит таковую солончакового саксаула или древовидной солянки. Транспирация песчаной акации оказывается в десять раз больше, чем у последних двух растений.

В связи с такими резкими различиями в транспирационной способности отдельных растений находится различие и в их устойчивости к сильному нагреванию ассимилирующих органов. Сильно транспирирующие растения значительно менее устойчивы в этом отношении, чем слабо транспирирующие. В конце лета, когда запасы воды в песке уже значительно истощены и растения для уравнивания своего водного баланса все в большей степени прикрывают устьица, уменьшая таким образом транспирацию, листья начинают перегреваться и отмирать. Побуревшие и высохшие листья или отдельные участки их у смирновии и песчаной акации в это время встречаются очень часто. Прямыми опытами можно установить, что это отмирание тканей происходит не в результате сильного их обезвоживания, а именно перегрева.

Экономное расходование воды и устойчивость зеленых клеток к высокой температуре является для слабо транспирирующих растений главным приспособлением к жизни в условиях пустыни. Эти растения имеют несравненное преимущество перед растениями с большей потребностью в воде. При одинаковых внешних условиях они имеют возможность вегетировать более продолжительное время, экономно используя имеющиеся в песке запасы воды, а также и поселяться в более сухих местах. При естественном зарастании песков, при превращении подвижных барханных песков с редкой растительностью в неподвижные бугристые пески, где плотность растительного населения значительно увеличивается, сильно транспирирующие растения посте-

пенно вытесняются и в конечной стадии зарастания совершенно исчезают. Преимущественное значение здесь получают растения с пониженной потребностью в воде. Правда, процесс смены растительности при зарастании песков определяется и другими факторами, в частности засолением поверхностного слоя песка, но ухудшение условий водоснабжения является одним из главных.

Среди растений Каракумской пустыни мы совершенно не встречаем суккулентов, с большими водными запасами в тканях, типа кактусов, столь характерных для американских пустынь. Эти растения, как известно, накапливают воду в своем теле в дождливые периоды и за счет этой воды живут в сухие периоды. Никаких сколько-нибудь существенных запасов воды в тканях растений пустыни Каракумы не имеется, они постоянно живут на текущий счет и в случае истощения воды в корнеобитаемом слое или переходят в состояние анабиоза, как песчаная осока, или сбрасывают частично или всю свою испаряющую поверхность.

Совершенно отсутствуют здесь также и такие растения, которые переносят засуху, переходя в состояние завядания, подобно многим засухоустойчивым растениям полосы сухого земледелия, где периоды засух бывают обычно непродолжительны и сменяются периодами дождей. Особенностью этих растений является способность приостанавливать на время засухи частично или совсем синтетическую работу и вместе с тем переносить без особого вреда иногда значительное обезвоживание. Конечно, пребывание в таком состоянии может ограничиваться сравнительно коротким промежутком времени — несколько дней, недель, так как в завядшем растении дыхание не прекращается, а наоборот часто значительно усиливается, и в связи с этим энергично расходуются накопленные ранее питательные материалы. В Каракумской пустыне, где засуха продолжается

фактически почти весь вегетационный период, растение, впавшее в состояние завядания, не сможет уже оправиться до конца вегетационного периода и, конечно, неминуемо должно погибнуть.

Такова в общих чертах характери-

стика растений песчаной пустыни Юговосточные Каракумы в отношении их способности переживать засуху. Расширение и углубление этой характеристики должны дать дальнейшие исследования.

Научные новости и заметки

АСТРОНОМИЯ

Новое в учении о строении вселенной.

Как известно, исследования последних лет позволили построить довольно стройную „островную“ теорию вселенной, согласно которой отдаленные от нас на миллионы световых лет спиральные и эллиптические (так называемые внегалактические) туманности рассматривались как самостоятельные галактики (Млечные Пути), подобные гигантской звездной системе нашего Млечного Пути. Одновременно с этим исследование последних лет показали, что строение самого Млечного Пути крайне неоднородно, что в его структуре намечается довольно ясное деление на отдельные звездные облака (на облачное строение Млечного Пути указывал еще в конце прошлого столетия наш астрофизик В. В. Стратонов). Из этих облаков наибольшее внимание астрономов естественно привлекло то, в состав которого входит наше Солнце (так называемая наша местная система — our local system). Для объяснения деталей в строении нашего Млечного Пути Шепли (Н. Shapley) в 1918 г. выдвинул рабочую гипотезу, согласно которой наша галактика произошла от соединения звездных скоплений и облаков и продолжает увеличиваться благодаря распаду и присоединению новых внешних систем. Успехи последних лет в деле изучения строения Млечного Пути и внегалактических туманностей заставили Шепли пересмотреть свою теорию, и в феврале текущего года он выдвинул новую гипотезу строения Млечного Пути.

Основная трудность при рассмотрении нашего Млечного Пути как звездной системы, подобной спиральным и эллиптическим туманностям, заключается в несравнимости их размеров. Если мы будем рассматривать нашу галактику как совокупность звезд, звездных скоплений и туманностей, распределение которых в пространстве указывает на зависимость от плоскости нашего Млечного Пути, то для диаметра последнего получим величину, превышающую 200 000 световых лет. Между тем диаметры гигантских спиральных туманностей (отдельных галактик) Андромеды и Треугольника составляют по Хаббл (Hubble) 42 000 и 15 000 световых лет. Только немногие из галактических туманностей достигают таких размеров; обычно же их диаметры колеблются

между 5 — 10 тысячами световых лет. Таким образом, наш Млечный Путь, по сравнению с этими туманностями, оказывается совершенно аномальным объектом, являясь либо огромным дискоидальным звездным облаком, не имеющим ничего подобного в изученной нами части вселенной, либо спиральной туманностью с диаметром раз в 40 — 50 больше среднего или в 5 раз больше наибольшего из известных нам.

Каковы же размеры отдельных звездных облаков, входящих в состав нашего Млечного Пути? Для диаметра местной системы Шепли дает величину 6500 световых лет (исследования других авторов приводят к величинам, колеблющимся между 5 и 10 тысячами световых лет). Диаметры других облаков оказываются того же порядка, и только находящееся в центре Млечного Пути звездное облако созвездия Стрельца имеет диаметр в 4 — 5 раз больший.

Многие из внегалактических туманностей имеют сфероидальную форму, но большинство из них эллиптически или дискоидально. То же можно сказать и о звездных облаках, входящих в состав нашего Млечного Пути. Отсюда вытекает первое положение Шепли: наша местная система, Магеллановы Облака, звездные облака Млечного Пути и внешние галактики представляют непрерывную последовательность форм, и все они сравнимы по размерам. Их диаметры колеблются между 1 000 и 40 000 световых лет, но у большинства меньше 15 000 световых лет. Диаметр всей системы Млечного Пути представляется величиной другого порядка.

В последние годы внимание астрономов было привлечено к найденным в некоторых участках неба скоплениям спиральных туманностей, представляющим как бы системы высшего порядка в общей схеме строения вселенной. В настоящее время известно более сорока таких скоплений. Их расстояния от Земли заключаются между 1 000 000 и 200 000 000 световых лет, а число галактик, входящих в отдельное облако, колеблется между 6 и 3 тысячами. Размеры этих скоплений колоссальны: от нескольких сотен тысяч световых лет до, по меньшей мере, 7 000 000 световых лет. Конечно, все эти оценки в настоящее время являются еще очень приближенными, но несомненно, что порядок величин указан верно.

Обычно не замечается какой-либо закономерности в распределении галактик в скоплениях, и только в некоторых малых системах можно предположить, что галактики лежат примерно в одной плоскости. Особый интерес, оказалось, представляет сверхгалактика (скопление туманностей, в созвездии Центавра, недавно подробно исследованная на Гарвардской обсерватории в Америке. Это облако галактик имеет явно вытянутую форму: в длину оно в 3—4 раза больше, чем в ширину. Многие из туманностей, входящих в состав этого облака, соприкасаются друг с другом, — факт, отмеченный и в некоторых других скоплениях. Расстояние до этой сверх-системы — около 150 000 000 световых лет, наибольший диаметр около 7 000 000 световых лет, а размеры отдельных галактик, из числа 2 000, входящих в это облако, сравнимы с одиночными спиральными туманностями, видимыми на небе.

Все эти исследования привели Шепли к следующей гипотезе строения нашей галактики.

1) Система Млечного Пути не является ни гигантской спиральной туманностью, ни однородной звездной системой вроде увеличенного Магелланового Облака, а скорее всего есть сверх-галактика, — вытянутое скопление типичных галактик. По массе и по числу составляющих система Млечного Пути сравнима с облаком ярких галактик в созвездиях Волос Вероники - Девы, состоящим из 200 туманностей.

2) Наша местная система — облако звезд, в состав которого входит Солнце, — сходна по величине и форме с обычными внегалактическими туманностями. То же можно сказать и о других 6—8 звездных облаках, уже выделенных в структуре нашего Млечного Пути. Плоскость эллипсоида нашей местной системы наклонена на 12° к плоскости всей системы Млечного Пути.

3) Большая часть обнаруженных на небе темных туманностей сконцентрирована в плоскости нашей местной системы. Они представляют собой как бы темное экваториальное кольцо материи, подобное тем темным образованиям, которые часто наблюдаются на краях спиральных туманностей и между их завитками.

4) Новая гипотеза не предполагает, как это имело место в старой, что облака Млечного Пути и удаленные шаровые звездные скопления генетически связаны друг с другом. Шаровые скопления можно рассматривать теперь как независимых членов нашей сверх-галактики, и невольно вспоминается недавно высказанное Лундмарком (Lundmark) предположение, что шаровые звездные скопления, как гигантские кометы, перемещаются от одной галактики к другой.

5) Толкование нашего Млечного Пути как скопления обычных галактик исключает аномальное положение нашей системы в звездной вселенной.

Будущее покажет нам, насколько приближается к истине эта схема, выдвинутая Шепли; но несомненно, что как рабочая гипотеза она

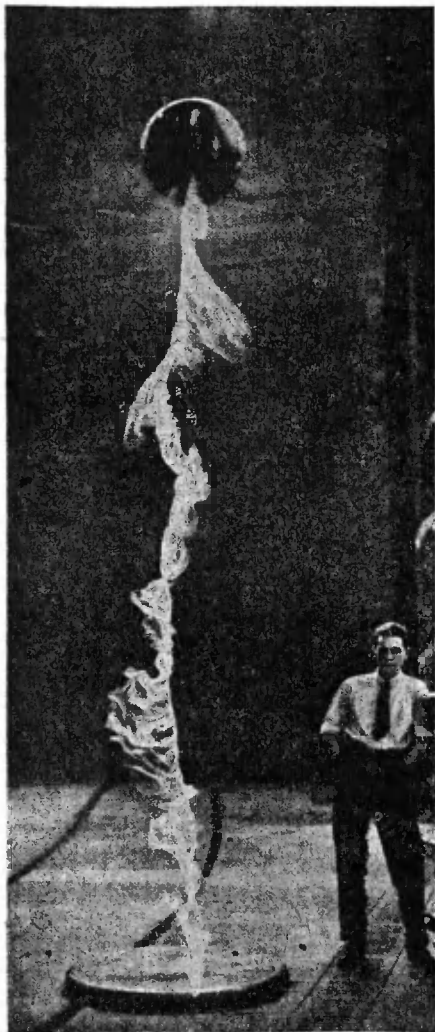
сыграет значительную роль в деле изучения вселенной. Уже сейчас намечается целый ряд исследований в связи с вопросами, выдвинутыми новой теорией. Непрерывно ли звездное поле между отдельными галактиками-облаками нашего Млечного Пути? Не удастся ли обнаружить одиночные звезды в пространствах между отдельными членами скоплений галактик? Дальнейшие исследования движений слабых звезд позволят уточнить вопрос о вращении нашей местной системы, а начатые на ряде обсерваторий систематические исследования слабых переменных звезд дадут возможность выделить основные звездные облака в Млечном Пути. В этом отношении полезным окажется и испытанный метод „звездных черпков“. Все эти исследования явятся основой работ Гарвардской обсерватории на ближайшие годы. (H. Shapley. The super-galaxy hypothesis. Harvard College Observatory, Circular 350, February 1930).

В. А. Мальцев.

ФИЗИКА

Новая высоковольтная лаборатория на миллион вольт. Существенную часть высоковольтных установок, приобретающих все большее и большее значение как в технике, так и при решении чисто научных вопросов, составляет проводка энергии высокого напряжения. Воздушные линии, идущие часто на большие расстояния, подвергаются разным атмосферным влияниям; естественно, что при большом напряжении (в Англии 132 000 вольт) малейшее повреждение может привести к губительным последствиям. Необходимо предварительное тщательное испытание проводки, изоляции и пр., при напряжениях, превышающих нормальное по крайней мере в три—четыре раза. Так как при современном состоянии знаний судить об изоляционных свойствах материалов можно только на основании опыта, является необходимым устройство лабораторий, где могли бы производиться исследования при напряжениях в несколько сотен тысяч вольт. Такая лаборатория на миллион вольт построена в настоящее время в Англии, в Манчестере, электрической компанией Метрополитен Виккерс. Высоковольтная энергия доставляется двумя трансформаторами по 500 000 вольт, мощностью 500 киловатт, соединенными последовательно (по методу Дессауера). Естественно, что все установки лаборатории, где приходится иметь дело с такими мощностями, должны удовлетворять особым техническим требованиям. На них стоит остановиться. О характере явлений, наблюдаемых при миллионе вольт, можно судить по фотографии (фиг. 1): здесь изображена искра при напряжении 970 000 вольт, длиной 4 метра. (Конечно, человек, стоящий рядом был снят отдельно, — иначе он был бы убит). Помещение лаборатории, где могут проскакивать такие искры, должно быть достаточно большим — оказалось, что кругом

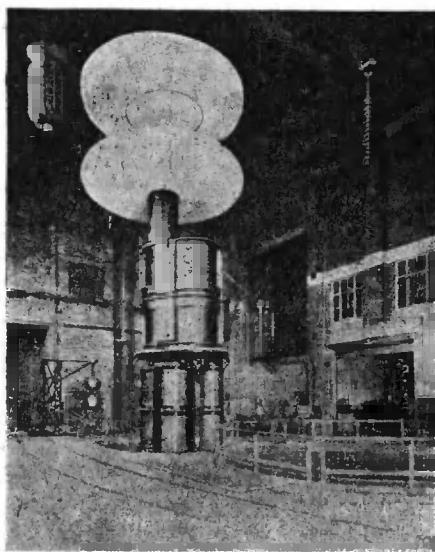
трансформатора должно быть свободное пространство по крайней мере в 10 метров диаметром. На фиг. 2 изображен внутренний вид лаборатории, сам трансформатор покоится на особых столбах, изолирующих его от земли. Большие



Фиг. 1. Разряд при 970 000 вольт напряжения (снимок человека сделан отдельно).

диски наверху — это конденсаторы, служащие для измерения напряжения. Измерение таких громадных напряжений представляет вообще большие затруднения, приходится прибегать к косвенным методам. Метод, применяемый в лаборатории, основан на том положении, что средний ток зарядки конденсатора пропорционален его емкости и максимальному значению потенциала. Следовательно, если известны емкость, частота

и среднее значение тока, можно узнать максимальное значение напряжения. Диски конденсатора имеют диаметр 6 м — это самый большой высоковольтный конденсатор, построенный до сих пор. Не менее внушительными представляются размеры объектов, подлежащих исследованию: испытание изоляторов производится в резервуарах, имеющих диаметр 8 м и вмещающих около 100 куб м масла. Принимая во внимание, что масло должно быть всегда чистым и сухим, надо признать, что испытания при миллионе вольт должны быть весьма доро-



Фиг. 2. Внутренний вид главного здания высоковольтной лаборатории.

гими. Конечно, такие лаборатории немислимы при научных учреждениях, всегда обладающих небольшими средствами; на очереди — техническая проблема выработки типа такого трансформатора, которым можно было бы пользоваться в обстановке обычной лаборатории. По словам Резерфорда, присутствовавшего на открытии лаборатории, миллионы вольт, приложенные к откаченной трубке, приблизили бы нас к разрешению многих основных проблем физики, так как позволили бы легко получать сильные потоки быстрых атомов и электронов (Nature, 1930, № 3149).

М. Савостьянова.

Целлюлоза в свете рентгеновского анализа. Проблема структуры целлюлозы интересна не только для химика-органика, но и для техника, занимающегося волокнистыми веществами. Химические методы не могут дать достаточно определенных данных; более удачным оказывается применение метода рентгеновского анализа. В. Брэгг в своем обзорном докладе

в Royal Institution (Январь 1930 г.) сообщает о некоторых достижениях в этой области.

Причину, побуждающую нас возлагать особые надежды на применение рентгеновского анализа, является то обстоятельство, что целлюлоза имеет волокнистый характер, а следовательно в расположении ее атомов, молекул и комбинаций молекул естественно ожидать определенной ориентировки в одном преимущественно направлении — вдоль по волокну. Такая ориентировка должна быть связана с правильностью расположения атомов, с периодическим повторением некоторого структурного элемента, т. е. с явлениями, характеризующими кристаллическую структуру и особенно легко исследуемыми при помощи рентгеновского анализа.

Еще в 1921 — 1922 г. Поляни, Герцог и др. получили рентгенограммы волокон целлюлозы, пропуская пучок монохроматических рентгеновых лучей перпендикулярно волокну. Обнаружилось, что целлюлоза представляет собою скопление мельчайших кристалликов, имеющих определенную ориентировку (кристаллит). Действительно, при совершенно беспорядочном расположении кристалликов мы имели бы на рентгенограмме лебай-шерреровские кольца равномерной интенсивности, а не отдельные пятна, как это наблюдается на самом деле. Первоначальная — ромбическая — модель кристаллической ячейки оказалась однако не вполне удовлетворительной; замена ромбической модели моноклинной с размерами 10,3 Å, 8,35 Å и 7,9 Å, произведенная в самое последнее время (Марк и Мейр, Андресс, *Zeitschrift für phys. Chemie*, 1929 — 1930, Abt. B.) позволила, в связи с более тщательными промерами интенсивности пятен на рентгенограмме, вполне объяснить оставшиеся до сих пор непонятными особенности распределения интенсивности на рентгенограммах.

В свете новых исследований кристаллическая ячейка, заключающая в себе, по химическим данным, четыре группы $C_6H_{10}O_5$, имеет следующую структуру. Основу ячейки представляют четыре глюкозных кольца (заключающих в себе по пяти атомов углерода и одному атому кислорода), соединенных между собою по направлению волокна атомом кислорода; боковая связь осуществляется гидроксильными группами. Эти боковые связи во много раз слабее связей в направлении волокна — здесь они того же порядка, что и связи в кристалле алмаза. Это обстоятельство и объясняет волокнистую структуру целлюлозы: глюкозные кольца, крепко сцепляясь друг с другом в направлении волокна, образуют ряд параллельно идущих цепочек. Каждое звено цепочки состоит из двух глюкозных колец и имеет длину 10,3 Å; ячейка заключает в себе два звена.

Физико-химические воздействия могут влиять как на размеры ячейки, так и на расположение атомов внутри ее; оказывается, однако, что прочность в направлении волокна неизмеримо больше прочности в других направлениях.

Так, например, при растяжении волокна отдельные цепочки сначала становятся толще, а затем начинают скользить друг около друга, не разрываясь. При мерсеризации (обработке сильными щелочами) длина ячейки остается та же (10,3 Å), и не происходит никакого химического изменения, т. е. перегруппировки атомов; различие между естественной и мерсеризованной целлюлозой объясняется исключительно некоторым поворотом отдельных звеньев в плоскости, перпендикулярной оси волокна, причем новое расположение оказывается, по видимому, более устойчивым, чем прежнее. Интересно, что длина ячейки не изменяется и при более глубоких, чисто химических изменениях: замена одних атомов другими (напр. при превращении целлюлозы в нитроцеллюлозу) сказывается только в изменении расстояния между отдельными цепочками.

По мнению Брэгга, в настоящее время рентгеновский анализ еще не настолько совершенен, чтобы при его помощи можно было безошибочно разобраться во всех тонкостях структуры целлюлозы, но приведенных результатов все же достаточно, чтобы вполне ясно представить себе причину своеобразного волокнистого строения целлюлозы, того строения, которое позволяет назвать молекулы целлюлозы молекулами роста.

В заключение позволяем себе привести несколько строк из статьи Брэгга, в которых он подчеркивает значение волокнистого строения целлюлозы как в природе, так и в технике; „Целлюлоза — основная комбинация молекул, встречающаяся в растительном царстве. Вспомним, что и леса, и луга, и всевозможные растения главным образом состоят из целлюлозы — и мы сразу отметим особенный характер этого явления. Какова характерная особенность молекул целлюлозы, что им принадлежит такая ответственная роль? Это — молекулы, обуславливающие рост, не только в растительном, но и в животном мире. Масса целлюлозы в растениях не может иметь одинаковые свойства во всех направлениях, так как рост происходит по определенным линиям. За некоторыми исключениями (асбест), мы не встречаемся в неорганическом мире с тем, что мы называем словом „волокно“. Волокнистое строение стеблей и листьев — их главное свойство; на нем основана как их способность к росту, так и самое строение их тела. Этим же свойством широко пользуется и человек. Мы прядем хлопок, лен, пеньку, джут и т. п., делаем нити, веревки, канаты, способные испытывать значительные напряжения в одном направлении, наконец изготавливаем ткани, бумагу, где натяжения распределяются в некоторой плоскости. Волокнистость — такое широко распространенное свойство, что мы должны узнать ее причину, должны узнать, что же такое — целлюлоза, какова характерная особенность ее структуры, обуславливающая ее исключительное распространение“ (*Nature*, 1930, № 3148).

М. Савостьянова.

ХИМИЯ

Рейний. История этого элемента сейчас вступила в новый и неожиданный фазис. Открытый в 1924 — 1926 гг. элемент 75 — рейний — долгое время, однако, возбуждал сомнения в его существовании, пока в 1928 г. супругам Ноддак не удалось выделить 120 мг чистого металлического рейния и с этим количеством не только проделать все операции, необходимые для химического отождествления и признания нового элемента, но даже разослать пробы его отдельным авторитетам для убеждения воочию и выполнения некоторых специальных измерений, ставших ныне специальностью некоторых лишь научных центров (ср. Природа, 1929, стр. 456).

Все же рейний считался еще крайне редким элементом, и в сообщении супругов Ноддак еще от 13 августа 1929 г. в *Zeitschr. f. anorg. Chemie* они оценивают частоту его нахождения меньшею, чем у наиболее редких из известных земных элементов — галлия, родия, рутения и палладия, и полагают, что она не превышает частоты нахождения радия. В частности, получение указанных 120 мг рейния смогло осуществиться только благодаря поддержке *Notgemeinschaft* (Общество вспомоществования немецкой науке), отпустившей свыше 30 000 марок на работы по рейнию.

Этих 120 мг рейния, как сказано, вполне хватило для химического описания нового элемента, но для определения других, главным образом, физических свойств, этого количества недостаточно, ибо для этого требуется порция металла, расплавленного и отлитого в форму стерженька, который уже и служит объектом для определения упругих, тепловых, электрических и магнитных свойств. К концу 1928 г. вопросом заинтересовалась фирма Сименс и Гальске, которая, взяв на себя все расходы, предложила супругам Ноддак добыть целый 1 грамм рейния, заранее, конечно, оговаривая, что все результаты будут собственностью фирмы.

Первые 120 мг рейния, как известно, были добыты из 100 кг гадолинита, колумбита, альбита и подобных минералов. Существенным недостатком в работе с ними явились не только крайняя редкость и спорадичность их местонахождения, но главным образом то обстоятельство, что содержание Re в одинаковых минеральных образцах колебалось чрезвычайно сильно, так что высказывалось мнение, что просто физически будет невозможно — в конечный промежуток времени — отобрать количество этих минералов, необходимое для добычи 1 грамма рейния. Однако ж, получение указанных 120 мг рейния одним из своих результатов имело также выработку лучших способов контроля рейния. Как читателю должно быть известно, вся трудность получения рейния в первый раз сводилась к тому, что вначале исследователи шли совершенно вслепую — в минерале, в котором предполагался рейний, это гипотетическое его количество концентрировалось в 1000, а иногда и в 10 000 раз, после чего только производилась первое его

испытание в рентгеновском спектрографе чувствительностью в 2×10^{-4} , в исходных же минералах, следовательно, концентрация рейния была 10^{-7} и даже менее. Теперь же было установлено, что некоторые спектральные комплексы — притом в обычном видимом спектре — именно так называемые характеристические, остаточные лучи — позволяют открывать рейний в количествах 10^{-7} , т. е. с самого начала вести работу не вслепую (для все же самого удобного в работах с рейнием рентгеновского спектрографа эта чувствительность и сейчас прежняя, т. е. 2×10^{-4}). В результате такого колоссального облегчения — можно сказать, освещения всей работы — быстро удалось установить, что рейний в сравнительно больших количествах находится в железно-никелевых рудах, но, главное, в молибденовом блеске. Более того, все испытанные образцы последнего оказались содержащими рейний в количестве до 10^{-5} (японские образцы). В результате оказалось возможным для поставленной задачи ограничиться 660 кг норвежского молибденового блеска с содержанием от 2 до 4×10^{-6} элемента Re. В течение 2 месяцев производилась обработка этого материала на специальном танталовом заводе фирмы Сименс и Гальске, и в итоге с немецкою добросовестностью было добыто 1.042 грамма металлического рейния. Одним из результатов — независимо от данных, составивших, очевидно, секрет фирмы, — была большая химическая работа с подробным описанием химических свойств нового элемента, работа настолько убедительная, что наиболее авторитетные химические комиссии — комиссии атомных весов — обе и международная и немецкая, — безоговорочно включили элемент рейний в список на 1930 год с атомным весом 188.7.

Далее последовал перерыв на с лишком полгода, когда в заседании Немецкого химического общества 14 апреля с. г. состоялся доклад одного из четы Ноддак о том, что элемент рейний оказался значительно более распространенным, чем то полагали еще в прошлом году, и одновременно (в *Zeitschr. f. angew. Chemie* от 19 апреля с. г.) сообщено было предложение крупнейшей немецкой химической фирмы на систематическую поставку этого элемента в виде перрената калия ($KReO_4$) х. ч., т. е. химически чистого с содержанием 65% Re в количестве многих килограммов в месяц.

Неизвестно, последует ли за этим более подробное сообщение. Очевидно, крупные фирмы, затрачивая значительные суммы, заранее имели данные, рисовавшие положение вещей не в тех красках, в которых это изображено было официально. Восходя же к причинам, вызвавшим такой интерес крупных фирм к новому элементу, вероятно, достаточно будет привести название одной из лучших современных электроламп: „осрам“. Общеизвестно, что название это происходит от элементов осмия и вольфрама, из которых первый служил ранее, второй же является сейчас главным

материалом для ламповых нитей. Справившись же в периодической таблице, мы увидим, что элемент рейния с его атомным номером 75 как раз попадает между этими двумя столь ценными вольфрамом — 74 и осмием — 76 — и, вероятно, и обладает особенно желательными свойствами. Наоборот, отдаленностью от этого „электротехнического“ места периодической системы объясняется малое внимание к химически не менее любопытному аналогу марганца и рейния, элементу 43 — пока все еще сомнительному мазурию.

Несколько слов о химических свойствах рейния, который, на основании сказанного, возможно, вскоре займет место на полках многих лабораторий. Как отмечено, торгующие фирмы предлагают его в виде перрената калия ($KReO_4$), вещества, название которого составлено в ближайшей аналогии с перманганатом калия, столь известным всякому хамелеоном $KMnO_4$ (но также и с перхлоратом $KClO_4$). Вся, конечно, история рейния — менделеевского димарганца — проходила под знаком этой аналогии с марганцем, и соответственные свойства у рейния и обнаружены, с учетом того обстоятельства, что мы сразу переносимся в одну из последних строк периодической системы от семейства железа (к которому многие хотят причислить и марганец, ближайший сосед этого семейства слева) к наиболее благородному месту всей системы — семейству платины (Os, Ir, Pt и Au), вследствие чего и свойства рейния являются в весьма значительной степени облагоустроенными по сравнению с марганцем. Так, вместо фиолетового Mn_2O_7 , мы имеем лишь бледно-желтый Re_2O_7 , и вместо темномалиновых металлических кристаллов $KMnO_4$, белые кристаллы $KReO_4$, в которых это родство с хамелеоном сказало лишь в очень сильной лучепреломляющей способности этих кристаллов. Понизилась и растворимость этих кристаллов, немногим превышая $10/100$. Той окисляющей, *raison d'être*, способности, которая отличает хамелеона, здесь уже нет, но с помощью несколько более энергичных приемов и здесь $KReO_4$ восстанавливается в чернубурый порошок ReO_2 , вполне аналогичный пиролюзиту, очень устойчивый, и в этом, вероятно, виде рейний и встречается во всех его месторождениях. Как и у марганца, мы имеем и для рейния целую гамму кислородных соединений $ReO, Re_2O_3, ReO_2, ReO_3, Re_2O_7$. Новым и неожиданным является высший окисел Re_2O_8 или, быть может, правильнее, просто ReO_4 . Дело в том, что этот неизвестный у марганца тип окисла, видимо, не является перекисью, а есть ближайший аналог OsO_4 , самого замечательного соединения в химии этого последнего элемента и одного из наиболее интересных во всей химии. Крайне летучее при самых невысоких температурах, трудно улавливаемое и ядовитое, оно до сих пор является одной из химических загадок и, как то и подтверждается аналогией между ReO_4 и OsO_4 , обусловлено, вероятно, своеобразными условиями электронной атмосферы в этом крайне запутанном месте периодической

системы, где только что закончился один цикл достроек (элемент 70) и второй (элемент 71) и начинается третий (элемент 76). Обратно, можно надеяться, что в разъяснении этого места новый элемент сыграет важную роль. Пока же должно отметить, что это необычайное для VII-й группы соединение позволяет чрезвычайно хорошо отделять рейний от других элементов таким в принципе простым методом как повторная перегонка.

Н. Б.

КЛИМАТОЛОГИЯ

Изменения климата восточной Европы в последледниковое время. В только что (конец 1929 г.) вышедших „Протоколах“ IV Международного ботанического конгресса в Америке (Proceeding of the international congress of plant science) помещено целых три доклада, затрагивающих вопрос об изменениях климата восточной Европы со времени ледникового периода: Шафера (Польша), Домина (Чехо-Словакия) и Сернандера (Швеция). Поскольку страны эти являются соседями СССР, ход климатических изменений в них должен был отражаться и у нас, а потому доклады эти должны представлять интерес и для русского читателя.

Доклад Шафера посвящен последнему межледниковому периоду в Польше; реликтами этого времени он считает бразению (*Brasenia pumifera*), рододендрон (*Rhododendron ponticum*) и др. виды. В то время климат был влажнее и теплее современного; согласно приложенной карте, например, восточная граница тиса проходила к востоку от Московской, Тульской и Курской губ., татарский клен рос в Польше и Белоруссии, бук доходил приблизительно до линии Ленинград — Тамбов. За это время (между рисским и вюрмским оледенениями) в Польше были такие смеи климата и флоры:

- 1) арктическая: в южной Польше — безлесная тундра с аркто-карпатской флорой; в северной Польше (Гродно) — тундра с кустами полярных берез и ив (*Salix lapponum*);
- 2) субарктическая: появляются леса из кедра, сосны и лиственницы;
- 3) бореальная: сосновые и дубовые леса (сухой климат);
- 4) первая субатлантическая: тис, граб, водяной орех и др. виды;
- 5) понтическая: татарский клен, граб, *Brasenia pumifera* и т. д. (континентальный климат);
- 6) вторая субатлантическая: бук, пихта, *Tsuga* (североамериканское хвойное);
- 7) пресубарктическая: сосна, ель; теплолюбивые элементы отступают к югу;
- 8) арктическая: новое появление тундры и ледников.

В России в это время был более влажный и холодный климат. Втечение 1-го, 2-го, 7-го и 8-го периодов далеко расселились арктические, субарктические и альпийские элементы; наоборот, в 3-м и 5-м периодах — степные и полустепные виды; наконец, 4-й и 6-й периоды были

Таблица 1

№ по пор.	Период	Растительность		Климат	Примечания
		горных областей	равнин		
1	Ледниковый конец (оледенения)	Аркто-альпийские тундры	Местами хвойные и смешанные (<i>Fagus silvatica</i>) леса, „деальпийские“ (dealpine) степи	Холодный и сырой, океанический	Альпийские элементы проникают на низменности Чехии; субарктические леса распространяются в речных долинах
2	Перв. послеледниковый период а) Сосновая фаза (субксеротермическая) б) Фаза лещины (ксеротермическая) в) Дубовая фаза (климатический оптимум)	Сосновые леса с примесью березы и ивы Леса из сосны с лещиной, распространение лиственных лесов и кустарников (без бука) Смешанные дубовые леса	Развитие более ксеротермической растительности и травянистых ассоциаций, а к концу периода развитие сплошных степей в ряде местностей Чехии	Становится постепенно теплее и суше, более и более континентальным	Сарматский и пannonский периоды Шустлера
3	Второй послеледниковый период (атлантический) а) Еловая фаза б) Буково-пихтовая фаза	Дуб в упадке, ель в изобилии, распространяются бук и пихта Высшее развитие буковых и пихтовых лесов	Ксеротермическая растительность степей и лесов постепенно отходит на второй план, являются новые типы Лиственные и смешанные леса проявляются в степные районы	Несколько влажнее, более океанический	Атлантический и балтийский периоды Шустлера
4	Третий послеледниковый период	Бук и пихта на втором плане, ель вновь господствует, а в более сухих местностях — сосна; местами смешанные буково-пихтовые леса	Распространяются сообщества сухих лиственных лесов и открытые ксеротермические ассоциации, однако, объединенные флористически	Более континентальный, постепенно переходящий в современный	Все увеличивается воздействие вырубания лесов, заселения человеком и земледелия; горные и смешанные леса, частью сохранившиеся на холмах даже в атлантический период, истребляются человеком

Таблица 2

Годы от и до н. э.	Периоды по де-Геру	Эволюция Балтики по Мунте	Климатические периоды по Сернандеру	История растительности по фон-Посту	Археологические периоды по Монтелиусу			
1900	Последнее ледниковое время	Время Муа	Субатлантический период	Время буковых и еловых лесов	Историческое время	Последнее ледниковое ухудшение климата		
1000		Время Липпаеа			Железный век			
1000		Литориновое время	Теплый последнеледниковый период	Суббореальный период	Время смешанных дубовых лесов		Бронзовый век	
2000							Атлантический период	Камненный век „Stone cist period“
3000								
4000		Анциловое время	Субарктический период	Время сосны и березы	Период долменов „Round age period“		Максимум послеледниковой депрессии (post-glacial land depression)	
5000	Финигляциальное время					Иольдиевое время		Время сосны и березы
6000		Готигляциальное время	Время Балтийского ледовитого моря	Арктический период	Время флоры Dryas		Край ледника у среднешведских конечных морен	
7000	Данигляциальное время							
8000								
9000								
10000								
11000								
12000								

временем вторжения атлантических элементов. Надо еще отметить, что Шафер протестует против всеобщего злоупотребления термином „третичные реликты“; в третичный период, даже в плиоцене, климат Европы слишком отличался от теперешнего, и так называемые „третичные реликты“ скорее связаны с теплыми межледниковыми эпохами, при большой продолжительности которых так называемые „третичные реликты“ могли совершить большие миграции, например *Pseudotsuga ponicum* из Малой Азии, тоже и кавказская липа — *Tilia caucasica*, проникавшая до Ломбардии и Прованса, и азалия (*Azalea pontica*), мигрировавшая с Кавказа на Волынь, согласно приложенной к докладу Шафера карте миграций.

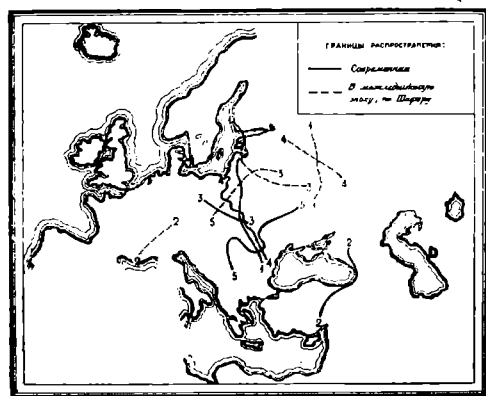
Доклад Домина посвящен „некоторым проблемам экологии растений“, как гласит и его заглавие. Путь он разбирает эволюцию растительности и климата в Чехии со времени ледникового периода. Надо заметить, что ледник не покрывал внутренних частей Чехии даже в момент наибольшего оледенения, и там полу-

чилось убежище, где нашли приют даже лесные сообщества, и, например, бук местами уцелел в Чехии, как и в западных Карпатах, в течение всего ледникового периода, сохранившись на тех же местах и до наших дней. Из изучения сфагнового болота в Рудогорах (Rudogori) (анализ остатков пыльцы и других находок) можно вывести заключение о таких сменах растительности в Чехии в последнеледниковый период:

- 1) период сосны, березы и ивы;
- 2) период сосны и лещины, вместе с развитием смешанных дубовых лесов (дуб, берест, липа) и распространением ели;
- 3) период господства смешанных дубовых лесов и ели; вторжение бука и граба;
- 4) господство бука и ели, упадок дуба и лещины, а в конце этого периода вторжение пихты (*Abies alba*);
- 5) период господства бука и пихты; ель играет второстепенную роль;
- 6) современный период ели (*Picea excelsa*), распространившейся благодаря лесокультуре вместе с упадком бука и пихты.

Для всей же Чехии Домин дает схему развития растительности в послеледниковое время, указанную в табл. 1.

Наконец, доклад Сернандера посвящен „теплому послеледниковому периоду и последнему ухудшению климата в северной Европе“. Сернандер отмечает, что теплый послеледниковый период хорошо ограничен от теперешнего более холодного благодаря внезапному ухудшению климата, имевшему характер катастрофы и продолжавшемуся лишь несколько столетий („fimbulwinter“ скандинавских саг), резко отличившая суббореальный от субатлантического периода, бронзовый от железного века у северных народов. Эта резкая граница отчетливо заметна в торфяниках северозападной Германии („Grenzhorizont“ Вебера), как и в Швеции. Ухудшение климата привело ко внезапному вымиранию ряда растений (лещина в северной



Фиг. 1. Сравнение современного и межледникового распространения некоторых растений. 1—*Taxus baccata*, 2—*Tilia caucasica*, 3—*Tilia platyphyllas*, 4—*Fagus sylvatica*, 5—*Acer tataricum*.

Швеции; водяной орех) и имело роковое значение для северных племен и их культуры, повлияв на переселение ряда племен и в дальнейшем переход их к скотоводству взамен земледелия, что было вызвано не только понижением температуры вегетативного периода, но и его укорочением и еще более—неустойчивостью климатических констант в течение „fimbulwinter“. Датируется это ухудшение климата временем от 500 до 150 г. до н. э.—древнежелезный век по Монтелиусу, бедный и археологическими остатками, в противоположность бронзовому веку (с 1050 до 650 г. до н. э.), связанному с богатством археологических находок; в конце бронзового века (650—500) они оскудевают, а за период с 500 до 150 г. они очень многочисленны и сосредоточены в немногих климатически благоприятных уголках Швеции.

В общем виде Сернандер дает сводку, приведенную в табл. 2.

С. Иличевский.

БОТАНИКА

Саксаул в горах. Во время работ экспедиции по обследованию реки Нарына (исток Сыр-дарьи) пришлось встретиться с интересным случаем нахождения саксаула в горах. В 15—20 км ниже впадения реки Алабуги в реку Нарын, на правом берегу последнего (ниже ущелья Дюдели), на высоте около 1400 м над уровнем моря, найдено около 20 кустов черного саксаула (кара-саксаул, *Arthrophytum ammodendron* Litw. var. *arphyllum* Minkw.). Деревца, высотой до 3 м, 9—10 см диаметром и возрастом в 25—35 лет, представляли, повидимому, остаток когда-то сомкнутого участка. Об этом свидетельствовали несколько обломанных пней вблизи сохранившихся экземпляров. Сами деревья по внешнему виду могут быть отнесены к III бонитету. Расположение саксауловой куртинки вблизи скотопрогонной дороги в Фергану грозит скорым уничтожением оставшимся деревьям, поломанным частью человеком и поврежденным скотом. Куртина расположена на 2-й террасе реки Нарына, на мощном лессовидном наносе с редким разнотравьем. Экспозиция—на юг; от сильных ветров место защищено. Совокупность почвенных и климатических условий следует признать благоприятной для произрастания саксаула. Ближайший саксауловый массив расположен в Фергане, в расстоянии 300—350 км.

К. Ф. Никифоров.

ЗООЛОГИЯ

Соболь в Саянах и его географическое распространение в Палеарктике. Соболь встречается в Саянах во всей лесной области, но обитает лишь во второй подзоне ее. Если мы схематически представим лесную зону Саян в виде таблички, то типичной для соболя лесной формацией будет кедр—пихта, с примесью березы и рябины по каменистым местам. Мы указываем—по каменистым местам; это условие также весьма важно; на местах с толстым слоем почвы мы соболя встречаем редко, хотя бы формация и была подходящей. Связь соболя с этой формацией не ограничивается районом Саян. В этой же формации мы находим соболя на Урале, в Алтае, в Прибайкалье и пр.; в Уссурийском крае, однако, лесная формация, где мы находим соболя, несколько изменена; здесь нет уже сибирских пихты и кедра, однако корейский кедр и белокожая пихта, которые составляют основные породы мест, обитаемых соболями, весьма близки к таковым Сибири, и биологически формация эта не отличается от сибирской. В северо-восточной части (Яблонный хребет и пр.) мы находим соболя также в близких условиях с центрально-сибирскими. Что же касается Камчатки, Сахалина, Курильских островов, Иезо и Шантарских, то в этих частях ареала распространения условия более или менее значительно изменены; мы вернемся, однако, к ним несколько позже.

Как в Саянах, так и в прочих местах ареала распространения соболя, мы не находим его ни в сосновых лесах, ни в чернолесье, ни в ельниках (чистых), ни в речных долинах, ни даже на равнинных местах, поросших пихтой с примесью кедра и других пород.

Некоторое объяснение столь тесной связи соболя с пихтово-кедровой формацией и с каменистыми местами дает нам изучение пищевого режима и биологии соболя. При изучении биологии соболя выяснилось, что она носит сезонный характер, причем особенно сильным является влияние сезонов года на пищевой режим. Изучение характера питания показывает, что соболь — не чистый хищник; корм его почти круглый год смешан, причем главными элементами растительной части корма являются семена кедра и ягоды (рябины и черники, реже — других кустарников), а животной части — мелкие млекопитающие и птицы. Отношение растительного корма к животному не остается постоянным, но колеблется в зависимости от сезона. Осенью, когда имеется много семян кедра, ягод и пр., корм соболя состоит почти на $\frac{3}{4}$ из растительной пищи. В это время соболь встречается главным образом в кедровниках, где растет также в изобилии черника. Этот характер носит пищевой режим до наступления сильных морозов и углубления снегов, т. е. до конца или середины ноября, когда низкие ягодные кустарники и шишки кедра снег заваливает настолько, что соболь их уже достать не может. В это время наступает другой период питания; соболь питается ягодами рябины, которые не может засыпать снег, и сеноставками, а также и птицами. В связи с этим соболь уже реже встречается в кедровниках, но перекочевывает на каменистые места, где в изобилии встречаются как рябина, так и сеноставки. С приближением весны растительная доля корма соболя все делается меньше и к лету выпадает; в связи с этим и места обитания изменяются: соболь к весне встречается уже в других местах лесной зоны, кроме упомянутых формаций, а летом он встречается даже на высокогорных лугах, в тундре, на болотах и пр.

Характерным является, однако, то, что осенью и зимой, несмотря на многие посторонние факторы, как, напр., неурожай растительных компонентов корма соболя и пр., мы находим его в это время всегда в упомянутой кедрово-пихтовой формации. Это дает нам право говорить, что не только кормовой режим обуславливает связь соболя с этой формацией, но еще и неизвестные нам факторы; все же могучим фактором нужно считать необходимое и первичное для того или иного сезона питание. Таким образом, характер питания нам указывает, что соболя мы можем найти или в пихтово-кедровой формации, или вблизи нее, причем также обязательно в гористых или скалистых местностях. И действительно, при анализе ареала распространения соболя мы видим, что он никогда не выходит за границу распространения пихты и кедра. Мы находим лишь замещение этих пород близкими видами: на дальнем востоке

Сибири — белококорой пихтой и корейским кедром а на северовостоке Сибири — сланцевым кедром

Равным образом ограничивающим фактором являются и равнины. Мы находим соболя всюду в горных местностях: Урал, Алтай, Саяны, Баргузинский и др. хребты. Очень характерно, что на юг соболь идет всюду по хребтам до границы распространения кедра и заходит очень далеко на юг; мы находим его в Монгольском Алтае, где он есть еще по северным склонам, и в Корее. Напротив, равнинные места, хотя и несущие кедрово-пихтовую формацию и расположенные в широтах, типично обитаемых соболем, оказываются от него свободными (напр., область между Обью и Енисеем).

Это, однако, касается материка Азии. На островах же и на Камчатке соболя мы встречаем уже вне области распространения сибирского кедра и пихты; там он встречается в формации сланцевый кедр — ель — лиственница — рябина, но приурочен также к гористым и скалистым местностям. Здесь соболь приспособился к таким условиям существования, которых на континенте он избегает. Однако, и на островах мы встречаем его лишь в этой формации. С исчезновением ели и сланцевого кедра соболь исчезает. Объяснение наличия соболя на островах и Камчатке в названной формации мы можем найти в истории развития флоры этой области. Является доказанным, что раньше весь северовосток Азии, равно как и близлежащие острова были заселены теми породами, которые сейчас растут в центральной Сибири. Отсутствие их сейчас есть явление вторичное, обусловленное похолоданием климата. Естественной является и мысль, что некогда соболь был распространен по всему северу и северовостоку Сибири, но с постепенным исчезновением кедра и пихты на севере он все далее отступал на юг, причем на изолированных частях, как южная оконечность Камчатки и острова Курильские, Иезо и др., он остался изолированным и сохранился еще, хотя и не в соответствующей формации, но все же пока пригодной для существования. Эти места обитания мы можем следовательно рассматривать как реликтовые.

И. Кожанчиков.

БИОЛОГИЯ

Иод в нормальном животном организме. Исследования Маурера и Дюкрю (E. Maurer, H. Ducrue) (главным образом над кроликами) показали, что содержание иода в наиболее богатой им шитовидной железе подвержено значительным колебаниям. После нее больше всего иода постоянно оказывалось в яичниках и трубах, затем в матке. Далее следуют селезенка и печень. В сердечной мышце авторы находили тоже относительно значительные количества иода. Мозг и жир содержат его обыкновенно немного. Из мест выделения иода найдено особенно высокое содержание его в подчелюстной железе; количества же

иода в почках и легких невелики; кожа содержит заметные количества иода, а еще больше—ее роговые придаточные образования; можно было открыть иод в желчи. В крови он оказывался вообще у всех животных, главным образом в плазме. Нужно, однако, заметить, что количества иода везде варьируют, и что его содержание в щитовидной железе не может служить показателем содержания иода в организме вообще.

После перорального введения иодистого калия, обогащение иодом можно бывает заметить во всех перечисленных органах, но неравномерное и непропорциональное нормальному его содержанию в них. Например, сами по себе изобилующие иодом женские половые органы почти не принимают участия в накоплении его после введения иодистого калия; наоборот, относительно велика прибыль иода в печени. Через 24 ч. после дачи иодистого калия наблюдается повышенное содержание иода в местах его выделения, особенно в коже, легких и в почках; а спустя еще 24 ч. излишек иода уже почти совершенно удаляется из организма (*Biochem. Zeitschr.*, ССХVII, 1—3, 7/1 1930, pp. 227—235).

Л. Е.

НАУЧНАЯ ХРОНИКА

10 апреля с. г. 67 лет от роду скончался от кровоизлияния в мозг **Сергей Сергеевич Мережковский**. Покойный окончил Военно-медицинскую академию. В 1890 г. конференция Академии за его студенческое сочинение „В каком виде находятся бактерии в воздухе“ присудила ему золотую медаль. Вся дальнейшая жизнь Мережковского протекает главным образом в различных учреждениях ведомства земледелия. В последнее время Сергей Сергеевич служил в отделе микробиологии Госуд. Института опытной агрономии, заведующим отделением по борьбе с вредителями сельского хозяйства. Основной темой, привлекавшей к себе С. С. Мережковского в течение всей его жизни, был вопрос о применении бактериального метода для борьбы с вредителями сельского хозяйства, главным образом мышами и крысами. На протяжении долгих лет он работал над этими вопросами как в своей лаборатории, так и на местах: в Херсонской губернии он изучал вопрос о пригодности выделенного им бацилла для борьбы с полевыми мышами; в Бессарабской—ставил опыты, с целью выяснить пригодность применений бактериологического метода для борьбы с сусликами; посетил Алжир, для ознакомления с применением для борьбы с саранчой так наз. саранчового бацилла. Его многочисленные работы почти все, за небольшими исключениями (работа о роли микроорганизмов в кишечнике человека и животных), касаются этой темы.

Открытый им микроб, губительный для мышей и сусликов, позднее им предложенный для целей практического мышестреления, получил большое распространение и изучался не

только у нас, но и за границей (Япония). Далее им же была предложена питательная среда, на которой возможно течение весьма продолжительного времени поддерживать вирулентность для крыс бацилла Данича, а также некоторых других микробов. Для доказательства отсутствия ослабления вирулентности у бацилла Данича на этой среде Мережковским была проделана длительная работа, нашедшая себе выражение в ряде научных трудов, опубликованных в 1911, 1912 и 1914 годах. Некоторые из этих работ должны быть признаны выдающимися как по методике, им детально разработанной, так и по материалу, им использованному, а равно и по доказательности. Его работа о *Coccobacillus acridiorum* также внесла ясность в вопрос о том, что представляет собой этот бацилла. Общее количество печатных работ покойного достигает 37.

Как человек, покойный С. С. никогда не будет забыт теми, кто его близко знал и с ним работал. Это был на редкость честный и порядочный человек.

Б. Эберт.

БИБЛИОГРАФИЯ

Издания Академии Наук СССР по естествознанию, вышедшие в апреле 1930 г.

Доклады Академии Наук Союза Советских Социалистических Республик. А, 1930, № 4, стр. 67—96, фиг. 6. Л. 1930. Ц. 30 к.

В. Н. Ипатьев и А. В. Фрост. Химическое равновесие между фосфином, фосфором и водородом. — И. Д. Курбатов, Н. А. Каржавина и Н. А. Самойло. Описание метода приготовления раствора для определения иония в дисперсных массах Тюя-Муяна. — С. С. Смирнов. О новом виде *Phyllopora anostraca* из Уссурийского края. — Новый вид р. *Diaptomus Westw.* (*Crustacea, Serepoda*) из Амурской области. — В. И. Громова. Предварительное сообщение о первобытном быке или туре в СССР. — G. Adlerberg. Preliminary synopsis of Russian and Mongolian wild boars. *То же* № 5, стр. 97—126, фиг. 1. Л. 1930. Ц. 30 к.

А. Д. Архангельский. О поисках залежей фосфоритов в СССР. — А. А. Бориски. *Ursus spelaeus rossicus* nov. p. — П. П. Лазарев и Н. Д. Родзевич. О явлениях ионизации газов при фотохимических реакциях в твердых телах. — А. И. Толмачев. О некоторых неожиданных флористических находках в центральной части Таймырского полуострова. — Н. Б. Вассоевич. Геологические исследования в районе Джавской группы минеральных источников (Юго-Осетия). — С. Flegov. The white muzzle deer (*Cervus albostris* Przew.) as the representative of a new genus *Przewalskium*. — Е. М. Хейсин. К биологии паразитических инфузорий различных беспозвоночных озера Байкала. *То же*, № 6, стр. 127—156, фиг. 1. Л. 1930. Ц. 30 к.

А. П. Виногорадов и М. В. Неуструева. Марганец в насекомых. II. — А. А. Захваткин. О вертикальном распре-

делении и суточных миграциях зоопланктона в Байкале. — А. А. Бируля. Предварительное сообщение о хищниках (Carnivora) из четвертичных отложений Крыма. — А. Кованко. Sur une classe des fonctions presque périodique généralisée. — N. Bogoliubov (N. Bogoliouboff). Sur l'approximation des fonctions par les sommes trigonométriques. — V. Ambarcumian (V. Ambarzumian) und D. Iwanenko (D. Ivanenko). Über eine Folgerung der Diracschen Theorie der Protonen und Elektronen. *То же* № 7, стр. 157—178, фиг. 1. Л. 1930. Ц. 30 к. Ю. А. Крутков. Об одной задаче теории возмущения. — S. Sobolev. Sur l'équation d'onde pour le cas d'un milieu hétérogène isotrope. — A. Mordvilko. Aphids of the subtribe Hormaphidina. — А. И. Толмачев. О новом виде *Draba* из северной Сибири. — E. Kozlova. Zur Biologie von *Pratincola insignis* Blyth. *То же*, № 8, стр. 179—208, фиг. 10. Л. 1930. Ц. 30 к. F. Loewinson-Lessing. On the delimitation of liparites and dacites. — Р. О. Кузьмин. О диофантовских приближениях к алгебраическим иррациональностям. А. Андронов (A. Andronow) und A. Witt. Unstetige periodische Bewegungen und die Theorie des Multivibrators von Abraham und Bloch. В. А. Чесноков и Е. Н. Базырина. Ограничивающие факторы при фотосинтезе. — Д. А. Герасимов. Об отличительных признаках пыльцы *Larix* и *Pinus Sembra* в торфе. — P. Schmidt. On the Pacific halibut.

*Известия Академии Наук Союза Советских Социалистических Республик, 1930, № 2, стр. 105—186, фиг. 26. Л. 1930. Ц. 1 р. 50 к. N. Kryloff (N. Krylov) und N. Bogoliubov (N. Bogoliouboff). Application de la méthode de l'algorithme variationnel à la solution approchée des équations différentielles aux dérivées partielles du type elliptique. Deuxième communication. — Р. О. Кузьмин. К теории одного класса ряда Дидрихле. — Я. Л. Шехтман. Об абсолютных измерениях международной единицы интенсивности рентгеновых лучей „г“. — А. С. Чернышев. К патологической анатомии ромбовидного мозга при опухолях IV желудочка. — З. Н. Немова. Минералогическое исследование некоторых почв с Ахманганского плато в Армении. — С. П. Гарбинский. К познанию рода *Calliptanus* Serv. (Orthoptera, Acrididae). *То же*, 1930, № 3, стр. 187—274, фиг. 28, отд. табл. 5. Л. 1930. Ц. 1 р. 50 к. А. А. Белопольский. Исследование спектра звезды Гамма Геркулеса (3.79 Mg) по наблюдениям в Пулково. — А. Д. Архангельский и Е. В. Копченова. Заметки об органическом веществе, фосфоре и ванадии в отложениях Черного моря. — М. Д. Залесский. О присутствии в Верхоянском хребте нижнепермских осадков. — Новые нижнекаменноугольные растения с восточного склона Урала. — О двух новых ископаемых растениях из нижнекаменноугольных отложений Донецкого бассейна. — A. Dobiaš, L. Kramp und O. Lebedinskaja. Eine elektroosmotische Theorie des elektrolytischen Gleichrichters. — Д. С. Белян-*

кин. О химическом и минералогическом составе сталактитов. — В. Л. Комаров. Род *Phacellanthus* Sieb. et Zucc. (Orobanchaceae) на Дальнем Востоке.

Ленин и кризис новейшей физики. Речь академика А. М. Деборина. Читана в торжественном годовом собрании Академии Наук СССР 2 февраля 1930 года. Второе издание, стр. 28. Л. 1930. Ц. 30 к.

*Материалы Комиссии по изучению Якутской Автономной Советской Социалистической Республики, в. 29, стр. 388, рис. 60, черт. 7, карт 4 и табл. 10. Л. 1930. Ц. 6 р. С. А. Никитин, А. П. Скалозубова, К. А. Бенуа и В. П. Порядин. Материалы по изучению сельского хозяйства Якутского округа по данным агрономического отряда Якутской экспедиции Академии Наук СССР 1926 г. С. А. Никитин. Техника земледелия в Якутском округе. — А. Н. Скалозубова. Хлебные злаки Якутского округа. — К. А. Бенуа. Огородничество Якутии. — В. Н. Порядин. Луговое хозяйство в Якутском округе. *То же*, в. 31, 1, стр. 167, фиг. 4, табл. 17 и карт. 1. Л. 1930. Ц. 5 р. А. А. Григорьев. Морфология северо-восточной части Вилюйского округа.*

*Материалы Комиссии экспедиционных исследований, в. 20. Серия туркменская, стр. 297, фиг. 39, отд. табл. 1. Л. 1930. Ц. 4 р. Каракумы. Результаты экспедиций 1928 и 1929 гг. Д. И. Щербаков. Автопробег через центральные Каракумы. — Б. А. Богусhevский. Отчет автопробега через пески Каракумов. — А. Е. Ферсман. Перелет Ташаус-Чарджуй. — П. А. Волков. Организация опытного серного завода в Каракумах. — А. Ф. Соседко. Переброска оборудования опытного серного завода. — Д. И. Щербаков. Организация исследовательских работ в центральных Каракумах. — С. Ю. Геллер. Поездка по центрально-Мурмукам летом 1929 г. — С. Г. Натансон. Пересечение центральных Каракумов весной 1929 г. — Н. Н. Колесник. Материалы к изучению животноводства в Каракумах. — П. С. Макеев. Нивелировка в северо-восточных Каракумах. — П. С. Макеев. Колодцы в северо-восточных Каракумах. — П. С. Макеев. Мегеологические наблюдения в Каракумах в 1929 г. — Д. И. Щербаков. Задачи Каракумского геоморфологического отряда. Б. А. Федорович. Материалы по морфологии Каракумов. *То же*, в. 23. Серия северная, стр. 183, фиг. 72, табл. 9. Л. 1930. Ц. 4 р. 50 к. Кольский сборник. Д. А. Золотарев. На Западно-Мурманском побережье летом 1928 года. — В. В. Чернолуский. Заметки о пастьбе и организации стада у лопарей. — В. К. Алымов. Рождаемость и смертность лопарей Кольского полуострова. — В. И. Осиновский. Опыт кредитования оленеводческих хозяйств. — А. В. Шмидт. Древний могильник на Кольском заливе. — А. Ф. Гаммерман. Растительные остатки из могильника на Большом Оленьем острове. — В. И. Громова. Остатки млекопитающих из могильника Большого Оленьего острова. — С. Д. Сивиницын. Костные остатки*

человека в раскопках А. В. Шмидта. *То же*, в. 24. Серия северная, стр. 124, фиг. 1, диагр. 25, отд. табл. 78. Л. 1930. Ц. 10 р. Д. А. Золотарев. Карелы СССР.

Полезные ископаемые и транспортная проблема Якутии. Сборник статей, стр. 96, рис. 6, карт 3. Л. 1930. Ц. 3 р. П. В. Виттенбург. Предисловие. — В. А. Обручев. Золотоносные районы Якутии. — В. Н. Зверев. Полезные ископаемые Якутии. — И. К. Либин. Транспортная проблема Якутии. — Указатель.

Труды Ботанического музея, XXII, стр. 370, фиг. 39, табл. 3. Л. 1930. 7 р. 50 к. В. Б. Сочава. Пределы лесов в горах Ляпинского Урала. — Ф. В. Самбук. Ботанико-географический очерк долины реки Печоры. — А. И. Толмачев и П. П. Пятков. Обзор сосудистых растений острова Диксона. — А. И. Толмачев. О происхождении флоры Вайгача и Новой Земли. — О. Ф. Газе. Список сфагновых мхов, собранных Б. Н. Городковым в Западной Сибири и Б. Н. Городковым и В. Б. Сочава на Полярном Урале. — Е. А. Буш. Новый колокольчик с северного Кавказа. — Н. А. Буш. Еще один новый вид рода *Isatis* (Tourn.), L. из Армении. — К. А. Рассадина. О лишайниках б. Петергофского уезда Ленинградской губернии. — Резюме на немецком языке. — С. С. Ганешин. О работах Лужского отряда Ленинградской ботанической экспедиции Академии Наук СССР 1926 г. — Ф. В. Самбук. Наблюдения над сосновыми борами и ключевыми болотами долины и бассейна реки Облы, притока реки Луги. — Резюме на немецком языке. — А. И. Лесков. Ботанико-географический очерк окрестностей озера Врево Лужского уезда Ле-

нинградской губернии. — К. А. Рассадина. Лишайники, собранные С. С. Ганешиним в Лужском уезде и в окрестностях Ново-Сиверской Ленинградской губернии. — Резюме на немецком языке. — А. А. Папкова. Растительность поймы реки Луги в пределах Лужского района Ленинградской губернии. — Резюме на немецком языке. — А. И. Толмачев. О новом арктическом виде р. *Paraver*.

Труды Комиссии по изучению озера Байкала, III, стр. 276, рис. 6, диагр. 4, отд. табл. 13. Л. 1930. Ц. 7 р. 50 к. Н. К. Тихомиров. Флора острова Ольхона на Байкале. — В. Ч. Дорогостайский. Новые материалы для карцинологической фауны озера Байкала. — Г. Ю. Верещагин. К вопросу о происхождении и истории фауны и флоры Байкала. — Э. С. Бронштейн. К познанию фауны Ostracoda озера Байкала. — Н. А. Коновалов. Очерк растительности дельты реки Селенги. — С. И. Кузнецов и А. П. Щербаков. Некоторые физико-химические данные о северном Байкале. — W. Michaelsen und G. Vereschagin. Oligochaeten aus dem Selenga-Gebiete des Baikalsees. — Г. Ю. Верещагин. Маршруты Байкальской экспедиции Академии Наук СССР 1925—1929 гг. Часть I. Летние работы 1925—1926 гг. — Г. Ю. Верещагин. Организация простейших гидрометеорологических наблюдений на Байкале.

Труды Памирской экспедиции 1928 г., в. III, география и геодезия, стр. 97, фиг. 6, табл. 7. Л. 1930. Ц. 2 р. 50 к. Н. Л. Корженевский. Алайская долина (орогидрография и оледенение). — К. В. Исаков. Триангуляция в долине Алтая.

Август 1930 г.

Ответственный редактор акад. А. Ферсман

Ленинградский Областлят № 64668.

Тираж 2670 — 3⁹/₁₆ печ. л.

Заказ № 1684.

Государственная типография имени Евгении Соколовой, Ленинград, просп. Красных Командиров, 29.

ПОСЛЕДНИЕ ИЗДАНИЯ

Комиссии по изучению естественных производительных сил Союза Академии Наук СССР (КЕПС)

Ленинград, 1, В. О., Тучкова наб., д. 2-а. Телеф. 132-94

„Материалы по изучению естеств. произв. сил СССР“

- № 71. Материалы 2-го совещания по полево-му шпату. Сборник: 116 стр. 7 черт. Ц. 2 р. 25 к.
- № 72. Лес, его изучение и использование. Сборник 3-й. XXX + 228 стр. 11 черт. Ц. 4 р. 80 к.
- № 73. Карабугаз и его промышленное значение. Сборник. 3-е издание. 409 стр. 30 фиг., 9 карт, 24 табл. Ц. 6 р.
- № 74. Песец и песочный промысел в СССР. А. А. Парамонов. 129 стр. 8 фиг., 1 карта. Ц. 2 р. 50 к.
- № 75. Желтый уголь. Б. П. Вейнберг. 64 стр. 15 фиг., 2 карты. Ц. 1 р. 30 к.
- № 76. Белый уголь Алтая. О. К. Блумберг. (Печатается).
- № 77. К исследованию гипса. П. П. Будников. 180 стр. 64 фиг. Ц. 4 р. 50 к.
- № 78. Подземные воды Украинского кристаллического массива. Б. Л. Личков. 53 стр. 7 фиг., 1 карта. Ц. 1 р. 25 к.
- № 79. Ванадий в некоторых осадочных породах. Ф. Я. Аносов. 79 стр. Ц. 2 р.
- № 80. Вечная мерзлота. Сборник. 231 стр. 32 фиг., 6 карт. Ц. 4 р.
- № 81. Материалы для экономической географии Сев.-Зап. области. Вып. 1. С. В. Бернштейн-Коган. (Печатается).
- № 82. Главконит и главконитовые породы Европейской части СССР. В. С. Малышева. (Печатается).

„Известия“

- Известия Бюро по генетике. № 7. 107 стр. 32 фиг. Ц. 2 р. 25 к.
- То же. № 8. 158 стр. 88 фиг. Ц. 3 р. 50 к.
- Известия Ин-та физ.-хим. анализа. Том IV, вып. 1. 340 стр. 71 черт., 5 табл. фот. и 1 табл. микрофот. Ц. 6 р. 50 к.
- То же. Том IV, вып. 2. 530 стр. 71 рис. Ц. 7 р.
- Известия Сапропелевого комитета. Вып. 5. 210 стр. 12 фиг., 1 табл. Ц. 5 р. 75 к.
- Известия Ин-та по изучению платины и др. благородных металлов. Вып. 7. 332 стр. 37 фиг., 9 табл. микрофот. Ц. 4 р. 20 к.

„Труды“

- Труды Географического отдела КЕПС. Вып. 1. 250 стр. 9 фиг., 2 карты. Ц. 6 р.
- То же. Вып. 2. 243 стр. 34 фиг., 4 табл. Ц. 5 р.

„Отчеты“

- № 22. Объединение научных исследований по биологии тутового и других шелкопрядов. Сборник. 17 стр. Ц. 35 к.
- № 23. Инструкция для составления кадастра водных сил СССР. Н. В. Симонов. 10 стр., бланк кадастра. Ц. 30 к.

Издания вне серий

- Хлопководство в Туркестане. В. И. Юферев. 160 стр. 1 черт., 1 карта в красках, 8 фотогр. на отд. табл. Ц. 3 р. 95 к.
- Почвы Туркестана. Л. И. Прасолов. 95 стр. 1 карта в красках, 9 фотогр. на отд. табл. Ц. 2 р. 50 к.
- Очерки растительности Туркестана. Б. А. Федченко. 55 стр. 1 карта в краск. Ц. 1 р. 25 к.
- Указатель литературы по животному миру Туркестана. М. М. Иванова-Берг. 235 стр. Ц. 5 р. 30 к.
- Геологический очерк Туркестана. Д. И. Мушкетов. 162 стр. 8 диагр., 1 карта в краск. Ц. 3 р.
- Указатель литературы по гидрологии среднеазиатских республик и Казакстана. Е. А. Вознесенская и А. И. Рабинерсон. 115 стр. Ц. 2 р. 40 к.
- Нерудные ископаемые. Т. IV. (Дополнения). Сборник. 390 стр. Ц. 6 р. 50 к. (в колеек. перепл. 7 р. 50 к.).
- Каменные строительные материалы Прионежья. Ч. I. Кварциты и песчаники. В. М. Тимофеев. 83 стр. 14 черт., 6 фотогр., 12 микрофот. Ц. 1 р. 50 к.
- Медная промышленность в СССР и мировой рынок. Ч. III. А. Д. Брейтерман. 360+XXXVIII стр. 3 карты. Ц. 5 р. 50 к.

Цена 70 коп.

1930
Г О Д

ПРИНИМАЕТСЯ ПОДПИСКА

НА
НАУЧНО ПОПУЛЯРНЫЙ
ЕСТЕСТВЕННОИСТОРИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

19-й
Г О Д
ИЗДАНИЯ

„ПРИРОДА“

основанный в 1912 г. и издававшийся Н. К. Кольцовым, Л. В. Писаржевским, Л. А. Тарасевичем и А. Е. Ферсманом

СОДЕРЖАНИЕ

предыдущего номера журнала „ПРИРОДА“

№ 5

- Акад. В. А. Обручев. Оледенение северной Азии (с 1 карт.).
 Б. Г. Островский. Новые данные к теории циклонов (с 2 фиг.).
 Проф. В. Г. Хлопя. Природные газы, их изучение и использование.
 Проф. Н. М. Воскресенский. Рентгеновы лучи и мутационный процесс.
 Проф. А. Я. Тугаринов. Миграции птиц северной Азии (с 6 фиг.).

Научные новости и заметки.

Физическая география, Геология, Ботаника, Археология, Потери науки, Рецензии, Библиография.

В 1930 г.

ПОДПИСНАЯ ЦЕНА
с доставкой:

на год 6 руб.
„ полгода 3 „

ЦЕНА
ОТДЕЛЬНЫХ
НОМЕРОВ— **70 К.**

В 1930 г.

ЖУРНАЛ ВЫХОДИТ
12-ю НОМЕРАМИ

Комплекты журнала
„ПРИРОДА“
имеются на складе

за 1921 г. цена	2 р.	— к.
„ 1922 „	4 „	— „
„ 1923 „	2 „	— „
„ 1924 „	2 „	20 „
„ 1925 „	4 „	— „
„ 1927 „	6 „	— „
„ 1928 „	6 „	— „

ПОДПИСКА ПРИНИМАЕТСЯ:

в Книжном складе „Природы“: Ленинград, 1, Тучкова наб., д. 2-а (КЕПС), тел. 132-94, и в магазинах „Международная Книга“:

Ленинград, просп. Володарского, д. 53-а, тел. 172-02;

Москва, Кузнецкий Мост, д. 18, тел. 3-75-46.